

## **ПРОБЛЕМЫ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ПРЕДМЕТ ИХ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОРГАНИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И ДЕТОКСИКАЦИИ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПЕСТИЦИДАМИ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ**

**Новиков Н.Н., Митрофанов С.В., Грачев Н.Н., Варфоломеева М.М., Денисова М.Э.**

Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, г. Рязань, Российская Федерация

**Аннотация.** На основе анализа статистических ежегодников «состояние загрязнения почв и объектов природной среды Российской Федерации пестицидами и токсикантами промышленного происхождения», анализа заболеваемости работников и населения от воздействия на них остаточными пестицидами и тяжелыми металлами обоснована необходимость оценки загрязненности почв для целей органического земледелия в соответствии с требованиями статьи 9 Федерального закона от 03.08.2018г. № 280-ФЗ «Об органической продукции и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Для оценки предлагается цифровая технология в управлении экологической безопасностью и охраной труда в сельском хозяйстве, разработанная учеными ИТОСХ – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Решение проблем детоксикации почв загрязненных тяжелыми металлами и остаточными пестицидами, выявленных при оценке предлагается решать с использованием имеющегося отечественного и зарубежного опыта различными методами: физическими, физико-химическими, биологическими.

**Ключевые слова.** Загрязнение почв, остаточные пестициды, тяжелые металлы, оценка, детоксикация.

## **PROBLEMS OF AGROECOLOGICAL ASSESSMENT OF LAND PLOTS FOR THEIR SUITABILITY FOR ORGANIC PRODUCTION AND DETOXIFICATION OF SOILS CONTAMINATED WITH PESTICIDES AND HEAVY METALS**

**Novikov N.N., Mitrofanov S.V., Grachev N.N., Varfolomeeva M.M., Denisova M.E.**

All-Russian Research Institute of Agricultural Mechanization of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Ryazan, Russian Federation

**Annotation.** Based on the analysis of statistical yearbooks "state of contamination of soils and objects of the natural environment of the Russian Federation with pesticides and toxicants of industrial origin", analysis of the incidence of workers and the population from exposure to residual pesticides and heavy metals, the need to assess soil contamination for organic farming purposes in accordance with the requirements of article 9 of the Federal law of 03.08.2018 No. 280-FZ "on organic products and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation" is justified. For evaluation, a digital technology is proposed in the management of environmental safety and labor protection in agriculture, developed by scientists of the ITOSH-branch of the FGBNU FNAC VIM. It is proposed to solve the problems of detoxification of soils contaminated with heavy metals and residual pesticides identified during the assessment using the available domestic and foreign experience by various methods: physical, physical-chemical, and biological.

**Keywords.** Soil pollution, residual pesticides, heavy metals, assessment, detoxification.

**Введение.** Федеральный закон № 280-ФЗ от 03.08.2018г. «Об органической продукции и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», вступивший в действие с 01.01.2020г., требует чтобы в соответствии со статьей 9, при производстве органической продукции производители соблюдали условия, одно из которых гласит: осуществлять производство без применения агрохимикатов, пестицидов, антибиотиков, гормональных препаратов [1].

Посмотрим какие возможности имеются в сельском хозяйстве России для реализации этого закона. Анализ данных статистических ежегодников [2,3] позволяет заключить что в 2018г. обследована площадь на предмет загрязнения пестицидами организациями Росгидромета в размере 37 тыс. га или 0,039 % от 79 млн. га имеющихся сельхозугодий [4], организациями Россельхознадзора в размере 231,4 т.га или 0,292 % сельхозугодий.

Материалы обследований Росгидромета в 2018 г. свидетельствуют о том что почв загрязненных пестицидами превышающими гигиенические нормативы на 1,6 % весной, 1 % осенью ( в 2017г. 7,1 % весной и 2,2 % осенью, в 2016 г. 8,6 % весной и 3,9 % осенью).

Эти выборочные обследования весьма ограничены и не отражают истинного положения. По другим данным допустимая концентрация пестицидов превышена на 90 % площадей Волгоградской и Иркутской областей, на 64 % Краснодарского края, на 15 % площадей Центрально-Черноземного района и в Новосибирской области: в отдельных зонах превышение составляет от 20 до 192 ПДК [5]. Поэтому необходимо более масштабное обследование и оценка загрязнения сельхозугодий остаточными пестицидами.

В 1979 – 2018 г.г. организациями Росгидромета и другими организациями обследованы почвы на установление массовых долей токсикантами промышленного происхождения в районах 300 населенных пунктов.

В почвах и других компонентах природной среды было замерено содержание тяжелых металлов: алюминия, железа, кадмия, ртути, свинца, хрома, олова, цинка и др.

Максимальные уровни массовых долей тяжелых металлов (ТМ) в почвах, превышающие фоновые на несколько порядков, отмечены в промышленной и ближней зонах радиусом 5 км вокруг источника. По мере удаления от источника загрязнения массовые доли ТМ уменьшаются и на расстоянии 10 км и более в зависимости от мощности источника и региональных особенностей приближаются к фоновым.

