

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА КАК СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

**В. Н. Долгунин, А. Н. Куди,
М. А. Туев, М. О. Ломакин**

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический
университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р техн. наук, профессор Н. С. Попов

Ключевые слова: биологическая ценность; вибрирующий скат; миграция; почва; семена.

Аннотация: Рассмотрено влияние качества семенного материала на эффективность землепользования. Исследована возможность выделения биологически ценного мелкосеменного материала с использованием эффекта миграции на виброскате.

Земли сельскохозяйственного пользования являются в России национальным достоянием и подлежат особой охране, в связи с чем их перевод в другие категории затруднен, а цели использования чрезвычайно ограничены [1]. Однако, несмотря на это, по мнению специалистов [2], до сих пор не созданы условия развития устойчивого рационального землепользования, позволяющие уменьшить вероятность выбытия земель из сельскохозяйственного оборота. Принимаемые в настоящее время меры оказывают недостаточное воздействие на рассмотренную ситуацию. Требуются новые подходы, обеспечивающие эффективное землепользование и защиту земель от негативных изменений.

Использование пахотных земель с наибольшей эффективностью предполагает непосредственную взаимосвязь с качеством семян высеваемых культур [1]. Например, высокие требования стандарта посевных качеств семян сельскохозяйственных культур не только являются залогом их высокой урожайности, но и способствуют минимизации площадей пахотных земель, адаптированных для их выращивания.

Долгунин Виктор Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств», e-mail: dolgunin-vn@yandex.ru; Куди Андрей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств»; Туев Максим Алексеевич – аспирант кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств»; Ломакин Михаил Олегович – магистрант, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Обеспечение необходимого валового сбора культур при засеве площади семенами низких посевных стандартов приводит к увеличению площади уплотненной почвы при работе машинно-тракторных агрегатов, сопровождающееся увеличением твердости и ухудшением ее структуры. В результате негативных структурных изменений почвы существенно снижается ее водопроницаемость (в 1,5 – 4,0 раза), значительно ухудшается воздухообмен и, как следствие, снижается урожайность, например: для кукурузы на 8 – 40 %, а для злаковых – на 10 – 40 % [3].

Особый вред системе сельскохозяйственного землепользования причиняют посевы некондиционными семенами, приводящие не только к снижению урожайности, но и к увеличению засоренности полей, вплоть до их выбытия из севооборота, что отражено в требованиях ст. 21 Федерального закона «О семеноводстве» от 17.12.1997 [4]: превышение показателей стандарта по содержанию семян других растений более определенного значения недопустимо.

Особенно остро проблема обеспечения качественными семенами стоит в отечественном овощеводстве, что подтверждается экспертной оценкой состояния развития аграрной науки в России: «в стране засилье сортов и семян овощных культур иностранной селекции. А причина кроется в том, что у нас нет системы семеноводства, полностью отсутствует техника для уборки и подготовки семян» [2]. Поскольку доступ к импортному семенному материалу в современных условиях чрезвычайно ограничен, а отечественные семена в большинстве случаев не соответствуют требованиям стандарта посевных качеств, такая ситуация негативно отражается на эффективности землепользования.

Острота проблемы в отечественном семеноводстве овощных культур объясняется отсутствием эффективного оборудования для послеуборочной обработки семян мелкосеменных культур, к которым относится большинство овощей [5]. Основные технологические проблемы при этом заключаются в сложности удаления из семенного материала семян трудноотделимых сорных, в том числе карантинных, растений и выделение семян с наиболее высокими биологическими свойствами. Технологические проблемы являются следствием того, что традиционная техника не обеспечивает должной эффективности очистки и калибровки семян мелкосеменных культур, которые близки по свойствам к связным сыпучим материалам. Для выполнения операций очистки и калибровки требуется большое число циклов обработки, что приводит к травмируемости и снижению выхода семян. Решение данных проблем может быть обеспечено разработкой нового оборудования, функционирование которого основано на использовании физических эффектов разделения, чувствительных не только и не столько к различию частиц по размеру и плотности, сколько к их различию по комплексу физико-механических свойств (размеру, плотности, шероховатости, упругости, форме).

Сложившаяся ситуация указывает на целесообразность разработки новых методов очистки и калибровки семян овощных культур, в том числе с использованием малоизвестных и мало применяемых физических эффектов, позволяющих выделять из семенного вороха очищенные семена

с наиболее высокими биологическими свойствами (всхожести, энергии прорастания) при минимальном механическом воздействии на семенной материал. К такого рода эффектам относятся, например, эффекты разделения неоднородных частиц при их взаимодействии в быстром сдвиговом потоке [6].

