

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

УДК 632.95

**ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ПЕСТИЦИДАМИ
И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Смирнова П.С., Тихомирова В.В.

*ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича
и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: poliinchiik888@gmail.com*

На сегодняшний день глобальной экологической проблемой является повсеместное ухудшение параметров всех составляющих окружающей среды, в том числе почвы, под влиянием усиливающегося антропогенного воздействия и повышающегося общего уровня загрязнений разной природы. Основным источником загрязнения почвы являются пестициды. С ростом сельскохозяйственного производства эти химические соединения все чаще используют, даже не задумываясь о последствиях, которые могут произойти с почвой нашей планеты. Пестициды относятся к токсичным веществам и являются препаратами для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений. Многие пестициды являются тератогенными, мутагенными, аллергенными и канцерогенными соединениями. Кроме того, проникая в почву, они начинают изменяться или разлагаться, накапливаться и оказывать косвенное пагубное воздействие на здоровье растений, животных и людей. Массовое загрязнение почвы пестицидами прежде всего является причиной снижения качества сельскохозяйственной продукции. Несмотря на проводимые в настоящее время разработки более экологичных веществ для защиты растений, в ближайшей перспективе эту задачу будет невозможно решить без использования химических веществ. В связи с этим одной из основных задач работников сельского хозяйства является внедрение и использование мер и методов по предотвращению негативного последствие пестицидов, к которым относятся подбор рациональных и эффективных дозировок препаратов и сокращение объемов использования наиболее токсичных препаратов.

Ключевые слова: пестициды, почва, способы защиты, очистка почвы, загрязнение почвы

**THE PROBLEM OF SOIL CONTAMINATION
WITH PESTICIDES AND WAYS TO SOLVE IT**

Smirnova P.S., Tikhomirova V.V.

*Vladimir State University named after Alexander Grigorevich and Nikolay Grigorevich Stoletovs,
Vladimir, e-mail: poliinchiik888@gmail.com*

Today's global environmental problem is the widespread deterioration of the parameters of all components of the environment, including soil, under the influence of increasing anthropogenic impact and the rising general level of pollution of different nature. The main source of soil contamination is pesticides. With the growth of agricultural production, these chemical compounds are increasingly being used without even thinking about the consequences that can happen to the soil of our planet. Pesticides are toxic substances that are used to control weeds, pests and plant diseases. Many pesticides are teratogenic, mutagenic, allergenic and carcinogenic compounds. In addition, once in the soil, they change or decompose, accumulate and have indirect adverse effects on plant, animal and human health. Mass contamination of soil with pesticides is first of all the reason for decrease in quality of agricultural products. Despite the ongoing development of more environmentally friendly substances for plant protection, in the near future it will be impossible to solve this problem without the use of chemicals. In this regard, one of the main tasks of agricultural workers is the introduction and use of measures and methods to prevent the negative effects of pesticides, which include the selection of rational and effective dosages of drugs and reducing the use of the most toxic drugs.

Keywords: pesticides, soil, methods of protection, soil purification, soil contamination

Загрязнение почвы пестицидами относится к основным проблемам, которые требуют от современного общества решений. Причиной загрязнения является широкое применение в сельском хозяйстве различных видов пестицидов и ядохимикатов, которое обеспечивает защиту культурных растений от вредителей и способствует гибели сорных растений, препятствующих развитию корневой системы, предотвращает заболевание растений, что позволяет повысить сохранность урожая и позволяет улучшить урожайность на 30%.

Значительная доля опасных веществ, входящих в состав пестицидов, оседает

на растениях, а при многолетнем использовании – и на поверхности почвы, сохраняясь на длительное время. Кроме этого, ядовитые вещества скапливаются и в местах их хранения. Наиболее устойчивыми к внешним воздействиям являются хлорорганические соединения. Постоянная химизация отрицательно сказывается на живых организмах, вызывая различные заболевания, и негативно влияет на биосферу в целом, а также приводит к нарушению природных экосистем. Поэтому проблема охраны окружающей среды от пестицидов, соблюдения допустимых и безопасных норм их применения с каждым годом приобретает всё большее значение.

