



**МАТЕРИАЛЫ
Всероссийской
научной конференции**

**«ХИМИЧЕСКОЕ
И БИОЛОГИЧЕСКОЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ»**

Пушино * 2018

Российская академия наук
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина
Общество почвоведов имени В.В. Докучаева

МАТЕРИАЛЫ
ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ХИМИЧЕСКОЕ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ»

(Пушино, 18–22 июня 2018 г.)

Пушино
2018

УДК 631.4
ББК 20.18
Х46

Материалы Всероссийской научной конференции «ХИМИЧЕСКОЕ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ» / Товарищество научных изданий КМК. – Пушкино: 2018. – 272 с.

Сборник «Химическое и биологическое загрязнение почв» содержит материалы одноименной Всероссийской конференции, организованной в г. Пушкино 18-22 июня 2018 г. в рамках деятельности Комиссии по химии почв Общества почвоведения им. В.В. Докучаева и в соответствии с действующей государственной программой Российской Федерации "Охрана окружающей среды".
В сборнике представлены материалы по важнейшим проблемам антропогенного загрязнения почв: источникам загрязняющих веществ, их природе, локализации, трансформации и миграция в почвах и сопредельных средах; почвенному экологическому мониторингу и нормированию загрязняющих веществ в почвах; ремедиации и использованию и загрязненных почв; влиянию поллютантов на химические, физические и биологические свойства почв и методам их исследования. Сборник будет полезен широкому кругу ученых и практиков, связанных с охраной окружающей среды, а также студентам, аспирантам и преподавателям естественно-научных специальностей высших учебных заведений.



Публикация осуществлена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-04-20027)

Рекомендовано к изданию Ученым советом ИФХиБПП РАН

Ответственные редакторы
чл.-корр. РАН А.О. Алексеев
д.б.н., проф. Д.Л. Пинский

Редакционная коллегия
проф. В.Н. Башкин, к.б.н. Т.В. Алексеева, к.б.н. Г.К. Васильева,
к.б.н. Т.В. Пампура, к.г.н. И.В. Припутина, к.б.н. С.Н. Удалцов

ISBN 978-5-907099-10-4

© Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, 2018
© KMK Scientific Press Ltd., 2018

СНИЖЕНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОСТАТКОВ ГЕРБИЦИДОВ В ПОЧВЕ С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСНЫХ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ

Ю.Я. Спиридонов*, О.А. Чичварина*, Г.С. Босак*, С.С. Халиков**

*ВНИИ фитопатологии, Большие Вяземы Одинцовского р-на Московской области;
spiridonov@vniif.ru

**Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Москва;
salavatkhalikov@mail.ru

Здоровая, плодородная почва – уникальная экосистема биосферы, основной природный ресурс производства продукции питания для населения Земли. Среди причин, отрицательно влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур, сорная растительность занимает первое место. Борьба с сорняками, оставаясь одной из приоритетных задач современного сельскохозяйственного производства, приводит к засоренности почв остатками гербицидов, которые не только создают экологические проблемы для ближайшего будущего, но и негативно воздействуют на последующую культуру, запланированную в севообороте. Это особенно актуально в случае посева корнеплодов (сахарная свекла, картофель и пр.) [1]. Для решения вопросов защиты новой культуры от почвенных остатков сульфонилмочевинных препаратов еще в конце прошлого века были предложены ряд веществ (в их числе, нафталевый ангидрид), выполняющих роль антидотов [2]. Однако это направление работ не имело продолжения в силу ряда объективных и субъективных причин (развал СССР, прекращение деятельности большинства химических заводов, отсутствие материальной базы для производства собственных препаратов). В то же время западными фирмами стало развиваться направление совместного использования гербицидов с антидотами для защиты культурных растений в период вегетации [3,4]. Настоящая работа посвящена изучению возможности использования т.н. антидотов вегетационного периода в составе протравителей, которые используются для обработки посевного материала.

Объекты и методы. В качестве объектов исследования были выбраны ряд известных антидотов (нафталевый ангидрид (НА), фурилазол (ФА), изоксидифен-этил (ИДЭ)), рекомендованных для совместного применения в период вегетации с гербицидами Грассер, Батальон, Астрел-плюс, МайсТер и др. [4].

