

The article provides information on the application of mineral fertilizers for winter wheat in the Stavropol Territory. The analysis of the ratio of the introduced plant nutrition elements is carried out. The assessment of the level of application of mineral fertilizers from 1965 to the present is given. A comparison with the peak values is made. It is determined to what extent the actual use of fertilizers in the Stavropol Territory corresponds to the established scientifically-based level.

Key words: winter wheat, mineral fertilizers, plant nutrition elements, nutrition elements, soil fertility.

УДК 635.95

DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.02

ДЕТОКСИКАЦИЯ И ДЕГРАДАЦИЯ ПЕСТИЦИДОВ В АГРОЦЕНОЗАХ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

Т.С. Астарханова, д.с.-х.н., РУДН, А.В. Березнов, С.С. Ладан, к.б.н., ФГБНУ "ВНИИ агрохимии",
И.Р. Астарханов, д.б.н., Дагестанский ГАУ
e-mail: astarkhanova_ts@rudn.ru

Изучены поведение пестицидов в разных агроценозах и динамика разложения пестицидов в различных объектах. Представлены характеристика накопления, длительность сохранения и периоды их детоксикации. Установлено, что скорость деградации пестицидов зависит от почвенной структуры, наличия в ней других пестицидов или соединений. Полученные данные дают оценку действующим регламентам применения пестицидов и характеризуют влияние различных факторов на процессы накопления и разложения, детоксикации остаточных количеств в различных почвенно-климатических условиях. Результаты исследований можно использовать при производстве экологически безопасной продукции для применения и обоснования рациональных доз, форм, сроков и способов использования пестицидов.

Ключевые слова: пестициды, деградация, регламенты, кинетика, рассчитанное количество, токсичность.

Для цитирования: Астарханова Т.С., Березнов А.В., Ладан С.С., Астарханов И.Р. Поведение пестицидов в агроценозах и пути улучшения экологической ситуации. // Плодородие. 2021. №2. С. 6-8. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.02

Пестициды в агробиоценозах способствуют управлению численностью фитофагов и фитопатогенов, активизируют деятельность микроорганизмов в почве, повышают её плодородие и потенциал продуктивности растений, снижая негативное действие на них вредных объектов и неблагоприятных факторов на агробиоценозы, увеличивая агроэкологическую стабильность в случаях экологической напряженности. Нарушения регламентов по применению пестицидов приводят к экологическим проблемам, связанным с их накоплением в биотической и абиотической среде, и негативным влиянием на живые организмы. Особенно ощутимы последствия воздействия пестицидов на окружающую среду, в том числе загрязнение ими атмосферного воздуха, воды и почвы. Мало изучены вопросы скрытой токсичности препаратов и их отрицательное воздействие и последствия применения [3, 5].

При изучении детоксикации пестицидов и их поведения в агроценозах важно учитывать природно-климатические условия региона применения. Согласно литературным данным одних ученых, в различных зонах России длительность разложения одних и тех же препаратов существенно варьирует и основным фактором детоксикации пестицидов считают микробиологические процессы. Другие ученые отдают приоритет

почвенно-климатическим условиям и персистентности соединений [1, 6, 8] (табл. 1).

1. Длительность сохранения пестицидов в почве в Российской Федерации (по Луневу, 1992)

Препарат	Период разложения пестицида на 95 %, сут		
	минимальный	максимальный	средний
ГХЦГ	20	1110	410
Симазин	43	570	250
Прометрин	58	405	250
2,4-Д	10	270	87

При определении приоритетности действия факторов на процессы детоксикации пестицидов в почве учитывают комплексный подход. Согласно литературным источникам, гумус оказывает неоднозначное влияние на разложение гербицидов: насыщенность органическим веществом ускоряет разложение ряда препаратов в почве, но содержащиеся в ней коллоиды сильно адсорбируют токсиканты и затрудняют их разложение микроорганизмами [1-3, 9]. Изучать влияние пестицидов на окружающую среду очень сложно, так как их последствие суммируется при многократных обработках и зависит от состояния экосистемы и многочисленных отрицательных факторов.