Опасное загрязнение почв тяжелыми металлами обнаружено на 1,7 % обследованных в 2010 – 2018г.г. населенных пунктов, к умеренно опасной – 7,8 %[3].

Загрязнения почв пестицидами и тяжелыми металлами, поступая по трофическим цепям в организм человека, ведут к профессиональным заболеваниям работников и наносят немалый ущерб их здоровью.

Цель исследования. Обоснование оценки загрязнения почв остаточными пестицидами и тяжелыми металлами сельхозугодий и обзор методов и способов их детоксикации.

Задачи исследования. Анализ литературных источников и обобщение опыта собственных исследований и разработка предложений для практики.

**Результаты исследований.** Экологическая ситуация 15 % территорий России характеризуется как чрезвычайная или кризисная. Площадь территорий, на которых существует возможность химического загрязнения, составляет около 300 тыс. кв. км с населением 59 млн. человек [6].

Международное агенство по изучению рака в марте 2015г. опубликовало результаты тестирования сельскохозяйственных химикатов из класса фосфорорганических соединений [7,8]. Соединения тетрахлорвинфос и паратион – получили оценку «возможно канцерогенные для человека» и отнесены к категории 2В. Малатион, диазинон и глифосат – были отнесены как «вероятно канцерогенные для человека» и отнесены к категории 2А.

Европейское химическое агенство, Европейское агенство по безопасности еды и Американское агенство по защите окружающей среды признают активно применяемый гербицид глифосат безопасным [9]. В тоже время Агенство защиты окружающей среды США назвало глифосат «исключительно долгоживущим».

Глифосат был найден в водных источниках после его применения в сельском хозяйстве. После опубликования информации о возможной канцерогенности глифосата в США было подано более одиннадцати тысяч исков против компании, производящей гербицид «Раундап» [10]. В 2018г. был создан прецедент и как минимум в двух случаях были удовлетворены иски о денежной компенсации применявшими Раундап фермерами с онкологическими заболеваниями [11].

В России ранее глифосат был включен в перечень веществ, не подлежащих обязательному контролю в продукции и объектах окружающей среды [12]. В настоящее время Роспотребнадзором осуществляется программа по оценке опасности этого вещества.

Учеными института технического обеспечения сельского хозяйства – филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработаны «Цифровые технологии в управлении экологической безопасностью и охраной труда в сельском хозяйстве» [13], в которых реализована на примере ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области оценка загрязнения почв остаточными пестицидами, тяжелыми металлами, а также оценка влияния применения минеральных удобрений на экологию окружающей среды.

Разработанные технологии включают 9 блоков (рис.1) и предназначены для оценки и управления следующими процессами в сельском хозяйстве: загрязнением почв пестицидами, агрохимикатами и тяжелыми металлами; балансом азота, фосфора и калия, обеспечивающим охрану окружающей среды; нагрузкой скота на пастбищные угодья, соотношением стабилизирующих и дестабилизирующих факторов; опасностью отходов и побочных продуктов; производством экологически безопасной продукции; условиями труда на рабочем месте; уровнем инвестиций в охрану

труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции; уровнем экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения.

Данная технология может стать основой для углубленного исследования проблем загрязнения сельхозугодий России с дальнейшей разработкой методов и способов детоксикации.

Современное состояние проблем детоксикации остаточных пестицидов и тяжелых металлов в почвах в России и за рубежом представлено в обзоре [14]. В данной работе рассмотрены физические, физико-химические и биологические способы детоксикации.

К физическим факторам относят поглощение биоцидов высокодисперсными минералами и органическими почвенными коллоидами. К физическим факторам детоксикации относят также улетучивание и тепловое разложение. Разложение токсиканта усиливается с повышением температуры.

Из физико-химических факторов основным является фоторазложение путем воздействия длинноволновыми ультрафиолетовыми лучами солнечной радиации.



Рисунок 1 – Блок-схема подсистемы управления экологической безопасностью и охраной труда в сельхозпредприятиях

Под действием коротковолновой солнечной радиации многие фенолы способны превратиться в гидрохинон и пирокатехин, которые могут гидроксिलироваться до тетраоксисбензола, который в результате окислительного конденсирования может превращаться в стабильные полимеризованные менее токсичные продукты.

Химические преобразования пестицидов в почве и водной среде представляют собой гидролитические и окислительные процессы. Значительную роль в химическом разложении пестицидов играют гуминовые кислоты, смолы, пигменты, антибиотики, витамины.

Биологическое превращение и разложение пестицидов в почве идет путем микробиологической детоксикации, которая является главным фактором детоксикации почв. Активизация микробиологической деятельности способствует снижению ядохимикатов в почвах. Хорошие условия для развития микроорганизмов в почвах ускоряют биологическую детоксикацию пестицидов.