Целью исследования было изучение антидотного действия выше указанных препаратов в составе протравителей, используемых для предпосевной обработки семян яровой пшеницы, кукурузы и рапса. Для этого была использована следующая схема исследования:

1. Антидотная композиция протравителя готовилась в виде суспензионных и эмульсионных форм с применением таких формообразующих компонентов как пропиленгликоль (ПЭГ-400), натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ), эмульгатор-пленкообразователь (Тренд-90). В качестве растворителя использовали изопропиловый спирт.

2. Концентрация антидотов НА, ФА, ИДЭ в составе протравителя варьировалась в пределах от 1 до 100 г/л.

3. Антидотную активность определяли путем обработки семян препаратами, полученными по п.2, семян кукурузы гибрид Астерин и рапса с. Мерано в норме от 1 до 100 г/т семян. Обработку почвы гербицидом Зингер, СП проводили в норме 1,0 и 2,5 г/га. Посев обработанных семян в зараженную почву и учет надземной массы тест-растений проводили в лаборатории искусственного климата (ЛИК) ВНИИФ [5].

Результаты и обсуждение. Как известно, комплексное использование гербицида с антидотом в период вегетации обеспечивает высокую селективность к обрабатываемой культуре и поэтому препарат хорошо переносится большинством гибридов кукурузы в рекомендованных нормах внесения. Так, МайсТер является гербицидом системного действия и, перемещаясь по всему сорному растению с восходящим и нисходящим током питательных веществ, он поражает биохимическую мишень – фермент ацетолаттасинтетазу, участвующий в цепи биосинтеза аминокислот, нарушает процессы синтеза белков, что вызывает прекращение деления клеток в меристемных тканях сорняков [4]. Препарат высокоэффективен против однолетних и многолетних злаковых и двудольных сорняков.

Нами рассматривалась возможность использования ряда вышеназванных антидотов (НА, ФА, ИДЭ) в составе фунгицидного протравителя для снятия токсического действия почвенных остатков гербицидов сульфонилмочевинного ряда на семена и всходы культурного растения. Препараты готовили по методике, описанной нами ранее [5]. При этом получены суспензионные и эмульсионные формы протравителей, которые были переданы на испытания в ЛИК в виде рабочих растворов с нормами 1, 10 и 100 г/л. Изучение антидотного действия протравителей с включением проводили согласно методике [5]. Анализ полученных результатов показал, что разработанные в ходе настоящего исследования композиции для предпосевной обработки семян имеют следующие преимущества:

- обладают антидотным действием, не свойственным известным протравителям семян, что, вероятно, объясняется синергизмом, включенных в композицию компонентов;
- протравители с НА значительно повышают всхожесть семян рапса, яровой пшеницы и кукурузы, повышение энергии прорастания достигает 15, 28 и 30%, соответственно. При этом биомасса культурного растения (ярового рапса) увеличивается на 11,7%.
- наблюдалось усиление антидотного действия ФА до 43% при увеличении его содержания в составе протравителя. Определены пределы (5,0–7,5%) в дозировке ФА, превышение которых не приводит к существенному увеличению активности комплексного протравителя.
- протравитель с содержанием антидота ИДЭ в норме 100 г/л проявил наибольшую активность на кукурузе (увеличение массы тест-растений кукурузы составило 37%).

Выводы. Результаты исследований показали, что с помощью антидотов, применяемых в составе протравителей семян, удастся существенно снизить токсическое поражение культурных растений по действием остатков гербицидов в почве.

