

### **Список использованных источников**

1. Зангиев А.А. Системный подход к решению проблемы ресурсосберегающего использования МТА // Техника в сельском хозяйстве. – 1991.– № 1.– С. 45-48.

2. Выбор рациональных машинно-тракторных агрегатов для ресурсосберегающих технологий / С.М. Довгань, М.И. Чеснок, А.А. Свирчевский // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989.– № 4.– С. 5-6.

3. Нагірний Ю.П.Обґрунтування інженерних рішень. – Київ. : Урожай, 1994. – 215с.

4. Шевцов В.А., Лавров А.В., Колос В.А., Зубина В.А. Зависимость показателей технической оснащенности сельскохозяйственных организаций от тракторного парка // Техническое обеспечение инновационных технологий: Сб. науч. статей. – Мн.: БГАТУ, 2016. – С.348-352.

5. Ловкис В.Б., Колос В.А. О критериях энергетической эффективности сельскохозяйственных технологий // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Межвед. темат. сборник. Т.42. – Мн.: РУП «ИМСХ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2008. – С. 13-19.

**УДК 633/.635:620.3**

## **НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**М.А. Челомбитько, к.с.-х.н., доцент;**

**Н.Н. Киреенко, к.э.н, доцент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Беларусь*

### **Введение**

Численность населения в мире составляет около 6 млрд. человек, из которых 50 % проживает в Азии. Значительная часть населения в развивающихся странах сталкивается с ежедневным дефицитом продовольствия в результате воздействия климатических факторов на окружающую среду или политической нестабильно-

сти, тогда как в развитых странах наблюдается избыток продовольствия. Несомненно, устойчивый рост сельского хозяйства полностью зависит от новых и инновационных технологий, в том числе таких, как нанотехнология. Нанотехнология - это, по сути, наука и техника очень маленьких частиц размером от 1 до 100 нм (1 нм = 1 млрд. метр) (размером меньше человеческих клеток и бактерий). Чрезвычайно малый размер и высокая площадь наночастиц (НЧ) обуславливает их большую прочность, стабильность, химическую и биологическую активность, поэтому нанотехнология позволяет разрабатывать новые материалы с широким спектром потенциальных применений. Группа международных экспертов оценила 10 направлений применения нанотехнологий в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах во всем мире с наибольшим потенциалом для развивающихся стран. Второе место в этом списке было - «повышение производительности сельского хозяйства», номер три - «очистка воды и ее восстановление», а номер шесть - «переработка и хранение пищевых продуктов».

Недавние достижения в области материаловедения и химии привели к освоению технологии наночастиц с широким использованием их в области сельского хозяйства.

### **Основная часть**

Существует несколько направлений использования нанотехнологий в области производства сельскохозяйственной продукции.

**Деградация отходов и токсичных материалов.** Наноматериалы не только непосредственно катализируют деградацию отходов и токсичных материалов, но также помогают повысить эффективность микроорганизмов в этом процессе. Обычно используются такие термины как биоремедиация (полезные микробы), фиторемедиация (растения) и микоремедиация (грибы). Биоремедиация, например, использует живые организмы для разрушения или удаления токсинов и вредных веществ из сельскохозяйственных почв и воды. В связи с этим сельскохозяйственная биоремедиация помогает в технологиях восстановления естественной ситуации в почве [2].

**Нанокapsулирование.** Микроинкапсулирование или нанокapsулирование используется для повышения качества доставки желаемых химических веществ в целевой биологический процесс.

**Нано-пестициды.** Использование наноматериалов в защите растений и производстве продуктов питания в будущем изучено недостаточно. Хорошо известно, что насекомые-вредители являются преобладающими в сельскохозяйственных областях, а также в его продуктах, поэтому наночастицы могут играть ключевую роль в борьбе с насекомыми-вредителями и патогенами-хозяевами [3]. Исследователи работают над пестицидами, инкапсулированными в наночастицы. Они выделяют пестицид только в желудке насекомого, что сводит к минимуму загрязнение самих растений. Недавняя разработка наноинкапсулированного состава пестицидов характеризуется такими свойствами как: медленное высвобождение с повышенной растворимостью, специфичностью, проницаемостью и стабильностью. Эти свойства в основном достигаются путем либо защиты инкапсулированных активных ингредиентов от преждевременной деградации, либо повышения эффективности их борьбы с вредителями в течение более длительного периода. Создание наноинкапсулированных пестицидов привело к уменьшению дозировки пестицидов и количества людей, подверженных воздействию этих веществ, что является экологически безопасным для защиты сельскохозяйственных культур [5]. Таким образом, разработка нетоксичных и перспективных систем доставки пестицидов приводит к увеличению производства продуктов питания в мире при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду. В последнее время несколько химических компаний открыто рекламируют для продажи наноразмерные пестициды как «микрокапсулированные пестициды». Некоторые продукты от Syngenta (Швейцария), такие как Karate ZEON, Subdue MAXX, Chyella Ospray, Ренсар-М и микроинкапсулированные пестициды от BASF, могут конкурировать с наномасштабными. Несмотря на то, что они известны как микроэмульсии на рынке, они действительно представляют собой наноразмерные эмульсии, что подтверждает незначительную разницу между терминами микроэмульсии и наноэмульсии.

