

Юркевич Е. С., Ильюкова И. И., Табелева Н. Н.

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАНОУДОБРЕНИЙ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время наноматериалы и нанотехнологии находят применение практически во всех областях сельского хозяйства: растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве, ветеринарии, перерабатывающей промышленности, производстве сельхозтехники и т. д. Так, в растениеводстве применение нанопрепаратов в качестве микроудобрений обеспечивает повышение устойчивости к неблагоприятным погодным условиям и увеличение урожайности (в среднем в 1,5-2 раза) почти всех продовольственных (картофель, зерновые, овощные, плодово-ягодные) и технических (хлопок, лен) культур. Этот эффект достигается благодаря более активному проникновению микроэлементов в растение за счет наноразмера частиц и их нейтрального (в электрохимическом смысле) статуса [1-2]. Так, микродозы нанометаллов железа, кобальта и меди действуют на рост и развитие растений, не аккумулируясь в почве, влияют на транспорт веществ и энергии в системе «почва-растения-животные», увеличивают накопление водорастворимых полисахаридов (глюкуроиовая и галактуроновая кислоты, рамноза, ксилоза, глюкоза и галактоза) в зеленой массе на 27-50%, увеличивают содержание белка растений на 30-40% [1].

Высокая биологическая эффективность наносоединений позволяет достигать заданных эффектов, используя микродозы, например, 18 мл на 100 литров воды или 106 мл на 1 га. Кроме того, данные технологии позволяют улучшать качество сельскохозяйственной продукции путем направленной регуляции жизненно важных процессов в растительном организме, мобилизации потенциальных возможностей, заложенных в геноме [5]. Снижение энергозатрат, высокая

экологическая безопасность и эффективность делает внедрение в народное хозяйство подобных технологий одним из приоритетных направлений научного обеспечения агропромышленного комплекса [1-2].

Для предупреждения неблагоприятных последствий применения новых препаратов на основе нанотехнологий необходимо проводить исследования альтернативных тест-моделях и на теплокровных животных с целью выявления их токсикологических свойств и токсикометрических параметров, изучение безопасности и качества продукции, выращенной с использованием нанодобрений [3-4].

Объектами исследований служили микроудобрения «Наноплант» марок «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr», «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант-Cu, Fe», «Наноплант-Se», «Наноплант-Mo», «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe-Актив» (в комбинации с гидрогуматами), «Наноплант-Fe-Актив» (в комбинации с гидрогуматами), «Наноплант-Ag» на основе стабилизированных биополимерами коллоидных растворов наночастиц микроэлементов, разработанные НТОО «АКТЕХ», ГНУ «ИЭБ НАН Беларуси» и ГНУ «ИФОХ НАН Беларуси»

Предмет исследований: биологически активный комплекс на основе наночастиц биоэлементов в виде препаративных форм нанодобрений.

Цель работы заключалась в проведении токсиколого-гигиенических исследований микроудобрения «Наноплант» на основе наночастиц микроэлементов и оценке возможности его использования в растениеводстве, научном обосновании показателей для формирования раздела регистра химических и биологических веществ по средствам защиты растений.

Эксперимент проведен с использованием санитарно-химических, токсиколого-гигиенических, физиологических, гематологических, биохимических и статистических методов [3-4].

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи: в экспериментах на лабораторных животных изучены параметры острой токсичности в условиях однократного внутрижелудочного введения и кожного нанесения; проведена оценка сенсибилизирующего, местно-раздражающего и кожно-резорбтивного действия на кожные покровы и раздражающего действия на слизистые оболочки глаз; изучены кумулятивные свойства при повторном внутрижелудочном введении, фитотоксические свойства и токсические свойства на тест-объекте *Tetrahymena pyriformis*, мутагенная активность в микроядерном тесте на *L. STAGNALIS*, обоснованы показатели для формирования раздела регистра химических и биологических веществ по средствам защиты растений [4].