Литература

1. Спиридонов Ю.Я., Хохлов П.С., Шестаков В.Г. Антидоты гербицидов // *Агрехимия*. 2009. № 4. С. 81-91.
 2. Патент РФ 1804056 (1991). Баскаков Ю.А., Константинова Н.В., Фридман Е.Э., Чкапиков Н.Д., Свиридов В.Д., Спиридонов Ю.Я., Мочалкина К.И., Максеев Ю.Н. // N-4-(1-окси-1-этоксикарбонил-2, 2,2-трифторэтил) фенил-п- метил- п-м-хлорфенилмочевина, обладающая антидотной активностью к хлорсульфурону. Оpubл. 20.11.1996.
 3. Яблонская Е.К., Котляров В.В., Федюлов Ю.П. Антидоты гербицидов сельскохозяйственных культур // *Научный журнал КубГАУ*. 2013. №94 (10). С.1-17.
 4. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, М., 2015, 735с.
 5. Халиков С.С., Чкапиков Н.Д., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П. Новый препарат для предпосевной обработки семян с комплексной защитой от болезней и остатков гербицидов в почве // *Агрехимия*. 2016. № 6. С. 39-45.
 6. Миханькова Т.А., Кириленко Е.И., Редюк С.И. Новый гербицид майстер для прополки кукурузы // *Защита и карантин растений*. 2010. № 2. С.38.
- Благодарности.* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-29-05792).

МОНИТОРИНГ НАКОПЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ПАУ В ПОЧВАХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ АЭРОТЕХНОГЕННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ПРЕДПРИЯТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА¹

С.Н. Сушкова, Т.М. Минкина, Е.М. Антоненко, И.Г. Дерябкина, Т.С. Дудникова
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону; snsushkova@sfedu.ru

Улучшение состояния окружающей среды при загрязнении становится возможным только после проведения многолетнего мониторинга, позволяющего выявить характер и природу загрязнения, состав загрязняющих соединений, их многообразие, механизмы накопления и трансформации поллютантов в исследуемом биогеоценозе. Только масштабный мониторинг и изучение основных тенденций накопления поллютантов позволят подобрать наиболее оптимальные методы восстановления территории, подверженной техногенному загрязнению. Одними из наиболее опасных и распространенных почвенных загрязнителей являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые обладают повышенной токсичностью и канцерогенностью. Содержание ПАУ во всех природных объектах подлежит обязательному контролю во всем мире, что регламентируется нормативно-правовой базой разных стран. Целью настоящей работы являлся мониторинг накопления приоритетных ПАУ в почвах, подверженных аэротехногенному воздействию предприятия энергетического комплекса.

Объекты и методы исследований. Основным объектом исследований были почвы, расположенные в зоне влияния НЧГРЭС. Мониторинговые площадки № 1, 2, 3, 5, 6, 7 расположены на расстоянии 1–3 км от электростанции в северо-восточном, юго-западном и северо-западном и северном направлениях, а площадки 8, 9 и 10 расположены в северо-западном направлении на расстоянии 5, 10 и 15 км от электростанции в соответствии с направлением розы ветров, вдоль которого происходит преобладающее распределение атмосферных выбросов. Это зона, расположенная по прямой от

¹ Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ № 5.948.2017/ПЧ, Гранта Президента РФ № МК-3476.2017.5, РФФИ № 16-35-60051.

существенно ускорилось. Уже через 10 суток содержание остаточной нефти снизилось до 38–44% от исходно уровня, а к концу эксперимента почва в этих вариантах полностью очистилась от нефти.

Таким образом, наши исследования показали эффективность использования биосорбентов для очистки нефтезагрязненных почв, при этом уровень дегидрогеназной активности служит индикатором активности восстановления нефтезагрязненных почв.

Литература

1. Atlas R.M., R. Bartha R. Hydrocarbon biodegradation and oil spill bioremediation // Adv. Microb. Ecol. 1992. Vol. 12. P. 287-338
2. Masciandaro G., Ceccanti B., Ronchi V., Bauer C. Kinetic parameters of dehydrogenase in the assessment of the response of soil to vermicompost and inorganic fertilisers // Biol. Fertil. Soils. 2000. Vol. 32. P. 479-483.
3. Quilchano C., Maranon T. Dehydrogenase activity in Mediterranean forest soils // Bio. Fertil. Soils. 2002. Vol. 35. P. 102-107.
4. Хазнев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ПОЧВУ И КУЛЬТУРНЫЕ РАСТЕНИЯ¹

С.С. Халиков*, Н.Д. Чкаников*, Ю.Я. Спиридонов**, О.Ю. Селютина***, Н.Э. Поляков***

*Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН, Москва;
salavatkhalikov@mail.ru

**ВНИИ фитопатологии, Большие Вяземы Одинцовского р-на Московской области;
spiridonov@vniif.ru

***Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, Новосибирск;
polyakov@kinetics.nsc.ru

Как известно, культурные растения и их урожай составляют основной источник питания для человечества. Поэтому во всем мире весьма актуальна тенденция увеличения урожайности сельскохозяйственных культур для соответствия их темпам демографического роста. Увеличение производительности этих культур достигается за счет разработки новых высокоурожайных сортов, использования удобрений и пестицидов, а также применения современной техники возделывания культур.

Одним из основных факторов, негативно воздействующих на урожайность культур, являются сорняки, из-за которых ежегодные потери в мире составляют приблизительно 10–15% от достижимого урожая [1]. Сорняки оказывают следующие негативные воздействия:

- препятствуют или изменяют потребление культурным растением питательных веществ, воды, света и полезного пространства;
- имея преимущества по распространенности и развитию по сравнению с культурными растениями, вызывают потерю питательных веществ для корней культурного растения, ингибируют и препятствуют его прорастанию, росту и развитию;
- создают благоприятную среду для роста и размножения многих видов вредителей, являясь местом их скопления и проживания;
- препятствуют нормальному процессу сбора урожая и загрязняют полученную продукцию [2].

Поэтому вполне обосновано широкомасштабное применение гербицидов в решении проблем обеспечения населения земли продуктами питания (мировое потребление гербицидов составляет 47,5% от 2 млн. т пестицидов, применяемых ежегодно) [1].

Однако есть и огромные проблемы из-за такого массового использования гербицидов. Прежде всего, это эрозия и засоление почв из-за обильного использования ирригационных систем, истощение водоносных горизонтов, потеря лесных угодий и загрязнение почв из-за чрезмерного использования гербицидов.

Для снижения потерь гербицидов при их применении известны несколько подходов, в том числе, разработка рецептур с контролируемым высвобождением действующего вещества. Этому направлению посвящено много работ и получено множество патентов [3].

Другим подходом для снижения токсического воздействия почвенных остатков гербицидов на культурные растения является использование антагонистов [4,5], которые по характеру действия бывают следующими:

- взаимодействуют с токсичными гербицидами с образованием нетоксичных продуктов;
- конкурируют с токсичными веществами за биомассу;
- реактивируют активные центры ферментов, угнетенных токсичными веществами.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-29-05792.

В последние годы бурно развивается направление совместного использования гербицидов и антидотов в период вегетации [6]. Наряду с известными западными фирмами-производителями ХСЗР (Байер, Сингента и др.), это направление успешно развивается и отечественными компаниями (АО «Щелково-Агрохим», ЗАО «Август» и др.). Суть этого традиционного пути заключается в совместном использовании гербицида и антидота в период вегетации с целью снижения токсического действия гербицида на культурное растение.

Объекты и методы. Областью наших научных интересов является разработка комплексных протравителей с добавлением антидотов, которые защищают семя, проростки и само культурное растение от почвенных остатков гербицида. Это направление развивается по инициативе академика Ю.Я. Спиридонова, и за последние годы была показана перспективность этих исследований [7–9], в которых получены комплексные протравители с включением в их состав не только фунгицидов, инсектицидов, регуляторов роста растений, но и антидотов против широко используемых в сельском хозяйстве гербицидов. Эти исследования приобретают особую актуальность, т.к. систематическое применение гербицидов привело к загрязнению их остатками до 22% сельскохозяйственных угодий, что составляет более 17 млн. га. Ежегодный ущерб урожаю таких культур как сахарная свекла, подсолнечник, картофель, соя и рапс, отличающихся особенно высокой чувствительностью к остаткам некоторых действующих веществ сульфонилмочевин и имидазолинонов, достигает 20% и более [4]. Нами проведены исследования по изучению возможности использования т.н. антидотов вегетационного периода в составе протравителей, используемых для обработки посевного материала.