Зернистая среда при быстром сдвиговом течении переходит в разреженное состояние, называемое «газом твердых частиц», для которого характерно подобие физических свойств плотного газа и зернистой среды. Эффекты разделения, проявляющиеся в быстром сдвиговом потоке при взаимодействии частиц, разделяют на две категории: эффекты сегрегации и миграции. Данные эффекты, имеющие различную природу, протекают параллельно. Однако, в зависимости от характера пространственного распределения твердой фазы в потоке, формируются условия для доминирования одного эффекта над другим [6]. В разреженном потоке с неоднородным пространственным распределением твердой фазы преобладают эффекты миграции – квазидиффузионного разделения частиц, имеющих различную скорость хаотических перемещений. При высоких же значениях концентрации твердой фазы ($\geq 0,25$) и однородном ее распределении доминирует эффект сегрегации – поточного гравитационного разделения.

В аспекте технологического использования эффектов сегрегации и миграции важно указать на различную степень зависимости их интенсивности от комплекса физико-механических свойств частиц. В процессе сегрегации на интенсивность разделения неоднородных частиц доминирующее влияние оказывает их различие по размеру. Интенсивность же разделения частиц в соответствии с эффектом миграции зависит от степени их различия по комплексу физико-механических свойств (размеру, плотности, шероховатости, упругости, форме) без доминирующего влияния различия частиц по размеру. За счет обеспечения в объеме быстрого сдвигового потока условий, благоприятных для протекания сегрегации и миграции, возможно организовать процессы сепарации частиц по комплексу физико-механических свойств и их калибровку по размеру и плотности.

Для реализации изложенной идеи необходимо располагать средствами воздействия на структурные и кинематические параметры быстрого сдвигового гравитационного течения зернистых материалов в целях создания в потоке условий для интенсивного протекания эффектов сегрегации и миграции. Одним из наиболее эффективных способов решения этой задачи может быть использование виброколебаний. В работе исследовано влияние частоты и амплитуды вибрации на структурно-кинематические параметры течения и эффекты разделения неоднородных частиц в быстром гравитационном потоке на шероховатом скате в зависимости от угла его наклона и величины потока. В качестве модельного материала использованы семена моркови Нантская не выровненные по размеру с содержанием примесей сорных растений: повилика (140 кг^{-1}), которая относится к карантинным, и марь белая (3700 кг^{-1}).

Исследование выполнено на экспериментальной установке с применением экспериментально-аналитического метода, изложенного в работе [6], использованного для исследования профиля порозности и распределе-

ния концентрации контрольного компонента в потоке материала на скате. Путем определения массы материала и содержания контрольного компонента (примеси) в ячейках и с учетом взаимосвязи между структурными и кинематическими характеристиками потока получают профили скорости, порозности и распределения концентрации контрольного компонента в потоке материала на скате.

Влияние низко- и высокочастотных виброколебаний на структуру движущегося слоя частиц позволяют оценить профили порозности, приведенные на рис. 1. Виброколебания низкой частоты приводят к увеличению градиентов порозности в большей части слоя, что должно сопровождаться интенсивным проявлением эффектов миграции. Поскольку упругость и шероховатость являются доминирующими отличительными признаками семян моркови и сорных примесей, то данное условие способствует их разделению, что подтверждается путем сравнения профилей распределения концентрации семян на рис. 2.

Напротив, высокочастотные вибрации приводят к повышению однородности распределения и увеличению концентрации твердой фазы, создавая условия, благоприятные для проявления эффекта сегрегации. Поскольку распределения семян сорных растений и моркови по размеру совпадают в широком диапазоне значений, то их разделение с использованием эффекта не представляется возможным.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что основным эффектом разделения частиц в быстром гравитационном потоке мелкосеменного материала является миграция. Взаимодействие частиц, сопровождающееся миграцией, существенно интенсифицируется под действием низкочастотных колебаний, повышающих неоднородность распределения твердой фазы в потоке.

Особенностью миграции, определяющей ее технологические возможности, является разделение частиц по комплексу физико-механических свойств, в том числе по размеру и плотности одновременно. Эффект ми-

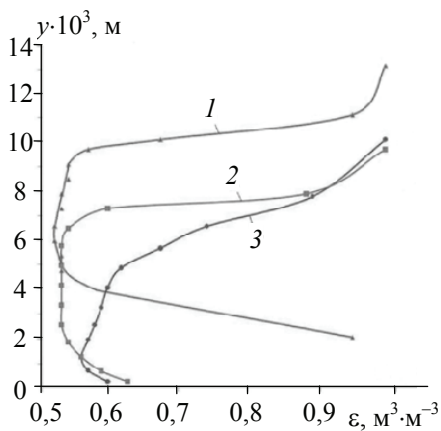


Рис. 1. Профили порозности $\epsilon(y)$ в гравитационном потоке семян моркови при различных параметрах виброколебаний, Гц: 1 – 15; 2 – 50; 3 – 0

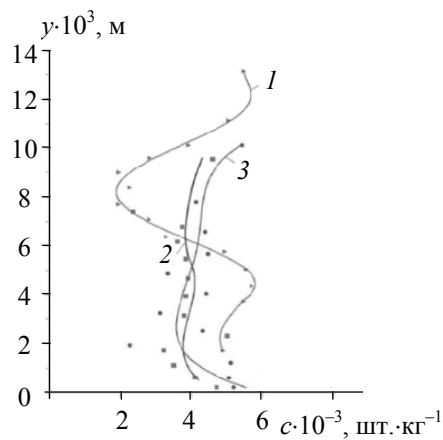


Рис. 2. Профили распределения концентрации примесей $c(y)$ в гравитационном потоке семян моркови при различных параметрах вибрации, Гц: 1 – 15; 2 – 50; 3 – 0