**Нано-удобрения.** В последнее десятилетие нано-удобрения стали доступны на рынке, но по-прежнему не выпускаются крупными химическими компаниями. Нано-удобрения могут содержать нано-цинк, диоксид кремния, железо и диоксид титана и т. д., а также должны поддерживать контроль над выпуском и улучшать его ка-

чество. В текущем десятилетии для сельскохозяйственного производства интенсивно проводилось изучение поглощения, биологической судьбы и токсичности нескольких НЧ-оксидов металлов, а именно:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{FeO}$  и  $\text{ZnONPs}$ . Недостаток цинка был задокументирован как одна из основных проблем ограничения продуктивности сельского хозяйства в щелочной природе почв [6].

**Нано-биосенсоры.** Еще одна разработка - это сеть наносенсоров и диспенсеров. Датчики распознают, когда растение нуждается в питательных веществах или воде, прежде чем это можно увидеть визуально. Диспенсеры затем выделяют удобрения, питательные вещества или воду по мере необходимости, оптимизируя рост каждого растения в поле один за другим. Sagadevan S. и Periasamy M. [7] заявили, что чувствительность и эффективность биосенсоров могут быть улучшены за счет использования наноматериалов с помощью новых технологий передачи сигналов. Более высокая специфичность и чувствительность биосенсорных систем по сравнению с обычными методами обусловлена наличием биорецептора (биологического элемента), который сочетается с подходящим преобразователем, генерирующим сигнал после взаимодействия с интересующей молекулой-мишенью. Биосенсор, как аналитическое устройство, преобразует биологический ответ в электрический сигнал. Он касается таких частей биологических элементов, как антитело, фермент, белок или нуклеиновая кислота. Например, биосенсор ДНК на основе микроантислевера, который использует наночастицу Au, был разработан и широко используется для определения концентрации ДНК низкого уровня во время реакции гибридизации [1].

### Заключение

По мнению некоторых исследователей, в настоящее время применение химически синтезируемых наноматериалов считается токсичным по своей природе; в то время как технология синтеза наноматериалов из системы растений - «зеленая нанотехнология» - является безопасным процессом, энергоэффективна, сокращает отходы и снижает выбросы парниковых газов (Kandasamy S., Prema R.S., 2015). Однако, несмотря на то, что имеется много информации об отдельных наноматериалах, уровень токсичности многих наночастиц все еще не определен, поэтому применение этих материалов ограничено из-за отсутствия знаний об оценке риска и воз-

действия на здоровье человека. Для использования нанотехнологии необходима разработка всеобъемлющей базы данных и системы информирования, а также международное сотрудничество в области регулирования и законодательства.

### Список использованной литературы

1. Brolo A. G. Plasmonics for future biosensors. *Nat. Photonics* 6 709–713. 10.1038/nphoton.2012.266.
2. Dixit R., Wasiullah, Malaviya D., Pandiyan K., Singh U. B., Sahu A. et al. Bioremediation of heavy metals from soil and aquatic environment: An overview of principles and criteria of fundamental processes. *Sustainability* 2015.7 2189–2212. 10.3390/su7022189.
3. Khota L. R., Sankarana S., Majaa J. M., Ehsania R., Schuster E. W. Applications of nanomaterials in agricultural production and crop protection: a review. *Crop Prot.* 35 64–70. 10.1016/j.cropro. 2012. 01. 007.
4. Kandasamy S., Prema R. S. Methods of synthesis of nano particles and its applications. *J. Chem. Pharm. Res.* 2015. 7 278–285.
5. Nuruzzaman M., Rahman M. M., Liu Y., Naidu R. Nanoencapsulation, nano-guard for pesticides: a new window for safe application. *J. Agric. Food Chem.* 2016.64 1447–1483. 10.1021/acs.jafc.5b05214.
6. Sadeghzadeh B. A review of zinc nutrition and plant breeding. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2013. 13905–927. 10.4067/S0718-95162013005000072.
7. Sagadevan S., Periasamy M. (). Recent trends in nanobiosensors and their applications - a review. *Rev. Adv. Mater. Sci.* 2014. 36 62–69.

УДК 631.3.072

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ КОМПЛЕКСОВ МАШИН

**Непарко Т.А., к.т.н., доцент, Журавский Е.Ю., студент**  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

### Введение

Расчет оптимальных (рациональных) размеров комплексов машин рассмотрим на примере комбайновой уборки картофеля в