Целью работы является обобщение информации о загрязнении почвы пестицидами, методах, технологиях и способах по очистке почвы от пестицидов и для предотвращения этого загрязнения.

Общая характеристика и классификация пестицидов

В качестве пестицидов применяют различные химические и биологические препараты (рис. 1), которые активно применяются для борьбы с сорняками, вредителями и возбудителями болезней сельскохозяйственных культур, а также для регуляции роста растений, для удаления листьев перед сбором урожая и при сушке растительного сырья [1–3].



Рис. 1. Пестицидный препарат

По биологическим объектам, на которые воздействуют пестициды, среди них выделяют следующие разновидности [4–6]:

- гербициды – против сорных растений;
- бактерициды – против бактерий;
- фунгициды – против паразитических грибов;
- альгициды – против водорослей;
- инсектициды – против насекомых;
- акарициды – против клещей;

- родентициды – против грызунов;
- авициды – против птиц;
- моллюскоциды – против слизней.

Обычно в составе пестицидов содержатся токсичные и опасные вещества и соединения, хотя есть и исключения. Они дополнительно содержат влагопоглотители (дегидратирующие агенты) и регуляторы роста. Многие пестициды являются синтетическими химическими соединениями, но иногда вирусы и различные патогены также используются для борьбы с сорняками и вредителями [7].

Активное и масштабное применение пестицидов объясняется коммерческим подходом к сельскому хозяйству. Поэтому пестициды применяют ради увеличения объемов урожая, повышения его сохранности при хранении и транспортировке. Однако их неблагоприятное воздействие на здоровье отслеживается, выявляется и демонстрируется. Большинство пестицидов – до 95% – попадают в организм человека с пищей. Кроме того, хлорароматические соединения унаследовали канцерогенные и мутагенные свойства.

Вместе с тем пестициды негативно влияют на состояние почв, вызывают разрушение природных экосистем и вызывают необратимые изменения в составе биоценозов, а также способствуют возникновению таких заболеваний человека, как бесплодие, эндокринные нарушения, астма, аутизм, лейкемия, синдром дефицита внимания, синдром Альцгеймера и т.д.) [8, 9].

Загрязнение почвы пестицидами

Каждый год из-за сорняков, вредителей и болезней происходит потеря 34% от потенциального производства, что по стоимости составляет 75 млрд долл. Участки, загрязненные пестицидами, наблюдаются в Российской Федерации каждый год (рис. 2).

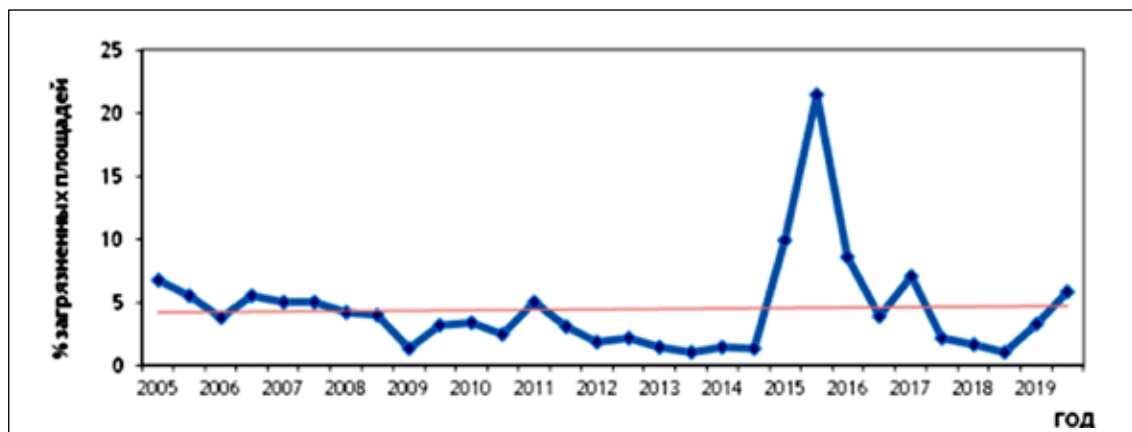


Рис. 2. Доля загрязненных пестицидами почв от обследованной площади, %

Использование пестицидов позволяет сэкономить существенную долю урожая, что является причиной их стремительного внедрения в сельском хозяйстве. Проникновение пестицидов в почву происходит при следующих процессах:

- прямое внесение в пашню или при обработке верхнего слоя почвы для борьбы с почвенными паразитами и сорняками;
- посев обработанных пестицидами семян;
- опрыскивание и опыление надземных частей растений;
- авиаобработка сельскохозяйственных и лесных угодий;
- хранение и транспортировка пестицидов.

