



УДК 504.5:661.16
ББК 20.18

ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА МИКРОФЛОРУ ПОЧВЫ И ПОЛЕЗНУЮ БИОТУ

Е.А. Иванцова

В статье дана оценка микробиологической активности светло-каштановых почв полупустынной зоны юго-востока Европейской России под влиянием пестицидов. Установлено ингибирующее действие пестицидов на почвенную микрофлору. Выявлено токсическое влияние химических препаратов на энтомофагов и опылителей.

Ключевые слова: пестициды, микрофлора почвы, полезная биота, энтомофауна, агроценозы, горчица сарептская.

Сельскохозяйственное производство в современных условиях невозможно без применения пестицидов. Искусственно созданные биоценозы (агроценозы), по мнению С.С. Ижевского [1], могут функционировать с заданной производительностью только при условии постоянного поддержания в определенных пределах параметров среды, в том числе видового состава и плотности популяций вредных организмов.

Современная служба защиты растений от вредителей и болезней базируется преимущественно на применении пестицидов химического синтеза, соблюдать их чередование в хозяйствах по определенным причинам не представляется возможным. По мнению исследователей, лишь 10 % пестицидов попадает в предназначенную цель, остальное «летит мимо», загрязняя природу и уничтожая другие организмы, и только 1 % непосредственно обеспечивает токсический эффект [1; 2; 5; 7; 8]. Как обоснованно отмечает Г.Л. Тышкевич [9], отрицательные последствия, связанные с пестицидами, обусловлены главным образом разрушением биогеоценозов, в которых само существование и численность отдельных видов живых организмов тесно связаны между собой. При этом возрастает вероятность отдаленных послед-

ствий, обусловленных патологическим и генетическим действием ряда препаратов на биоту. Остаточные количества пестицидов аккумулируются и биоконцентрируются в пищевых (трофических) цепях. Имеет место вынос остаточных количеств пестицидов за пределы обрабатываемой территории. Мировая практика применения пестицидов свидетельствует о том, что они несут в себе потенциальную опасность.

В своих исследованиях мы ставили перед собой задачу оценить влияние пестицидов на микрофлору почвы и полезную биоту в агроценозах горчицы сарептской в условиях Нижнего Поволжья.

Как известно, уровень потенциального плодородия почвы зависит не только от количественных и качественных показателей содержания гумуса и комплекса питательных веществ, определяющих ее питательный режим. Наряду с другими показателями он определяется микробиологической и ферментативной активностью пахотного слоя.

Микробное сообщество, которое в основном определяет биохимические свойства почвы, представляет собой совокупность совместно обитающих организмов разных видов, составляющих определенное экологотрофное единство. Из всех биотических компонентов экосистемы микробное сообщество наиболее чувствительно к изменениям экологической обстановки, происходящим в ходе сельскохозяйственного освоения экосистем, и к наличию других форм ант-

ропогенного воздействия, в том числе и загрязняющих веществ. Сложность и многообразие взаимоотношений различных микроорганизмов между собой и с растением, а также с другими компонентами агробиоценоза определяют фитосанитарное состояние почвы и ее стабильность как системы в целом [4].

Общеизвестна незаменимая роль почвенных микроорганизмов в деструкции органических соединений, в том числе растительных остатков, в почвенном бактерио- и фунгистазисе, повышении почвенного плодородия и оптимизации питания растений. Тесная положительная связь между урожайностью сельскохозяйственных культур и биологической активностью почвы отмечена многими исследователями. Установлено, что значительная часть населяющих почву микроорганизмов принимают активное участие в трансформации органического вещества и труднодоступных форм элементов минерального питания в легкоусвояемые для растений формы. Эта группа микроорганизмов определяет биологическую активность почвы. В засушливой зоне каштановых и светло-каштановых почв при остром дефиците атмосферного увлажнения наиболее активная микробиологическая деятельность в почве протекает весной – в период наибольшей ее обеспеченности влагой.

