

УДК 620.3:339.137

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Толочко Н.К., *д. ф.-м. н., профессор*

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

В последние годы в агропромышленной сфере все большее распространение находят нанотехнологии. При этом особое значение приобретает разработка высокоэффективных технологий получения нанодисперсных материалов (в виде порошков, суспензий, эмульсий, аэрозолей, композитов), характеризующихся повышенными функциональными свойствами. В настоящем сообщении представлен краткий обзор основных направлений применения таких материалов в различных отраслях агропромышленного производства [1-3].

Растениеводство

К числу эффективных средств повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур и плодородия почвы относятся минеральные удобрения и пестициды. Однако при их значительном употреблении возникают реальные опасности для окружающей среды, в частности, повышается химическая нагрузка на почву, что приводит к ее деградации. Ниже рассмотрены нанотехнологические подходы, обеспечивающие снижение химической нагрузки на почву.

1. Обработка растений и семян нанодисперсными химическими веществами.
2. Высокой эффективностью отличаются нетоксичные регуляторы роста растений, приготовленные на основе нанодисперсных композиций, обладающих антистрессовым действием. Например, в результате механохимической обработки смеси древесной коры твердой щелочью получают нанодисперсные композиции с развитой поверхностью раздела фаз. Добавление воды к таким композициям приводит к полной экстракции целевых веществ в одностадийном процессе, без предварительного обезжиривания. Аналогичным образом получают нанодисперсные композиции с использованием в качестве сырья шелухи риса (отходов производства рисовой крупы), а также коры облепихи.

При возделывании различных культур, в том числе зерновых, сахарной свеклы применяются препараты специального состава в виде наноземульсий, обладающих пестицидным действием. Эти препараты, в отличие от традиционных ядохимикатов, обеспечивают полное смачивание поверхности растений, полностью всасываются растениями, не смываются дождем. Они отличаются максимальным проникновением в листья, стебли и корни активно действующих веществ.

Применение нанопрепаратов, совмещенных с бактериородопсином, стимулирующим рост растений, приводит к повышению устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и увеличению урожайности в 1,5-2 раза практически всех производственных (картофель, зерновые, овощные, плодово-ягодные) и технических (лен, хлопок) культур.

Весьма перспективно применять различные композиции, содержащие наночастицы, для предпосевной обработки семян растений. Влияние наночастиц на прорастание семян и последующий рост растений объясняется их повышенной способностью проникать сквозь довольно толстую оболочку семян.

2. Обработка растений и семян наночастицами металлов.

Для обработки вегетирующих растений и предпосевной обработки семян используются нанопорошки ряда металлов (алюминия, железа, меди, молибдена, никеля,

цинка и др.), обладающие пестицидным эффектом. Их применение обеспечивает снижение пестицидной нагрузки на почвы и одновременно способствует повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур.

Нанопорошки металлов обладают пролонгированным действием: постепенно окисляясь в почве, они создают неблагоприятные условия для патогенных микроорганизмов и используются растениями в процессе роста и развития как микроэлементы.

Обработка семян и вегетирующих растений препаратами, содержащими нанопорошки металлов, обеспечивает устойчивую иммунную систему растений в течение всей вегетации.

Опыт применения наночастиц металлов показывает, что в отличие от их солей, они являются гораздо менее токсичными. Обычно наночастицы металлов используются в малых дозах и не загрязняют окружающую среду. Они стимулируют действие ферментов, переводящих нитраты в аммонийный азот, оказывают влияние на фотосинтез, синтез ферментов и аминокислот, углеводный и азотный обмен. Кроме того, они вносят непосредственный вклад в минеральное питание растений.

Наночастицы ряда металлов (железо, медь, цинк и др.), играя роль бактерицидов, способны дополнять или усиливать традиционные средства защиты. Их бактерицидное действие состоит в том, что, находясь в почве, они окисляются, создавая условия, неблагоприятные для обитания патогенной микрофлоры. В частности, они вызывают поражение оболочек клеток бактерий, в результате чего последние погибают.

