

ячменя. 2. Наибольший эффект по сумме показателей наблюдался при использовании в технологии возделывания ячменя нанопрепарата на основе кобальта.

Литература

1. Третьяков Н.Н., Ягодин Б.А., Туликов А.М. и др. Агрономия. /Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Академия, 2004. – 480 с. 2. Кубеев Е.И., Смелик В.А. Технологии и технические средства по предпосевной обработке семян сельскохозяйственных культур. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2011. – 209 с. 3. Полищук С.Д., Назарова А.А., Азизбекян С.Г., Домаш В.И. Биологическая эффективность нанопорошков и коллоидов // Нанотехника. - 2013. - №4 (36). - С. 69-70. 4. Polishuk

S.D., Nazarova A.A., Kutsir M.V., Churilov D.G., Ivanycheva Y.N., Kiryushin V.A., Churilov G.I. /Ecologic-Biological Effects of Cobalt, Copper, Copper Oxide Nano-Powders and Humic Acids on Wheat Seeds. // Modern Applied Science. - 2015, vol.9, No.6.- pp 354-364. 5. Чурилов Г.И., Иваницева Ю.Н., Полищук С.Д., Назарова А.А., Куцкир М.В., Чурилов Д.Г. Эколого-биологическое влияние нанопорошков меди и оксида меди на фитогормоны вики и пшеницы яровой // Нанотехника. - 2013. - №4 (36). – С. 43-46. 6. Федоренко В.Ф., Ерохин М.Н., Балабанов В.И. и др. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе. – М.: Росинформротех, 2011. – 312 с.

NANOPREPARATIONS BASED ON IRON AND COBALT IN THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF MALTING BARLEY YAROMIR

A.A. Nazarova, Ryazan State Agrotechnological University, ul. Kostycheva 1, Ryazan, 390044 Russia
E-mail: Nanocentr-APK@yandex.ru

The paper presents the results of research on malting barley Yaromir carried out in the Ryazan region in 2013–2015. Effect of biologically active preparations on the basis of iron and cobalt nanopowders on the physiological, biochemical, and productive parameters of barley plants under production conditions—germination, height and weight of plants and roots, elements of yield structure, yield, and chemical composition of grain—was shown. The best result was observed when a preparation with cobalt nanopowder was used: the roots mass of growing test plants increased by 31.8%, the grain yield increased by 1.8%, and the protein content in grain decreased by 0.67% compared to control. Field tests of the effectiveness of nanopreparations based on iron and cobalt in the production technology of brewing barley under conditions of the Central Nonchernozemic zone of Russia showed that cobalt nanoparticles have the highest efficiency, which gives background for further research of a biological product (plant growth stimulant) and its implementation into production.

Keywords: malting barley, iron and cobalt nanopowders, nanopreparations, yield, protein.

УДК 632.95.002:543

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ В МЕСТАХ ХРАНЕНИЯ УСТАРЕВШИХ ПЕСТИЦИДОВ

М.И. Лунёв, д.б.н., Г.С. Трунова, Л.Ю. Чиликина, Д.Л. Кочеткова, М.А. Прохорова, ВНИИА

Показаны возможности образования запасов устаревших пестицидов в местах хранения пестицидных препаратов и их потенциальная и реальная опасность для окружающей среды. Рассмотрены основные мероприятия, реализуемые при оценке эколого-токсикологического состояния агроэкосистем в местах хранения устаревших пестицидов. Отмечена необходимость формирования перечня приоритетных пестицидов при проведении их мониторинга, а также контроля продуктов трансформации и детоксикации персистентных препаратов. Особое внимание обращено на пестициды, относящиеся к стойким органическим загрязнителям. Приведены результаты обследования территорий, прилегающих к складам пестицидов. Рассмотрены рекомендации по методам ремедиации загрязненных остатками пестицидов почв и их использованию в зависимости от категории загрязнения.

Ключевые слова: пестициды, устаревшие препараты, места хранения, мониторинг, агроэкосистемы, ремедиация почв.

Одной из глобальных экологических проблем, возникающих в процессе сельскохозяйственного производства, является негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека пестицидов - химических препаратов, предназначенных для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями как непосредственно в сельском хозяйстве, так и в ряде других отраслей - лесное хозяйство, санитарно-эпидемиологический надзор и др.