Объектами наших исследований являются известные антидоты (например, нафталевый ангидрид (НА) и фурилазол (ФА)). Многокомпонентные композиции протравителей были получены путем жидкофазного суспендирования тебуконазола (ТБК) и ТМТД с известными формообразующими компонентами и добавлением НА или ФА в шаровых валковых мельницах ударно-стирающего воздействия с регулируемой энергонапряженностью [8].

Результаты и обсуждение. Нашими исследованиями в области разработки рецептур комплексных протравителей с добавлением антидотов сделана попытка получения экологически безопасных препаратов (основа препаратов суспензионные концентраты, исключающая использование горючих и токсичных органических растворителей), которые также защищают семя, проростки и само культурное растение от почвенных остатков гербицидов из класса сульфонилмочевин за счет включения в свой состав антидотов [7,8].

В основе исследований лежит разработка средств защиты растений на наноразмерном уровне [9], позволяющим разрабатывать общие принципы развития исследований, новых наноматериалов, методов, технических средств и нанотехнологий. Именно эти методы и технологии будут способствовать улучшению препаративных форм пестицидов, которые должны отвечать трем основным критериям – эффективность, экономичность и экологическая безопасность для окружающей среды.

Такой подход на основе методов нанофитосанитарии позволит получать препаративные формы для эффективного нанесения, удерживания, проникновения и перемещения пестицидов к местам действия в растениях и вредных организмах. Методы нанотехнологии, благодаря наночастицам, предлагают огромные потенциальные возможности в сельском хозяйстве [10], а именно, продукты, содержащие частицы активных ингредиентов, которые находятся на уровне наноразмерного определения от 1 нм до 100 нм, в 2000–50000 раз меньше частиц в обычных средствах защиты растений. Например, гербицид нанотехнологий будет содержать много триллионов частиц активного ингредиента на литр. Дополнительная площадь поверхности, создаваемая уменьшением размера частиц, повышает эффективность, ускоряет поглощение растения, повышает растворимость в распылительном баке и уменьшает или даже устраняет риск осаждения и разделения.

В продолжение работ по поиску экологически безопасных препаратов для защиты растений [11], нами на протяжении ряда лет проводились исследования по разработке комплексных протравителей с добавлением антидотов, которые бы защищали семя, проростки и само культурное растение не только от болезней, но и от почвенных остатков широко используемых в сельском хозяйстве сульфонилмочевин.

Для выявления антидотного действия этих препаратов, изучали биологическую активность композиций в почвах, содержащих остатки гербицида Зингер (метсульфурон-метил). Полученные суспензионные концентраты были использованы в качестве протравителя семян рапса, когда данную культуру высевали после озимой пшеницы, которую обрабатывали гербицидом Зингер. Как правило, через год после применения этого гербицида в черноземной почве присутствуют неразложившиеся остатки метсульфурон-метила, которые снижают урожай последующей культуры рапса примерно на 30%. Проведенные испытания показали, что обработка семян этими протравителями позволяет не только полностью устранить токсическое действие на яровой рапс остатков метсульфурон-метила в количестве 0.3 г/га в д.я., но и добиться стимуляции роста его надземной массы. Разработанные протравители обладали следующими полезными свойствами:

– оказывали комплексное действие, а именно, проявляли одновременно свойства фунгицида, регулятора роста растений и антидота против остатков гербицида в почве;

– значительно повышали всхожесть семян рапса, яровой пшеницы и кукурузы: энергия прорастания повышалась на 15, 28 и 30% соответственно. При этом биомасса ярового рапса увеличивалась на 11,7% [12].

Для понимания механизма действия разработанных протравителей, методом ядерного магнитного резонанса проведено сравнительное исследование проникновения следующих компонентов (НА, ТБК и регулятор роста Флороксан /РРФ/) протравителя в зерна ячменя и пшеницы из различных его препаративных форм (суспензии, эмульсии и пр.) [13]. В случае РРФ было изучено его проникновение в модельные липидные мембраны, а также исследовано влияние различных средств доставки (водорастворимые полимеры - поливинилпирролидон, натриевая соль карбоксиметилцеллюлозы и полисахарид арабиногалактан) на этот процесс. Обнаружено, что РРФ эффективно встраивается внутрь липидных мембран и оказывает существенное влияние на подвижность липидов мембраны. Это в свою очередь может оказывать влияние на работу различных ферментных систем, рецепторов и встроенных в мембрану ионных каналов. Показано также, что средства доставки оказывают влияние как на молекулярную организацию самого липидного бислоя, так и на встраивание РРФ внутрь мембраны.