грации может быть использован для организации совмещенного процесса очистки семян от трудноотделимых примесей и их калибровки по массе. Данный вывод подтверждается при реализации совмещенного процесса очистки и калибровки семян моркови на базе принципа многоступенчатой сепарации с противотоком неоднородных частиц [6] в барабанном аппарате диаметром 0,5 и длиной 1,5 м. При производительности 11 кг·ч⁻¹ с выходом 65 % получены полностью очищенные и откалиброванные семена с массой тысячи зерен 1,3 г и всхожестью 98 %. Аналогичные показатели для первичных отходов составили 0,78 г и 87 % соответственно.

Таким образом, совмещение процессов очистки и калибровки и их организация в одну стадию с использованием эффектов взаимодействия частиц позволяют выделить биологически наиболее ценные семена при минимальном их травмировании и, в результате, обеспечить условия для повышения эффективности землепользования.

Список литературы

1. Гаджиев, И. А. Проблемы землепользования: сохранение и рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения / И. А. Гаджиев // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 10, Ч. 3. – С. 570 – 574.
2. Романенко, Г. А. Достижения и перспективы развития аграрной науки России / Г. А. Романенко // *АПК: экономика, управление*. – 2009. – № 3. – С. 3 – 11.
3. Сергеева, И. В. Сельскохозяйственная экология (интерактивный курс) : учебное пособие / И. В. Сергеева, А. Л. Пономарева, Ю. М. Мохонько. – Саратов : Изд-во ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2012. – 120 с.
4. Посев некондиционными семенами ведет к засоренности полей и снижению урожайности [Электронный ресурс] // Управление Федеральной Службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору. – Режим доступа: http://www.rsn.tomsk.ru/news/rsn/posev_nekondicionnymi_semenami_vedet_k_zasorennosti_polej_i_snizheniju_urozhajnosti (дата обращения: 20.05.2016).
5. Ежевский, А. А. Техническая и технологическая обеспеченность сельскохозяйственного производства России на 2013 – 2020 годы / А. А. Ежевский // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2014. – № 1. – С. 3 – 7.
6. Долгунин, В. Н. Процессы и оборудование для переработки зернистых материалов в управляемых сегрегированных потоках : монография / В. Н. Долгунин, О. О. Иванов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 120 с.

References

1. Gadzhiev I.A. [Problems of Development of Sustainable Land Management: Conservation And Sustainable Use of Agricultural Land], *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research], 2015, no. 10, part 3, pp. 570-574. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Romanenko G.A. [Achievements and prospects of development in agrarian science of Russia], *APK: ekonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], 2009, no. 3, pp. 3-11. (In Russ.)
3. Sergeeva I.V., Ponomareva A.L., Mokhon'ko Yu.M. *Sel'skokhozyaistvennaya ekologiya (interaktivnyi kurs) : uchebnoe posobie* [Agricultural Ecology (online course): a tutorial], Saratov: Izd-vo FGBOU VPO "Saratovskii GAU", 2012, 120 p. (In Russ.)

4. [Sowing seeds substandard leads to contamination of fields and lower yields], *Upravlenie Federal'noi Sluzhby po veterinarnomu i fitosanitarnomu nadzoru* [Office of the Federal Veterinary and Phytosanitary Surveillance Service], available at: http://www.rsn.tomsk.ru/news/rsn/posev_nekondicionnymi_semenami_vedet_k_zasorennosti_polej_i_snizheniju_urozhajnosti (accessed 20 May 2016). (In Russ.)

5. Ezhevskii A.A. [Technical and technological supply of Russian agricultural industry projected 2013-2020], *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii* [Agricultural Machinery and Technologies], 2014, no. 1, pp. 3-7. (In Russ., abstract in Eng.)

6. Dolgunin V.N., Ivanov O.O. *Protsessy i oborudovanie dlya pererabotki zernistykh materialov v upravlyaemykh segregirovannykh potokakh : monografiya* [The processes and equipment for the processing of granular materials under controlled segregated streams: a monograph], Tambov: Izd-vo FGBOU VPO "TSTU", 2011, 120 p. (In Russ.)

Improvement of the Biological Seed Value to Ensure Effective Land Use

V. N. Dolgunin, A. N. Kudi, M. A. Tuev, M. O. Lomakin

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: biological value; migration; seeds; soil; vibrating chute.

Abstract: The paper considers the influence of the seed quality on the land-use effectiveness. The possibility of separating small-seeded materials with high biological value using the migration effect on a vibrated chute is investigated.

© В. Н. Долгуни́н, А. Н. Куди,
М. А. Туев, М. О. Ломакин, 2016