Наряду с очевидным положительным эффектом со временем стали проявляться и отрицательные последствия широкого применения химических средств защиты растений: накопление их остатков в почве, водоемах, возникновение устойчивых к пестицидам популяций вредных организмов, появление новых экономически значимых видов вредителей, губительное действие на представителей полезной флоры и фауны, потенциальная угроза здоровью человека, нарушение естественных биоценозов и т.д. [1, 2]. Пестициды и близкие им соединения, в большинстве своем типичные ксенобиотики, составляют от 3 до 5% общего количества различных химических соединений, являющихся продуктами хозяйственной деятельности человека и выявленных в окружающей природной среде [3]. В этой связи возникла необходимость всестороннего изучения экотоксикологии пестицидов и принятия мер по контролю и охране биосферы и здоровья человека. Важный инструмент в решении этих задач - мониторинг окружающей среды в целом и отдельных ее компонентов, в том числе относящихся к сфере сельскохозяйственного производства. В практическом плане на современном этапе постановка задачи соответствует реализации Указа президента РФ от 7 июля 2011 г. «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и перечня критических технологий РФ», п. 19 «Перечня критических технологий РФ» – «Технология мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения».

Особое место в комплексе эколого-токсикологических и организационно-хозяйственных проблем, связанных с применением пестицидов в сельскохозяйственном производстве, занимает проблема сохранения, утилизации и ликвидации запасов устаревших пестицидов. Последние можно разбить на две категории: устаревшие физически и устаревшие юридически. К первой категории относятся препараты, которые разрешены к применению, но их качество и состояние претерпели (или могли претерпеть) изменения в связи с истечением сроков реализации, нарушением режима хранения и (или) сохранности упаковки. Вторую категорию образуют препараты, применение которых в сельскохозяйственном производстве или другой отрасли хозяйства запрещено в законодательном порядке. В случаях нарушения или отсутствия упаковки и этикеток по устаревшим пестицидам, отнесение их к той или иной категории возможно лишь после проведения идентификации неустановленного препарата [4].

Места хранения (а также захоронения) устаревших пестицидов представляют потенциальную опасность для окружающей среды и человека, так как происходят миграция остатков пестицидов вследствие вымывания, улетучивания и других процессов за пределы этих мест и последующая циркуляция токсикантов в экосистемах и по трофическим цепям. Такие места являются типичным примером точечных источников (в ряде случаев весьма интенсивных) загрязнения окружающей среды ксенобиотиками.

Острота проблемы в значительной степени определяется и тем обстоятельством, что ряд устаревших пестицидов, в первую очередь хлорорганических препаратов (ДДТ, ГХЦГ, альдрин, дильдрин, гептахлор и др.), отнесен к стойким органическим загрязнителям (СОЗ). Работы по ним в последние годы интенсивно проводятся международным сообществом [5]. В настоящее время препараты, относящиеся к группе хлорорганических, в сельскохозяйственном производстве России не используют. Однако, значительные масштабы производства и применения хлорорганических пестицидов в 60-80-е годы привели к тому, что на складах устаревших пестицидов и в местах их захоронения они присутствуют в больших количествах. Их потенциальная эколого-токсикологическая опасность, наряду с другими пестицидами, остается высокой.

Решение проблемы устаревших препаратов предполагает проведение целого комплекса мероприятий, в ходе которых устанавливают статус и состояние таких пестицидов и определяют последующий порядок действий с ними. Обязательным этапом в решении этой проблемы являются изучение воздействия и оценка эколого-токсикологического состояния окружающей среды и возможных объектов сельскохозяйственного производства, прилегающих к местам хранения таких пестицидов.

Работы по этому этапу, в соответствии с основными положениями мониторинга состояния окружающей среды [6], заключаются в следующем:

1. Дается эколого-токсикологическая и санитарно-гигиеническая оценки объектов хранения устаревших пестицидов и ассортимента хранимых препаратов.
2. Осуществляется эколого-токсикологический контроль окружающей среды на разных стадиях проведения работ с устаревшими пестицидами и возможного последствия их остатков на окружающую среду.

3. Реализуются мероприятия по предотвращению поступления устаревших пестицидов в окружающую среду и непосредственного их воздействия на отдельные её объекты и среды, а также при необходимости осуществляются меры по реабилитации загрязненных природных объектов.

В качестве критериев комплексной оценки экологической опасности объектов, используемых для хранения пестицидов, применяют следующие показатели: материально-техническое состояние объекта, содержимое склада и условия его хранения, расположение склада относительно населенных пунктов, водных объектов и объектов сельскохозяйственного назначения.

В качестве примера приведём данные за 2010 г. о состоянии всех (140) объектов, расположенных в Рязанской области, на которых хранились устаревшие пестициды.