Метод ЯМР также показал свою эффективность при изучении проникновения действующих веществ из многокомпонентной композиции внутрь зерна. С помощью этого метода показано, что суспензионная форма протравителя способствует лучшему проникновению НА и ТБК внутрь зерна по сравнению с водными суспензиями чистых действующих веществ. Наиболее эффективно проникновение происходит на стадии прорастания зерен. Чистый ТБК практически не проникает внутрь зерна даже на стадии прорастания во влажной атмосфере, в то время как в составе нового протравителя эффективность проникновения ТБК повышается до 25–55% от общего количества. Повышение биодоступности НА и ТБК в составе многокомпонентного протравителя происходит благодаря использованию механохимической технологии, позволяющей получать нанодиспергированные препараты с полифункциональными свойствами.

Выводы. В результате испытаний предложенных нами протравителей установлено следующее:

- основные компоненты протравителей проникают более эффективно в зерна ячменя и пшеницы (данные метода ЯМР) из суспензионных форм;
- протравители обладают комплексным действием, а именно, проявляют свойства фунгицида, регулятора роста растений и антидота против остатков гербицида (метсульфурон-метила) в почве;
- использование данных протравителей значительно повышает всхожесть семян рапса, яровой пшеницы и кукурузы, а биомасса культурного растения (например, ярового рапса) увеличивается на 27% [12].

Литература

1. Gupta, P.K. Pesticide Exposure-Indian Scene. *Toxicology* 198. p.83-90. 2004.
2. Ware, G.W., and D.M. Whitacre. 2004. *The Pesticide Book*. 6th Ed. Meister Media Worldwide. Willoughby, Ohio (USA). 526 p.
3. Sopena F., Maqueda C., Morillo E. Controlled release formulations of herbicides based on micro-encapsulation. *Cien. Inv. Agr.* 35(1):p.27-42. 2009.
4. Спиридонов Ю.Я., Хохлов П.С., Шестаков В.Г. Антидоты гербицидов // *Агрохимия*. 2009. № 4. С. 81-91.
5. Яблоцкая Е.К., Котляров В.В., Федуров Ю.П. Антидоты гербицидов сельскохозяйственных культур // *Научный журнал КубГАУ*. 2013. №94 (10). С.1-17.
6. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, М., 2015, 735с.
7. Халиков С.С., Голубев А.С., Чкаников Н.Д., Коротов Н.А., Спиридонов Ю.Я. Инновационные протравители с антидотным действием // *Агрохимия*, 2017, №4, С.22-25.
8. Халиков С.С., Чкаников Н.Д., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П. Новый препарат для предпосевной обработки семян с комплексной защитой от болезни и остатков гербицидов в почве // *Агрохимия*. 2016. № 6. С. 39-45.
9. Захаренко В.А. Тенденции развития нанобиогосанитарии в защите растений // *Защита и карантин растений*. 2009. № 5. С. 13-17.
10. Grillo R., Abhilash P. C., Fraceto L. F. Nanotechnology applied to bio-encapsulation of pesticides. *J. Nanosci. Nanotechnol*, 2016. Vol.16, P.1231–1234.
11. Халиков С.С., Душкин А.В., Давыстов Р.Д., Евсеев В.И. Создание инновационных фунгицидных средств на основе тебуконазола с привлечением механохимических процессов // *Фундаментальные исследования*, 2013г. №10. часть 12. С. 2695-2700.
12. Патент РФ №2585858 (2015). Композиция для предпосевной обработки семян. / Халиков С.С., Чкаников Н.Д., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П. Опубл. 10.06.2016, Бюлл. №16.
13. Селюткина О.Ю., Халиков С.С., Поляков Н.А. Сравнение проникновения компонентов протравителя методом ядерного магнитного резонанса // *Агрохимия*, 2017, №4, с. 90-93.