3. Наносредства доставки химических веществ к корням растений.

Системы доставки химических веществ, в частности, пестицидов, непосредственно к корням растений с помощью наночастиц имеют много общего с системами доставки лекарственных препаратов. В последнем случае лекарственный препарат загружается в «наноконтейнеры» со специфическими детерминантами – молекулами, обладающими сродством к определенным клеточным структурам, и лекарство доставляется непосредственно к пораженным органам и тканям.

Роль таких «наноконтейнеров» могут играть липосомы. Системы доставки такого типа позволяют уменьшить расход химических веществ, так как всё вещество с помощью «наноконтейнеров» целенаправленно доставляется к корням растений, а не рассеивается в почве. Кроме того, используя специфический компонент, обладающий сродством к корням определенных растений, можно избирательно проводить подкормку, лечение или уничтожение растений, что уменьшает химическую нагрузку на почву. В качестве средства доставки химических веществ к корням ряда растений используются наночастицы диоксида кремния, выбор которых обусловлен возможностью инкрустации частиц полисахаридами растений. Особенно эффективно можно обеспечивать целенаправленную доставку растениям агрохимикатов и других веществ, способных уменьшать повреждения растительных тканей, с помощью магнитных наночастиц.

Наночастицы также перспективно использовать для доставки к растениям минеральных удобрений. Целевая доставка минеральных удобрений к растениям имеет значительные преимущества по сравнению с разбросным способом применения удобрения. Она приобретает особую актуальность в случае организации многостадийного питания растений с использованием различных видов питательных элементов, что позволяет корректировать дозы, сроки и условия питания.

Животноводство и ветеринария

В животноводстве все шире применяются кормовые продукты, содержащие нанодисперсные добавки, что способствует наиболее полному и эффективному усвоению содержащихся в них биологически активных веществ. Так, освоено производство кормовых добавок с лечебно-профилактическими свойствами на основе микроэлементов.

тов в нанодисперсном состоянии, которые способствуют повышению сопротивляемости инфекционным заболеваниям и стрессам, быстрому росту, стимулированию репродуктивной функции, а также консервантов на основе использования бактерицидных свойств наночастиц серебра и фунгицидных свойств наночастиц меди. Перевод кормовых добавок в нанодисперсное состояние позволяет не только улучшить их качество, но и снизить их расход.

Большое значение имеет применение нанодисперсных кормовых добавок для борьбы с микотоксикозами сельскохозяйственных животных. Наиболее эффективно применять кормовые добавки, действие которых направлено на удаление токсинов из корма и желудочно-кишечного тракта животных путем адсорбции на развитых поверхностях добавок. К числу такого рода добавок относятся цеолиты и глины (бентонитовые, монтмориллонитовые), которые в силу своей развитой нанопористой структуры обладают высокой сорбционной способностью. Высокие сорбционные свойства по отношению микотоксинов проявляет также нанодисперсный кремнезем. Подобными сорбционными свойствами обладают наночастицы алмазов, которые к тому же проявляют каталитическую активность в органических реакциях, благодаря чему появляется возможность использовать их не только как адсорбенты, но и как катализаторы дезактивации микотоксинов. Для предотвращения появления микотоксинов также эффективно использовать наночастицы серебра благодаря их бактерицидному действию.

Многие лекарственные средства, традиционно применяемые в ветеринарии, представляют собой вещества, которые плохо растворяются в воде и других растворителях. Следствием их плохой растворимости являются их малая биоактивность и степень усвоения (всасывания) организмом животных, что существенно снижает их терапевтическое действие. Радикальным решением данной проблемы является приготовление лекарств в виде наносuspensions или наноземульсий.

Повышение активности общепринятых ветеринарных препаратов за счет их перевода в нанодисперсное состояние, обусловлено особыми свойствами наночастиц, которые способны сравнительно легко вступать в химические реакции, образуя разнообразные комплексы, а также проникать в организм животных через желудочно-кишечный тракт, кожный покров и респираторную систему.