<i>Состояние объекта</i>	<i>Доля от общего количества, %</i>
Высокий уровень качественной и количественной сохранности препаратов	20
Помещения с различной степенью разрушения	65
Продукция размещена под открытым небом	15

Кроме того, установлено, что около 20% тарных единиц, представленных металлическими бочками, канистрами, барабанами, имели нарушения целостности, что приводило к вытеканию жидких препаратов; 25-30% объема порошковидных препаратов хранились без упаковки в смесях или разрушенной таре. Эти данные показывают, что 4/5 всех складов и приспособленных помещений на период, когда работы по инвентаризации и утилизации устаревших препаратов еще не начинались, были реальными источниками поступления в окружающую среду токсикантов в виде действующих веществ пестицидов и продуктов их разложения.

При формировании общей характеристики объекта хранения устаревших пестицидов, которая отражала бы его потенциальную опасность для окружающей среды и человека, следует использовать исходную информацию по сохраняемым пестицидным препаратам:

1. Физико-химические свойства пестицидов.
2. Характеристика действующих веществ пестицидов, относящихся к стойким органическим загрязнителям.
3. Перечень пестицидов, относящихся к стойким и очень стойким в почве веществам.
4. Характеристика пестицидов по способности к миграции в почве.
5. Характеристика пестицидов по растворимости в воде.

Общая схема проведения обследования объекта (склада, приспособленного помещения) на возможность реального негативного воздействия на окружающую среду, в частности на агрофитоценозы, должна соответствовать принципам агроэкологического мониторинга объектов сельскохозяйственного назначения [7] и унифицированной методике по контролю уровней и изучению динамики содержания пестицидов в почве и растениях [8]. При проведении обследования территории склада отбирают пробы почвы, пыли, растительности, донных отложений (при наличии отстойников и стоков), при необходимости – смывы со стен и пробы воздуха. В ходе обследования территории, прилегающей к

складам, отбирают пробы почвы, растений (культурные и сорные), воды, донных отложений. При наличии дополнительных программ может проводиться отбор проб воздуха.

При организации обследования важную роль играет перечень пестицидов, остатки которых целесообразно контролировать в исследуемых объектах. В связи с тем, что ассортимент пестицидов, хранящихся в складе, может быть достаточно большим, необходимо сделать выборку препаратов, которые следовало бы контролировать в первую очередь.

При наличии информации об устаревших пестицидах, хранящихся на складе, может быть составлен перечень приоритетных пестицидов для проведения контроля за содержанием их остаточных количеств в инфраструктуре склада и природных объектах прилегающей территории. К таковым следует отнести: персистентные хлорорганические пестициды, способные длительное время сохраняться в объектах окружающей среды и мигрировать по различным экологическим и биологическим цепям; персистентные гербициды, способные оказывать фитотоксическое последствие на сельскохозяйственные культуры в севооборотах; препараты различных классов, сохраняющиеся в местах их хранения и захоронения в макроколичествах (десятки килограммов и более).

Хранение пестицидов сопровождается трансформацией их действующих веществ под влиянием различных физических, химических и биологических факторов. При этом могут образовываться продукты разложения, которые наряду с исходным веществом обладают токсическими свойствами и часто проявляют высокую персистентность. Например, специальным исследованием было показано, что по истечении 25 лет хранения 10%-ного препарата ДДТ на складе образовались его стабильные метаболиты *p,p'*-ДДЭ и *p,p'*-ДДД. При этом содержание ДДТ снизилось с 10 до 6,7%, а доля метаболитов составила 1,3 и 2% соответственно.

Таким образом, при планировании перечня контролируемых токсикантов в список необходимо включать не только приоритетные пестициды, но и продукты их трансформации, которые в силу своих характеристик могут оказывать негативное пролонгированное действие на окружающую среду.

Для проведения аналитических работ используют, как правило, физико-химические методы и официальные методики анализа [9].

Результаты аналитического контроля подвергаются обработке, оценке (как правило, с использованием нормативов допустимого содержания токсиканта в контролируемом объекте) и обобщению. Степень обобщения зависит от поставленной задачи. Оно может проводиться как для отдельного объекта, так и для группы объектов (например, объекты отдельного района, нескольких районов, области и т.д.). Результаты одного из таких обобщений представлены в таблице 1. Из данных, приведенных в таблице, следует, что в четырех районах Тюменской области из пятнадцати среднее значение содержания остатков хлорорганических пестицидов превышает норматив (*выделено жирным шрифтом*), причем кратность превышения достигает 10. Склады, расположенные в этих районах, требуют повышенного внимания при проведении контроля прилегающих территорий в будущем.