Известны факты несанкционированного захоронения устаревших, непригодных и запрещенных ядохимикатов, а также старых растворных агрегатов [7, 10].

Степень химического загрязнения почв и их отнесение к определенной категории определяется нормативными документами. В таблице приведены нормативы концентраций некоторых пестицидов в почве [11].

Нормативы содержания действующих веществ пестицидов в почве

Действующее вещество	ПДК / ОДК в почве, мг/кг
Гептахлор	0,05 / –
Которан	– / 0,03
Цинеб	0,2 / –
Метазин	– / 0,1
Диурон	0,5 / –
Ленацил	1,0 / –
Гексахлорбензол	– / 0,08
γ-ГХЦГ (линдан)	0,1 / –

Фактическое загрязнение почв Российской Федерации

По данным статистических исследований, выполненных в 2019 г. филиалами сети Росгидромета, доля почв, содержание пестицидов в которых превышает ПДК и ОДК, стала больше, чем в 2018 г., и достигает 3,3 % весной и 5,9% осенью (в 2018 г. – 1,6% весной и 1,0% осенью, в 2017 г. – 7,1% весной и 2,2% осенью) [12].

В 2019 г. на территории 13 субъектов Российской Федерации (в 2018 г. на территории 8 субъектов) обнаружены участки почвы, уровень загрязнения пестицидами которых выше допустимых ПДК и ОДК.

Хотя препараты, содержащие ДДТ, в России давно не применяются, сельскохозяйственные почвы больше других загрязнены этим пестицидом, за содержанием которого в почве следит сеть Росгидромета. Наряду с этим выявлены территории с высоким содержанием далапона, симазина, гербицидов ТАН и 2,4-Д.

В 2019 г. загрязненные площади составили (рис. 3) [12]:

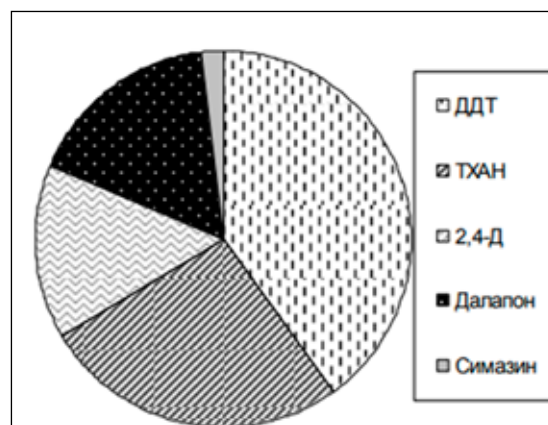


Рис. 3. Площади участков, загрязненных различными пестицидами, по данным наблюдений в 2019 г.

– суммарным ДДТ загрязнено 2,1% от обследованной площади 29,4 тыс. га (в 2018 г. – 1% от обследованной площади 28,7 тыс. га);

– ТХАН загрязнено 12,7% от обследованной площади 1842 га (в 2018 г. – 1,1% от обследованной площади 1865 га);

– 2,4-Д загрязнено 4,2% от обследованной площади 9830 га (в 2018 г. – 0,5% от обследованной 13,1 тыс. га). Загрязнение почв 2,4-Д наблюдалось и весной, и осенью, площадь распространения загрязнения выросла в 2 раза к осеннему периоду и в 6 раз по сравнению с 2018 г.;

– далапоном загрязнено 43,5% от обследованной площади 600 га (в 2018 г. не обнаружено загрязненных территорий);

– симaziном загрязнено 0,7% от обследованной площади 3945 га.