На степень снижения устойчивости агроэкосистемы влияют многие факторы: кратность обработок, химический состав препарата, механизм его действия. Сущест-

вуют многолетние противоречия между агроэкологической стабильностью, необходимостью применения пестицидов и охраной здоровья населения [5, 6]. Постоянное совершенствование ассортимента химических средств защиты растений с различными механизмами действия не позволяет исследовать до конца их последствие на состояние устойчивости окружающей среды. Препятствует снижению степени ее устойчивости при условно определяемой «норме» различные неблагоприятные факторы [5,7,8]. При воздействии персистентных пестицидов устойчивость агроэкосистемы снижается как при сильных стрессах, а затем постепенно восстанавливается. Если за один сезон многократно применяются персистентные препараты, то негативное воздействие и последствие их усиливаются за счет накопления и насаивания, чем и обусловлена актуальность проводимых нами исследований.

Цель исследований – изучить динамику деградации пестицидов в различных объектах и факторов, влияющих на накопление, длительность сохранения и периоды их детоксикации.

Задачи исследований:

- изучить влияние отдельных факторов на процессы детоксикации пестицидов в различных почвенно-климатических условиях;
- сравнить действующие и рекомендуемые для той или иной зоны регламенты применения пестицидов.

Новизна исследований: впервые изучена скорость распада фосфорорганических пестицидов в растениях и рассчитаны их остаточные количества. Установлено, что пестициды могут подвергаться метаболическим превращениям и факторы окружающей среды способны существенно влиять на трансформацию токсикантов в окружающей среде.

Результаты и их обсуждение. В почве пестициды могут мигрировать по профилю и попасть в источники питьевой воды, взаимодействовать с корневой системой растений и почвенными организмами, испаряться в атмосферный воздух при обработках и за счет вымывания сточными водами загрязнять открытые водоемы. От препарата и его свойств, от природно-климатических условий региона, характеризующих структуру почв, зависят скорость перемещения и глубина проникновения препарата и, соответственно, степень накопления и загрязнения окружающей среды. Остаются неизученными вопросы детоксикации пестицидов, так как продукты их разложения способны долго удерживаться в почве. Метаболиты, на которые разлагаются пестициды после применения, могут оказаться гораздо более токсичными и более персистентными, чем исходные соединения.

Для подбора менее опасного пестицида важно установить их возможную экотоксичность. В основном в современном производстве токсичность препарата для окружающей среды определяют по величине острой токсичности препарата, но этот показатель не дает достоверной информации об оптимальной норме расхода и продолжительности действия пестицида, наличия токсичных веществ в объектах окружающей среды.

Экотоксичность используемых в опыте пестицидов определяли по формуле

$E_n = P_n \cdot H_p / LD_{50}$, где E_n – экотоксичность пестицида; P_n – период полураспада препарата; H_p – норма расхода препарата. LD_{50} – летальная доза. Персистентность рас-

считывали количеством дней или сроком ожидания в днях по регламентам.

2. Экотоксикологическая характеристика пестицидов

Препарат	Исходные данные для расчета			
	Летальная доза (LD_{50}), мг/кг	Время Ожидания (P_n), нед	Норма расхода по д.в. (H_p), кг/га	Экотоксичность (E_n), мг/кг
<i>Фосфорорганические соединения</i>				
Би-58 Новый	220	4, 5	0,5	0,0114
Фозалон	127	5,1	0,9	0,0354
Карбофос	1400	3,5	0,75	0,0015
<i>Пиретроиды</i>				
Циперметрин	275	3	0,062	0,00066
Дельтаметрин	129	3	0,013	0,00031
<i>Триазолы</i>				
Байлетон	465	3,5	0,17	0,00108
Тилт	1517	4,5	0,125	0,00036
Фундазол	8100	5,2	0,6	0,00038
<i>Хлорорганические соединения</i>				
γ-изомер ГХЦГ	125	11	0,3	0,026

За единицу измерения экотоксичности, в качестве эталона, принята величина, вычисленная по данной формуле для хорошо изученного ДДТ при его норме расхода 1 кг/га, токсичности для животных - 300 мг/кг и персистентности, равной 312 нед.