В практике лечения животных широко применяются ингаляционные методы, основанные на использовании в лекарствах, приготовленных в виде аэрозолей. Одним из критических параметров, влияющих на эффективность осаждения вдыхаемых животными аэрозольных частиц в респираторной части легких, является их размер. Установлено, что частицы диаметром 10-20 нм осаждаются в легких в несколько раз эффективнее, чем частицы микронного диапазона.

В последние годы все более расширяется спектр веществ, используемых в терапевтических целях в виде наночастиц. Среди них наибольшее применение находят наночастицы металлов. Так, наночастицы железа и цинка в биотических дозах ускоряют рост животных и птиц, усиливают регенерацию печени после частичной гепатэктомии, ускоряют заживление тканей. В терапии различных заболеваний применяются производные фуллеренов. Для фотодинамической терапии могут быть также перспективны наночастицы некоторых оксидов металлов, фталоцианина кобальта и алюминия. Особый практический интерес имеет применение в ветеринарной практике магнитных наночастиц, которые могут играть роль контрастных агентов в методах магнитно-резонансной томографии. Наночастицы ряда веществ обладают ярко выраженными биоцидными свойствами.

Одно из перспективных применений наночастиц в ветеринарии может быть связано с созданием гидроколлоидных адгезивов, которые представляют собой сред-

ства, смягчающие раздражение кожи, как повязки на раны, язвы и ожоги, а также как средства доставки лекарственных препаратов через кожу.

Многие лекарства характеризуются недостаточно высокими фармакинетическими параметрами или обладают нежелательными побочными эффектами, поэтому является актуальной разработка методов их направленной доставки к поврежденным тканям. Для направленной доставки лекарств в организм животных эффективно использовать разнообразные типы наночастиц (липосомы, мицеллы, дендримеры, супермолекулы, нанокристаллы), с помощью которых можно также доставлять вакцины, пробиотики, нутрицевтики, биоактивные соединения, питательные вещества.

В последние годы в практике ветеринарного контроля все более широкое применение получают различные типы наночастиц, среди которых особая роль отводится кристаллическим наночастицам ряда веществ, способных флюоресцировать.

Переработка сельскохозяйственного сырья и производство пищевых продуктов

Для улучшения качества продуктов питания все более широко применяются нанодисперсные пищевые добавки, сорбенты, бактерициды и катализаторы. Нанодисперсные добавки способны изменять вкус и питательные свойства продуктов питания и поэтому являются компонентами хлебобулочных изделий, шоколадных кремов, сыров и других продуктов. Кроме того, нанодисперсные вещества применяются в пищевой промышленности при производстве эмульгаторов, стабилизаторов, консервантов.

Многие водорастворимые биологически активные вещества (БАВ) трудно ввести в состав пищевых эмульсий. Решить эту проблему позволяет использование липосом, которые, будучи органичным компонентом таких эмульсий, могут выполнять транспортные функции, целенаправленно доставляя БАВ внутрь клеток благодаря своей способности избирательно накапливаться в определенных клеточных структурах.

Примером успешного применения нанотехнологий в переработке сельскохозяйственного сырья и производстве пищевых продуктов являются результаты экспериментальных исследований по получению и использованию нанодисперсных форм БАВ на основе бетулина. Бетулин обладает гепатопротекторными, ранозаживляющими, гастропротекторными, антиоксидантными, противовоспалительными свойствами. Обычно бетулин получают из хурмы и иссопа, однако большое содержание его в коре березы повислой и ольхи черной дает возможность использовать эти более дешевые виды сырья как основной источник бетулина. Широкий спектр биологической активности бетулина придает улучшенные функциональные свойства масложировой пищевой продукции, а его антиоксидантное действие увеличивает сроки хранения продукции. Введение бетулина в продукцию в нанодисперсной форме позволяет повысить его биодоступность, а также снизить его расход при том же биологическом эффекте.