На основании проведенных токсиколого-гигиенических исследований препарата «Наноплант» марок «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr», «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант-Cu, Fe», «Наноплант-Se», «Наноплант-Mo», «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe-Актив» (в комбинации с гидрогуматами), «Наноплант-Fe-Актив» (в комбинации с гидрогуматами), «Наноплант-Ag» на основе наночастиц микроэлементов, установлено следующее:

– по параметрам острой токсичности при однократном внутрижелудочном введении препарат «Наноплант» (марок «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr», «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант-Cu, Fe», «Наноплант-Se», «Наноплант-Mo», «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe-Актив» (в комбинации с гидрогуматами),

«Наноплант-Fe-Актив» (в комбинации с гидрогуматами), «Наноплант-Ag») относится к IV классу опасности (вещества малоопасные) согласно ГОСТ 12.1.007-76;

– при однократном воздействии на слизистые оболочки глаз кроликов все изученные марки препарата «Наноплант» не обладают раздражающим действием (0 класс);

– однократное эпикутанное воздействие изученных марок препарата «Наноплант» не оказывает местно-раздражающего действия на неповрежденные кожные покровы спины белых крыс (0 баллов);

– при повторном внутрижелудочном введении препарата «Наноплант» (марок «Наноплант-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr», «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант-Cu, Fe», «Наноплант-Se», «Наноплант-Mo», «Наноплант- Co, Mn, Cu, Fe-Актив» (в комбинации с гидрогуматами))кумулятивной активности не отмечено; коэффициент кумуляции – более 5;

– в результате эксперимента по изучению сенсибилизирующей активности у препарата «Наноплант» (всех изученных марок) отмечено наличие слабой сенсибилизирующей способности;

– по результатам токсикологической оценки в остром, подостром и хроническом экспериментах на *Tetrahymena pyriformis* исследуемые образцы отнесены к 4 классу токсичности (малотоксичное вещество);

– изученные марки препарата «Наноплант» не оказывают генотоксического эффекта на клетки мантийной жидкости моллюсков, не токсичны для гидробионтов;

– в тесте на прорастание семян исследуемые образцы марок наноудобрения в рабочих концентрациях не обладают фитотоксическим действием, а оказывают статистически значимое стимулирующее действие на прорастание семян редиса, огурцов и овса;

– в тесте на рост и развитие корешков проростков тест-растений исследуемые образцы (рабочие концентрации) не оказывают фитотоксического действия на исследуемые тест-растения, стимулируют рост и развитие корешков проростков редиса, овса, и огурцов.

Следовательно, в рамках выполнения работы впервые на лабораторных животных проведена токсиколого-гигиеническая оценка нового микроудобрения «Наноплант» 8-ми марок и установлено, что с токсиколого-гигиенических позиций микроудобрение «Наноплант» не представляет опасности для работающих при соблюдении технологии, регламентов применения и мер безопасности.

Полученные результаты позволяют предложить сельхозпроизводителям новые виды перспективных микроудобрений, которые позволят минимизировать негативное влияние на здоровье населения, окружающую среду и связанный с ними экономический ущерб, и будут максимально эффективны в сельскохозяйственном производстве, в том числе для применения в экологическом земледелии, и безопасны для потребителя, что позволило их рекомендовать для использования в качестве микроудобрения для применения на всех сельскохозяйственных, декоративных, лесных растениях, грибах, дикорастущих растениях в сельскохозяйственных организациях АПК и ЛПХ.

Применение нанотехнологий в сельскохозяйственном производстве позволит решить ряд важнейших задач: повысить урожайность основных сельскохозяйственных культур; создать систему высокопроизводительных и ресурсосберегающих сельскохозяйственных технологий, рационально использовать минеральные удобрения, уменьшить использование или отказаться от использования ядохимикатов; сохранить и поддержать почвенное плодородие; снизить влияние природно-климатических рисков на экономику агропромышленного комплекса; улучшить качество продукции за счет снижения содержания пестицидов; создать высокобелковую кормовую базу.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Растения* и вещества [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nanoagro.ru>. Дата доступа: 25.02.2013.
2. Лысцов, В. Н. Проблемы безопасности нанотехнологий / В.Н. Лысцов, Н.В. Мурзин. М.: МИФИ, 2007. 70 с.
3. *Инструкция* 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14.12.2004. Минск, 2004. 43 с.
4. *Инструкция* по применению № 023-1212. Токсикологическая оценка наноматериалов в тестах *in vitro* : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 12.12.2012. Минск, 2012. 26 с.
5. *Assessing toxicity of fine and nanoparticles: comparing in vitro measurements to in vivo pulmonary toxicity profiles* / С. М. Sayes [et al.] // *Toxicological sciences*. 2007. Vol. 97, № 1. P. 163–180.