Как показывают исследования последних лет, многие пестициды оказывают неоднозначное, часто отрицательное влияние на почвенную биоту. Применение пестицидов может приводить к перестройке экологической обстановки в почве, изменяя ее микробиоценоз – угнетая одни группы микроорганизмов и стимулируя размножение других, представители которых способны продуцировать фитотоксические вещества и тем самым усугублять негативное влияние применяемых препаратов. Л.В. Коваленко [3] установлено, что комплексное применение химических средств защиты растений в рекомендованных дозах приводит к снижению численности аммонифицирующих бактерий, происходит сдвиг микробиоценоза целлюлозоразрушающих микроорганизмов в почве. Исследователем отмечается, что пестициды не только обуславливают токсичность почвы, но и аккумулируются в корневой системе и конечной продукции, что приводит к получению экологически неполноценной продукции. У фурадана, который ши-

роко применяется для инкрустации семян горчицы в Волгоградской области на протяжении нескольких десятилетий, проявляется бактериостатическая активность по отношению к аммонификаторам, олигонитрофилам и фосфороразлагающим бактериям.

Биологическая активность светло-каштановых почв полупустынной зоны юго-востока Европейской России, на которых проводились наши исследования, и без такого воздействия отличается невысокими показателями вследствие неблагоприятного водного режима почв, низкого содержания органических веществ, плохих физических и физико-химических свойств, бедности микрофлоры.

Для оценки микробиологической активности почвы под влиянием пестицидов использовались следующие показатели: степень разрушения целлюлозы; количество аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов в 1 г воздушно-сухой почвы; характеристика пахотного горизонта почвы по основным группам микроорганизмов.

Исследования проводились методом определения целлюлозо-разлагающей способности почвы, а также лабораторными методами с использованием искусственных питательных сред – мясопептонный агар (далее – МПА), крахмалоаммиачный агар (далее – КАА) и среда Чапека – для выращивания колоний микроорганизмов, наблюдения за их развитием и установления сравнительной микробиологической активности. На МПА выделялись бактерии-аммонификаторы, усваивающие органические формы азота, на КАА – бактерии, использующие минеральные формы азота, а также актиномицеты и некоторые грибы, на среде Чапека – грибы. Хотя современный микробиологический анализ дает условные показатели и абсолютные цифры получаются во много раз меньше, чем в природе, тем не менее результаты этих исследований позволяют судить о количестве и качестве почвенной микрофлоры.

В ходе многолетних исследований, проведенных в СПК «Светлоярский», сравнивались опытные варианты по инкрустации семян горчицы сарептской следующим набором средств: круйзер ОСР 322 к. с; круйзер в сочетании с микробиологическим удобрением

флавобактерином; флавобактерин; фурадан (эталон); фурадан в сочетании с флавобактерином. Нормы расхода круизера и фурадана составляли соответственно 0,09 л и 0,08 г на гектарную норму высева семян (6 кг). Инкрустация осуществлялась вручную на току хозяйства за день до посева. Обработку микробным удобрением флавобактерином на основе выделенных штаммов корневых диазотрофов проводили в день посева из расчета 0,3 кг биопрепарата, разведенного в 0,1 л снятого молока (обрата) в качестве прилипателя, на 6 кг семян горчицы. Закладка контрольного варианта проводилась с использованием необработанных семян.

В результате исследований установлено, что на 1 г сухой почвы в среднем приходится 5 583 тыс. микроорганизмов. Основная масса их относится к группе сапрофитов, то есть видов, использующих для своего питания органическое вещество – корневую массу, солому, органические удобрения.

Грибы играют ответственную роль в минерализации органического вещества почвы. Они разрушают не только клетчатку, но и лигнин (базидиомицеты). Деятельность грибов особо важна для образования в почве кислот, подкисляющих почвенный раствор, что очень важно для слабощелочной среды исследуемых почв.