Исследуемые пестициды характеризовались низкой экотоксичностью. Некоторые могут иметь высокую острую токсичность для животных, так как при $LD_{50}=0,6$ мг/кг пестициды способны создавать экотоксикологическую опасность в 10 раз большую, чем ДДТ (табл. 2).

Проведенными исследованиями и расчетами, согласно указанной зависимости, выявлены показатели экотоксичности (E_n) для оценки экотоксикологической опасности использующихся пестицидов в сельском хозяйстве. В качестве обозначения величин были приняты следующие показатели:

- E_n – экотоксичность пестицида;
- P_{np} – персистентность, срок ожидания, нед;
- $P_{пв}$ – фактический период (срок ожидания) деструкции препарата, нед.

Аналитический расчет экотоксичности необходим для оценки экотоксикологической опасности пестицидов, так как фактические периоды деградации пестицидов в зависимости от природно-климатических условий зависят от многих факторов, и поэтому не всегда совпадают по продолжительности установленных действующих регламентов.

Результаты аналитического расчета экотоксичности пестицидов, использованных в сельскохозяйственном производстве растениеводческой продукции при исследованиях динамики остаточных количеств в продукции приведены в таблице 3.

Чаще всего ускорение деградации пестицидов происходит под влиянием микробиологических процессов и пестицид в растении может переходить из одного состояния в другое, выводиться в чистом виде, т.е. подвергаться метаболическим превращениям. Результаты сравнительных исследований по динамике разложения препаратов в озимой пшенице, капусте и картофеле и рассчитанных остатков препаратов в растениях представлены в таблице 4.

На 150-й час после обработки на озимой культуре обнаруженные и рассчитанные количества пестицида

данадим имели несущественную разницу, после прохождения 120 часов расчетные и обнаруженные количества золон в капусте были идентичны.

3. Экоотоксикологическая опасность применяемых пестицидов

Препарат	Исходные данные для расчета					
	ЛД ₅₀ , мг/кг	Норма расхода по д.в., кг/га	Почва		Виноград	
			Период полурас- пада (P _{ин}), нед	Эко- токсич- ность (Э _п)	Пери- од полу- распада (P _{ин}), нед	Козф- фици- ент экоток- сично- сти (Э _п)
Фозалон	127	0,90	6,0	0,08	6,0	0,08
Фосфамид	220	0,5	9,0	0,02	7,0	0,02
Карбофос	1400	0,57	-	-	4,0	0,003
Ципер- метрин	275	0,05	6,0	0,003	4,0	0,002
Дельта- метрин	129	0.015	13,0	0,003	5,0	0,001
у-изомер ГХЦГ	125	0,3	11,0	0,05	-	-
Байлетон	465	0,75	6,0	0,002	6,0	0,002
Пропико- назол	1517	0,1	9,0	0,001	5,0	0,0003
Фундазол	8100	0,75	9,0	0,002	5,0	0,001

4. Динамика распада фосфорорганических соединений в растениях

Культура	Время, ч						
	30	60	90	120	150	180	210
Озимая пшеница	Данадим, КЭ, мг/кг (обнаружено/рассчитано)						
	900/850	600/541	325/270	100/70	25/29	10/10	5/5
	БИ 58 Новый, КЭ, мг/кг (обнаружено/рассчитано)						
	300/270	115/123	30/32	10/13	0/0	0/0	0/0
Капуста	Золон, КЭ, мг/кг (обнаружено/рассчитано)						
	1245/1200	540/545	347/372	240/240	120/100	80/95	30/21
Картофель	Банкол, СП, мг/кг (рассчитано/обнаружено)						
	720/685	500/480	360/350	285/250	200/186	80/90	40/49

Остаточные количества банккола в картофеле не соответствовали расчетным количествам во всех вариантах исследований. На 150-й час после обработки на картофели обнаруженные и рассчитанные количества пестицида имели несущественную разницу, после прохождения 120 часов обнаруженные и расчетные количества банккола в картофеле соответствовали значениям 250 и 285. Это доказывает возможность использования расчетных методов для уточнения скорости разложения препарата и приблизительного времени его полной детоксикации в продукции.