1. Содержание токсикантов в почвах территорий, прилегающих к складам пестицидов и агрохимикатов в Тюменской области (в среднем за 2002-2005 гг.), мг/кг

Район	Hg	As	ХОП	ФОП
Тобольский	4,2025	5,1455	10,5100	0,0056
Вагайский	0,2679	4,2286	9,2876	0,1627
Ярковский	0,0555	2,9225	2,4762	0,0017
Тюменский	4,5205	4,3585	0,0173	0,0071
Исетский	0,1059	4,7775	0,0074	0,0010
Юргинский	0,0251	5,6688	0,0254	0,0010
Аромашевский	0,3311	5,7458	0,0020	0,0021
Ялуторовский	1,433	2,5167	0,3491	0,0034
Упоровский	0,1020	5,6081	0,0499	0,0042
Викуловский	1,0697	3,0738	0,0044	0,0018
Сорокинский	0,0230	3,5500	0,0054	0,0010
Голышмановский	0,5286	4,6086	0,0006	0,0042
Абатский	0,0301	3,3200	0,0049	0,0010
Сладковский	0,0933	3,9438	0,0152	0,0010
Казанский	0,0243	3,1013	0,0032	0,0034

Примечание. ХОП и ФОП, соответственно, хлор- и фосфорорганические пестициды.

Результаты аналитического контроля почв и других природных объектов позволяют не только оценивать уровни загрязнения этих объектов, но и разрабатывать рекомендации по их дальнейшему использованию в тех или иных целях. Так, уровни загрязнения почвы ранжируются в зависимости от кратности превышения норматива допустимого содержания пестицида или группы пестицидов (табл.2). Одновременно для каждой категории почв предлагаются рекомендации, которые можно использовать без ограничений или, при повышенных уровнях загрязнения, целевое использование с определенными ограничениями. В последнем случае возможна также процедура ремедиации почвы путем применения отдельных приёмов или их комплекса.

2. Оценка уровней загрязнения почв сельскохозяйственных остаточными количествами пестицидов и рекомендации по их использованию в зависимости от степени загрязнения

Категория загрязнения	Содержание в почве, мг/кг	Рекомендации по использованию почв
Чистая	До ПДК	Использование без ограничений
Допустимая	От 1 до 2 ПДК	Использование без ограничений, исключая объекты повышенного риска
Опасная	От 2 до 5 ПДК	Отдельные приемы ремедиации или ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м.
Чрезвычайно опасная	> 5 ПДК	Комплекс приемов ремедиации или вывоз и утилизация на специализированных полигонах

Эффективность наиболее простых и доступных способов обработки почвы с целью их ремедиации показана в таблице 3. Из данных, приведенных в этой таблице, следует, что наибольший эффект дает обработка почвы, загрязнённой персистентными пестицидами, хлорной или негашеной известью. При этом фактор ремедиации действует более глубоко, когда степень загрязнения почвы ниже. Это наглядно видно при сопоставлении данных о снижении уровня загрязнения почвы под складом и на расстоянии 5 м от склада.

3. Снижение уровня загрязнения почвы остаточными количествами пестицидов в течение трех лет при использовании различных способов её обработки, %

Способ обработки почвы	Место отбора проб почвы					
	Под складом			Территория (5 м от склада)		
	ДДТ	ГХЦГ	Симазин	ДДТ	ГХЦГ	Симазин
Без обработки	34,5	49,8	40,9	35,7	54,5	57,8
Перекопка с оборотом пласта	48,4	60,6	51,8	52,4	64,8	58,0
Обработка хлорной известью без перекопки	83,8	89,0	84,9	81,7	88,6	86,0
Обработка негашеной известью без перекопки	64,5	90,7	81,6	70,4	92,4	84,1

На основании многочисленных данных, полученных по результатам эколого-токсикологического мониторинга сельхозугодий, прилегающих к местам хранения и захоронения пестицидов (в том числе и устаревших), были сформулированы некоторые общие закономерности и тенденции:

1. В почвах, прилегающих к местам хранения и захоронения пестицидов, остатки большинства из них сохраняются в течение нескольких, а иногда и десятков лет. Превышение нормативов допустимого содержания отмечено в основном для хлорорганических препаратов в почвах на территории складов и в местах, прилегающих к могильникам. Наряду с ДДТ и ГХЦГ присутствуют метаболиты ДДЭ и ДДД и изомеры гексахлорциклопексана.