Очистка почв от пестицидов

На сегодняшний день для обработки почвы и грунтов от пестицидов применяют методы высокочастотного нагрева, электрокинетической обработки, промывания, химического окисления, гидролиза, экстракции растворителями, термической и фотохимической деструкции, термической десорбции [6, 13]. Однако применение

этих методов связано с высокими затратами и отличается трудоемкостью.

В связи с этим на сегодняшний день активно развивается и внедряется система комплексных мер и методов [13, 14]:

- техническая рекультивация – снятие и замена наиболее загрязненного слоя почвы, нанесение слоя незагрязненного грунта на поверхность вытесняемого загрязненного слоя и мелиорированной территории, при этом наиболее загрязненная часть почвы (до 0,3 м) и остатки строительных конструкций хранятся в наиболее загрязненной части участка;

- инженерное восстановление – у основания образовавшегося загрязненного слоя и над вышележащими незагрязненными почвами размещается дренаж, удаляющий загрязненные грунтовые воды и инфильтрованные отложения для обработки биоинженерных сооружений;

- биологическая фиторемедиация при помощи посадки специально отобранных древесных, кустарниковых и травянистых растений на поверхности подземных остатков склада и земли [14-16];

- биологическая ремедиация путем деградации (биодegradация) пестицидов и их метаболитов при помощи штаммов микроорганизмов [16-18] и грибов [19];

- внесение цеолитов, углеродных адсорбентов, полимерных глин на основе монтмориллонита и др. сорбентов [20-22].

Методы защиты почвы от пестицидов

Применяемых в настоящее время современных методов, мер и технологий оказывается недостаточно для того, чтобы в достаточной мере освободить почву от загрязнений пестицидами. Следовательно, наиболее рациональным и эффективным направлением защиты почвы является предотвращение ее загрязнения за счет следующих методов и мер [6, 23]:

- тщательный подбор количества пестицидов и их точная дозировка, взвешенное и обоснованное планирование сроков и масштабов использования;

- разработка и распространение пестицидов, сочетающих эффективность и повышенную экологичность;

- соблюдение норм и техники безопасности при хранении, транспортировке и внесении пестицидов;

- регулярный и подробный контроль уровня загрязнения почвы и получаемой сельскохозяйственной продукции;

- защита растений за счет стимуляции за счет повышения природной способности почв к самоочищению [24];

- использование различных изобретений, относящихся к области сельского хозяйства, и рекультивации земель, позволяющих восстановить плодородие почв [25].

Заключение

В итоге можно прийти к такому выводу, что для решения проблемы загрязнения почвы пестицидами в первую очередь необходимо бережное отношение к почве, рациональное и взвешенное применение пестицидов. Для этого, с одной стороны, необходимо эффективное почвопользование и актуализация экологически безопасных технологий в сельском хозяйстве, а с другой стороны, нужен тщательный контроль за уровнем загрязнения на государственном уровне. Всё это поможет сохранить почву и другие взаимосвязанные элементы окружающей среды, обеспечит получение качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции, предотвратит гибель полезных живых организмов, таких как бактерии, растения и животные.

Список литературы

1. Тармаева И.Ю., Белых А.И., Боева А.В. Санитарно-гигиенический контроль за применением пестицидов и минеральных удобрений в сельском хозяйстве: учебное пособие. Иркутск: ИГМУ, 2015. 84 с.
2. Авдеева К.С. Экологическая роль пестицидов // Сетевой научный журнал ОрелГАУ. 2015. № 1 (4). С. 3-7.
3. Березняк И.В., Фёдорова Н.Е., Михеева Е.Н. Гигиеническая значимость определения пестицидов в седиментационных пробах // Здоровоохранение Российской Федерации. 2019. №3. С. 152-158.
4. Пестициды – классификация по группам назначения. [Электронный ресурс]. URL: <https://sadovniki.org/pesticide-klassifikacija-po-grupпам-naznachenija/> (дата обращения: 08.02.2023).
5. Ганиев М.М., Недорезков В.Д. Химические средства защиты растений. М.: КолосС, 2006. 248 с.
6. Середина В.П. Загрязнение почв: учебное пособие. Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. 346 с.
7. Жеребцов А.А., Кузнецова Е.Л., Апинян К.А. Загрязнение почвы химическими соединениями и их очистка. VI Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум – 2014». [Электронный ресурс]. URL: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014000580> (дата обращения: 07.02.2023).
8. Биопрепараты для очистки почвы и воды и повышение урожайности. [Электронный ресурс]. URL: <https://втораяиндустриализация.рф/biopreparaty-dlya-ochistki/#Pesticidy-obratnaya-storona> (дата обращения: 07.02.2023).
9. Тафеева Е.А., Петров И.В. Эколого-гигиеническая оценка влияния загрязнения почвы на здоровье населения // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=24997> (дата обращения: 21.03.2023).
10. Загрязнение почвы пестицидами и пути его преодоления. [Электронный ресурс]. URL: <https://agroportal-ziz.ru/articles/zagryaznenie-pochvy-pesticidami-i-puti-ego-preodoleniya> (дата обращения: 08.02.2023).

11. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве (с изменениями и дополнениями). М.: Государственный комитет санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации, 1993. 14 с.
12. Состояние загрязнения пестицидами объектов природной среды Российской Федерации в 2019 году. Ежегодник. Обнинск: ФГБУ «НПО Тайфун», 2020. 89 с.
13. Янин Е.П. Ремедиация территорий, загрязненных химическими элементами: общие подходы, правовые аспекты, основные способы (зарубежный опыт) // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2014. № 3. С. 3-105.
14. Загрязнение почвы пестицидами. [Электронный ресурс]. URL: <https://poisk-ru.ru/s43897t17.html> (дата обращения: 07.02.2023).
15. Sharma S., Saxena S., Mudgil B., Vats S. Chapter 5 – Advances in biodegradation and bioremediation of environmental pesticide contamination. Biological Approaches to Controlling Pollutants. *Advances in Pollution Research*. 2022. P. 79-106.
16. Филиппова Л.С., Акимова А.С. Загрязнение почвы и биологические методы ее очистки // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 11. [Электронный ресурс]. URL: <https://research-journal.org/media/articles/2449.pdf>. DOI: 10.23670/IRJ.2022.125.73.
17. Назаров А.В. Биоремедиация грунта, загрязненного синтетическими соединениями // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. 2020. № 4. С. 7-17.
18. Решетов Г.Г., Тугаева Т.А. Эффективность метода микробной деструкции пестицида тетраметилтиурамдисульфида // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. № 5 (44). С. 220-223.
19. Mostafa A.A.-F., Yassin M.T., Dawoud T.M., Al-Otibi F.O., Sayed S. RM. Mycodegradation of diazinon pesticide utilizing fungal strains isolated from polluted soil. *Environmental Research*. 2022. Vol. 212. Part C. Article 113421.
20. Мухин В.М. Углеродные адсорбенты как функциональные материалы для решения экологических проблем // Труды Кольского научного центра РАН. 2015. № 5. С. 572-575.
21. Комарова О.П., Земляничина С.В. Снижение пестицидной нагрузки как основа экологической безопасности сельских территорий // Фундаментальные исследования. 2020. № 3. С. 54-59.
22. Naz A., Chowdhury A. Pollutant extraction from water and soil using Montmorillonite clay-polymer composite: A rapid review. *Materials Today: Proceedings*. 2022. Vol. 60. Part 1. P. 1-7.
23. Узаков З.З., Эгамбердиев А., Ашууров Ш. Охрана природы от загрязнения пестицидами // Символ науки. 2018. № 10. С. 8-11.
24. Защита от загрязнения почв пестицидами и другими вредными веществами. [Электронный ресурс]. URL: <http://cawater-info.net/best-practices/ru/base/marker/127> (дата обращения: 07.02.2023).
25. Мухин В.М., Спиридонов Ю.Я., Барышникова Е.А. Патент РФ 2476277, МПК В09С 1/00, С09К 17/04, А01N 25/32, А01В 79/02. Способ защиты почв от остатков пестицидов. Патентообладатель: Российская Федерация, от имени которой выступает Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (МИНПРОМТОРГ РОССИИ); заявка 2011137636/13, 13.09.2011; опубл: 27.02.2013.