В последние годы в пищевой промышленности все большее внимание уделяется созданию упаковочных наноконпозиционных материалов, обеспечивающих высокую сохраняемость и безопасность готовых пищевых продуктов. Как правило, упаковочные наноматериалы представляют собой наноконпозиты, состоящие из матричного материала, наполненного наночастицами модифицирующих веществ. Наибольшее распространение в качестве упаковочного материала получили полимерные наноконпозиты, содержащие наночастицы глины. Наночастицы диоксида титана эффективно использовать в составе упаковочных наноконпозитов в качестве поглотителей УФ излучения, предотвращающих УФ деградацию пластиков. Наночастицы серебра, находясь в упаковочных материалах, благодаря своему бактерицидному действию обеспечивают более длительную сохранность пищевых продуктов, предотвращая развитие микоорганизмов.

Литература

1. Наноматериалы и нанотехнологии / В.М. Анищик [и др.]; под ред. В.Е. Борисенко и Н.К. Толочко. – Минск: Изд. центр БГУ, 2008. – 375 с.
2. Федоренко, В.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе. Науч. изд. / В.Ф. Федоренко. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 148 с.
3. Нанотехнологии в агропромышленном комплексе: монография / С.А. Жданок, З.М. Ильина, Н.К. Толочко; под ред. Н.К. Толочко. – Минск: БГАТУ, 2012. – 172 с.

УДК 631.356.46.02 -52

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГЛУБИНЫ ХОДА ЛЕМЕХОВ МАШИН ДЛЯ УБОРКИ КАРТОФЕЛЯ

Шило И.Н., *д.т.н., профессор*; **Романюк Н.Н.**, *к.т.н.*; **Астрахан Б.М.**, *к.т.н., доцент*;
Клавсуть П.В., *инженер*
Белорусский государственный аграрный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Для современных уборочных машин характерно наличие гидравлических и электрических силовых регулируемых приводов, бортовых компьютеров с функциями контроля и управления и автоматических регулирующих систем. На картофелеуборочных машинах применяются системы автоматического регулирования технологического процесса, в частности, системы стабилизации глубины хода лемехов с опорным копированием рельефа поля и разгрузкой давления на копирующие катки и системы стабилизации с безопорным копированием рельефа. Фирмой Grimme системы стабилизации глубины подкапывания TERRA-CONTROL выпускаются серийно и устанавливаются на уборочные машины как опция [1].

Применение инновационных систем автоматического регулирования убеждает в рентабельности их использования на высокотехнологичных уборочных машинах в условиях крупнотоварного производства. Однако, имеющиеся данные их использования в реальных условиях указывают на недостаточную научную отработанность технических решений - системы управления зачастую работают в автоколебательном режиме и, как результат, в ряде случаев не обеспечивается должное качество копирования [2].

Целью наших исследований являлась разработка устройства стабилизации глубины подкапывания картофельных грядок лемехами.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработано устройство стабилизации глубины подкапывания картофельных грядок лемехами (рисунок 1).

Устройство в виде единого конструктивного блока устанавливается на подкапывающей секции картофелеуборочной машины без изменения ее конструкции и не исключает использование традиционной системы опорного копирования.

Конструктивной основой блока является стойка 1, закрепленная через проставку 2 на секции 3 подкапывающих органов с возможностью регулирования по высоте посредством винтового фиксатора 4. На стойке шарнирно установлен копирующий щуп 5 в виде катка, кинематически связанный с золотником управляющего гидрораспределителя 6, корпус которого соединен со стойкой через подпружиненный рычаг 7.

В качестве исполнительного механизма используется штатный механизм подъема картофелеуборочной машины в составе рычажного механизма 8 и исполнительного гидроцилиндра 9. Гидромеханический релейный гидроследящий привод получает питание от резервной секции гидрораспределителя 10 основной гидросистемы машины или трактора. Обратные клапаны 11 и 12 в сочетании с гидрозамком 13 обеспечи-