2. Наблюдается как вертикальная (в большей мере), так и горизонтальная (в меньшей мере) миграции остатков пестицидов. Характер миграции в значительной степени зависит от физико-химических свойств пестицида (прежде всего, растворимости в воде) и рельефа местности. Водотоки (реки, ручьи) способствуют миграции пестицидов по их руслам и накоплению остатков в донных отложениях.

3. В большинстве случаев в результате миграции пестициды поступают в грунтовые воды, существенно снижая их качество. Негативное влияние на качество воды является фактором длительного действия.

Таким образом, решение проблемы устаревших пестицидов, направленное в конечном итоге на снижение и предотвращение их негативных экологических и токсиколого-гигиенических воздействий, должно включать комплекс различных мер и действий, в том числе, обязательное проведение всестороннего контроля состояния природной среды, возделываемой сельскохозяйственной

продукции и питьевой воды в местах, прилегающих к точечным источникам потенциального и реального воздействия таких пестицидов на окружающую среду.

Выводы. 1. Места хранения устаревших пестицидов (МХУП) следует рассматривать как импактный источник техногенного загрязнения окружающей среды.

2. Обследование и эколого-токсикологический контроль таких мест проводят в соответствии с методологией и методикой импактного мониторинга.

3. Общая оценка состояния МХУП включает его эколого-токсикологическую и санитарно-гигиеническую оценки, а также экологический контроль окружающей среды и возможное последствие остатков пестицидов на окружающую среду.

4. Критерии комплексной оценки экологической опасности МХУП предусматривают: материально-техническое состояние объекта, его содержимое и условия хранения, расположение относительно населенных пунктов, водных объектов и объектов сельскохозяйственного назначения.

5. Содержание токсикантов в почве и других природных объектах оценивают с использованием нормативов допустимого количества и с учётом других определяющих параметров: розы ветров, рельефа местности, коэффициентов перехода между средами и др.

6. Мероприятия по предотвращению поступления устаревших пестицидов в окружающую среду и рекультивации почв сопровождаются проведением эколого-токсикологического контроля и прогнозированием состояния МХУП в зависимости от различных факторов.

Литература

1. Brown A.W.A. Ecology of pesticides. N.Y.: J.Wiley and Sons, 1987. 525 p.
2. Лунёв М.И. Пестициды и охрана агрофитоценозов. - М.: Колос, 1992. - 269 с.
3. Соколов М.С., Монастырский О.А., Пикушова Э.А. Экологизация защиты растений. - Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. - 462 с.
4. Лунёв М.И. Эколого-токсикологические аспекты проблемы устаревших пестицидов // Вестник РУДН. Сер. «Экология и безопасность жизнедеятельности». - 2002. - № 6. - С.13-19.
5. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях. С поправками, внесенными в 2009 году. Текст и приложения. www.pops.int; www.dokipedia.ru/document/5201048; www.gosbook.ru/node/26293.
6. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. - М.: Гидрометеоиздат, 1984. - 560 с.
7. Система агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения / Сычёв В.Г., Ефремов Е.Н., Лунёв М.И., Кузнецов А.В. - М.: Россельхозакадемия, 2006. - 79 с.
8. Методические указания по контролю уровней и изучению динамики содержания пестицидов в почве и растениях / Лунёв М.И., Ладонин В.Ф., Головань А.М. - М.: Агропромиздат, 1985. - 58 с.
9. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. В 2-х т/ Под ред. М.А.Клишенко. - М.: Агропромиздат, 1992. - 413 с.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL-TOXICOLOGICAL STATUS OF AGROECOSYSTEMS AT THE STORAGE SITES OF OBSOLETE PESTICIDES

M.I. Lunev, G.S. Trunova, L.Yu. Chilikina, D.L. Kochetkova, M.A. Prokhorova, Pryanishnikov All-Russian Research Institute of Agrochemistry ul. Pryanishnikova 31A, Moscow, 127550 Russia

Possibility of forming obsolete pesticide reserves on the storage sites of pesticide preparations and their actual danger for the environment are shown. The main measures undertaken at the assessment of the ecological-toxicological state of agroecosystems on the storage sites of obsolete pesticides are considered. Need for the formation of a list of priority pesticides in the course of their monitoring, as well as the control of the transformation and detoxification products of persistent preparations, is noted. Special attention is paid to pesticides from the class of persistent organic pollutants. Results of the survey of areas adjacent to pesticide stores are presented. Recommendations for the methods of remediation of soils contaminated with residual pesticides and their use depending on the contamination category are considered.

Keywords: pesticides, obsolete preparations, storage sites, monitoring, agroecosystems, soil remediation.