Проблемы оценки загрязнения почв пестицидами и тяжелыми металлами и их детоксикации требуют дальнейшего развития, так как обширные территории сельскохозяйственных угодий нашей страны слабо обследованы, актуальны вопросы снижения выбросов тяжелых металлов промышленными предприятиями, поиска и разработки новых методов детоксикации почв от загрязнения пестицидами и тяжелыми металлами.

Для борьбы с сорняками ученые предложили использовать низкоэнергетическое инфракрасное излучение лазера для стерилизации семян сорняков, а для поражения листьев сорняков облучение короткими лазерными импульсами [15,16].

Самым же радикальным способом снижения остаточных количеств пестицидов в почве будет отказ от их применения или сокращения доз путем использования ультрамалообъемного опрыскивания в виде мелких капель, что значительно токсичнее для вредных насекомых, чем в виде крупных капель, а также способствует экономии расходов на пестициды и уменьшению загрязнения почв.

**Выводы.** Активизировать процессы детоксикации пестицидов и тяжелых металлов в почве можно лишь при детальном знании их свойств и факторов, определяющих эти процессы. Отсюда меры защиты почв от накопления ядохимикатов и промышленных токсикантов основываются на детальном изучении свойств почв и поведения токсикантов, их биологической активности, погодноклиматических, агротехнических, и прочих условий. В каждом конкретном случае должны разрабатываться свои методы и рекомендации по обезвреживанию пестицидов в почвах.

#### Список использованных источников

1. Федеральный закон № 280-ФЗ «Об органической продукции и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» принят Государственной Думой 25 июля 2018 г.
2. Ежегодник «Состояние загрязнения пестицидами объектов природной среды Российской Федерации в 2018 году». – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2019. -87с.
3. Ежегодник «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2018 году». – Обнинск: ФГБУ «НПО «Тайфун», 2019. -118с.
4. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года: в 8 томах / Федеральная служба государственной статистики. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2018. том 4, книга 1.
5. Новиков Н.Н., Сорокин Н.Т., Грачев Н.Н., Машков И.С., Денисова М.Э., Никитин В.С., Варфоломеева М.М., Евтюхин В.Ф. Модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельском хозяйстве в условиях развития органического земледелия// Юг России: экология, развитие. 2019.т.14, №2 с. 99 – 119.DOI: 10.18470/1992- 1098-2019-2-99-119.
6. Шаброс А.В., Чащин В.П., Нагорный С.В., Маймуков В.Г. Методология системной медико-экологической экспертизы по установлению связи заболеваний химической этиологии среди населения с воздействием на организм вредных факторов окружающей среды // Вестник Санкт – Петербургской государственной медицинской академии имени и.И. Мечникова. - 2003, №3.- С.13-19.
7. Популярное средство от сорняков признали канцерогеном среды [Электронный ресурс]. Вести.ru [сайт] URL [http:// www.vesti.ru/dos.html?id=2455425](http://www.vesti.ru/dos.html?id=2455425)
8. Состояние загрязнения пестицидами объектов природной среды Российской Федерации в 2015 году. Ежегодник. – Обнинск, 2016. 71 с.
9. Говорят, средство от сорняков, популярное у российских дачников, вызывает рак. Оно действительно так опасно? [Электронный ресурс]. Meduza [сайт] URL <https://meduza.io/cards/govoryat-sredstvo-ot-sornyakov-populyarnoe-u-rossiyskih-dachnikov-vyzyvaet-rak-ono-deystvitelno-ochen-opasno>
10. Миф о безопасности гербицидов разрушен. Ученые призывают ужесточить нормы [Электронный ресурс]. РИА новости [сайт] URL <https://ria.ru/20190406/1552398969.html>
11. Рак из-за гербицида. Суд в США обязал выплатить супружеской паре \$2 млрд. [Электронный ресурс]. BBC news. Русская служба [сайт]. URL <https://www.bbc.com/russian/news-48263588>
12. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2004 год. – М., 2004 (Приложение к журналу «Защита и карантин растений». № 5, 2004).
13. Цифровые технологии в управлении экологической безопасностью и охраной труда в сельском хозяйстве / под рук. Новикова Н.Н.; авторский коллектив: Н.Т. Сорокин, С.В. Митрофанов, Н.Н. Грачев, А.В. Денисов, И.С. Машков, М.Э. Денисова, М.М. Варфоломеева, В.Б. Любченко, С.А. Белых, В.С. Никитин, Е.В. Пестряков, К.Н. Сорокин, А.Е. Морозов; ИТОСХ – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.- Рязань-Москва, 2019.-222с.
14. Грачев Н.Н., Варфоломеева М.М., Денисова М.Э. Проблемы детоксикации остаточных пестицидов и тяжелых металлов в почвах.[текст]/ Н.Н. Грачев, М.М. Варфоломеева, М.Э. Денисова// Техническое обеспечение сельского хозяйства.-2019.-№1(1), С.167-174.
15. Сжечь под корень!: Крестьянский лазер// Популярная механика №2, 2020г.
16. В Германии создали систему уничтожения сорняков лазером. Агропортал [pesticidov.net/8795/](http://pesticidov.net/8795/)

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.