Выводы. Исследования по изучению динамики разложения пестицидов в агроэкосистемах и определение

их остаточных количеств в различных объектах дали представление о поведении пестицидов, скорости и периодах их детоксикации и накопления, сроках ожидания.

Полученные данные можно использовать при органическом земледелии и получении экологически безопасной продукции. На рекомендуемые регламенты применения пестицидов могут оказать существенное влияние отдельные факторы и конкретные почвенно-климатические условия, от которых зависят процессы накопления, распределения и детоксикации. Результаты исследований можно учитывать в экологически безопасных системах защиты сельскохозяйственных культур и при обосновании рациональных доз, сроков и способов использования пестицидов, обеспечивающих соблюдение токсикологических требований и производство экологически безопасной продукции.

Литература

1. Ахрамович Т.И. Дegradaция пестицидов ряда сульфонилмочевины//Ахрамович Т.И., Леонтьев В.Н./Труды БГТУ. - 2011. - №4. -С.198-199.
2. Домрачева Л.И. Реакция почвенной микробиоты на действие пестицидов //Домрачева Л.И., Ашихмина Т.Я./Теоретическая и прикладная экология. 2012. -С. 4-18.
3. Игнатовец О.С. Способы повышения эффективности дegradaции пестицидов группы сульфонилмочевины микроорганизмами-деструкторами.//Игнатовец О.С., Марцуль Е.В./Труды БГТУ. Сер. 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2015. -С. 277-278.
4. Лунев М. И. Пестициды и охрана агрофитоценозов. - М.: Колос, 1992. - 269 с.
5. Петрова Т.М. Дegradaция инсектицидов в растениях в присутствии различных химических соединений//Петрова Т.М., Блинова Т.Ф./Агрохимия. - 1987. - №1. - С. 105-110.
6. Спыну Е.И. Математическое прогнозирование и профилактика загрязнения окружающей среды пестицидами//Спыну Е.И., Иванова Л.Н. - М.: Медицина, 1977. - 168 с.
7. Спыну Е.И. Принципы и расчетные методы гигиенического нормирования пестицидов в почве//Спыну Е.И., Сова Р.Е./Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. 1980. - С. 36-41.
8. Феськова Е.В. Изучение микробной дegradaции 2,4-Д и пестицидов группы сульфонилмочевины в модельных системах//Феськова Е.В., Леонтьев В.Н., Игнатовец О.С. /Труды БГТУ. Сер. 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология. 2018. - №2. - С.161-162.
9. Чекановичене С. Динамика изучения остаточных количеств пестицидов в овощных и плодово-ягодных культурах// Чекановичене С., Бумоолене Р./Защита плодовоощных культур от вредителей, болезней и сорняков. - Вильнюс, 1988. -С. 90-92.

DETOXIFICATION AND DEGRADATION OF PESTICIDES IN AGROCENOSIS AND WAYS TO IMPROVE THE ENVIRONMENTAL SITUATION

T.S. Astarhanova¹, A.V. Bereznov², S.S. Ladan², I.R. Astarhanov³

¹ Peoples' Friendship University of Russia, Miklukho-Maklaya ul. 6, 117198 Moscow, Russia, e-mail: astarkhanova_ts@rudn.ru;

² Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia;

³ Dagestan State Agricultural University, M. Gadzhizhiyeva ul 180, 367032 Moscow, Russia

The behavior of pesticides in different agrocenoses and the dynamics of decomposition of pesticides in different objects are studied. The characteristics of accumulation, duration of preservation and periods of their detoxification are presented. It is established that the rate of degradation of pesticides depends on the soil structure, the presence of other pesticides or compounds in it. The obtained data provide an assessment of the current regulations for the use of pesticides, and characterize the influence of various factors on the processes of accumulation and decomposition, detoxification of their residual amounts in various soil and climatic conditions. The research results can be used in the production of environmentally friendly products for the application and justification of rational doses, forms, terms and methods of pesticides use.

Keywords. pesticides, degradation, regulations, kinetics, calculated quantity, toxicity.