Как показали результаты исследований, лучшие условия для аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов создавались при использовании флавобактерина, где процесс накопления данной микрофлоры протекал более активно. Обогащение почвы бактериаль-

ными клетками (1 г препарата содержит более 6,5 млрд клеток), входящими в педоценоз естественных фитоценозов, оказывало заметное положительное действие на усиление микробиологических процессов в ней. При этом количество целлюлозоразлагающих микроорганизмов увеличивалось в 2,5 раза по сравнению с контролем и в 1,9–2,9 раза относительно вариантов с применением химических пестицидов. Несколько ниже, чем при использовании биопрепарата, были показатели на варианте круизер + флавобактерин, где также отмечалась активизация (в 1,6–2,3 раза) целлюлозоразлагающих процессов по сравнению с контролем и химическими вариантами (см. табл. 1).

Изменение численности аэробных целлюлозоразрушающих микроорганизмов на вариантах опыта коррелирует с целлюлозоразлагающей активностью почвы. Сравнение полученных данных показывает, что наиболее высокая активность разложения льняных полотен наблюдалась при обогащении почвы полезной микрофлорой в варианте с обработкой семян флавобактерином. Степень разрушения ткани на данном варианте существенно выше, чем в контроле (в 2,8 раза) и при использовании химических средств (в 3,3–3,4 раза). В варианте, где применялась смесь пестицида и бактериального удобрения, также отмечалась активизация целлюлозоразлагающих процессов по сравнению с контролем и химвариантами. Наиболее негативное воздействие на педоценоз, как показали наши исследования, оказывал фурадан.

Таблица 1

Влияние предпосевной обработки семян горчицы различными средствами на биологическую активность почвы (в среднем за 3 года)

Вариант	Количество аэробных целлюлозоразлагающих микроорганизмов, тыс. на 1 г воздушно-сухой почвы	Степень разрушения целлюлозы, %	Группы микроорганизмов, тыс. на 1 г воздушно-сухой почвы		
			Общее количество бактерий на МПА	Общее количество бактерий на КАА	Микроскопические грибы
Круизер	3,8	7,2	2 960	2 842	55
Флавобактерин	7,2	23,8	4 120	2 924	50
Круизер + флавобактерин	6,1	20,6	3 041	2 856	53
Фурадан	2,6	6,9	2 751	2 831	64
Фурадан + флавобактерин	4,2	18,7	2 945	2 830	62
Контроль	3,0	8,4	3 213	2 993	60

Отпечатки пятен аминокислот, полученные при обработке полотен нингидрином и подтверждающие степень биологической активности почвы, наиболее ярко проявились на вариантах: флавобактерин, круйзер + флавобактерин. Почвенная микрофлора при этом активизировалась в слое почвы до 25 см, но особенно интенсивно развивалась в горизонте до 17 см. Отпечатки на ткани с варианта круйзер были бледнее по сравнению с вариантом круйзер + флавобактерин. Однако накопление различных аминокислот при использовании круйзера происходило активнее по сравнению с контрольным вариантом и превосходило соответствующие показатели по варианту с фураданом, льняные полотна с которого оставались практически чистыми.

Анализ данных по основным группам микроорганизмов в пахотном слое почвы исследуемого агроценоза показал, что во всех вариантах с предпосевной обработкой семян пестицидами отчетливо проявлялось ингибирующее действие препаратов на почвенную микрофлору. В то же время использование бактериального почвоудобрительного препарата флавобактерина вызывало активизацию микробиологических процессов по сравнению со всеми вариантами, включая контроль, где несколько выше было лишь количество микроскопических грибов.

Таким образом, нами установлено, что микробиологические удобрения, в частности флавобактерин, при совместном использовании с пестицидами выполняют буферную, нейтрализующую функцию при негативном воздействии на почву препаратов химического синтеза. За счет этого в почвенном профиле агроценоза происходит нарастание биомассы по всем функционально значимым группам микроорганизмов (кроме микроскопических грибов) и в целом повышается биогенность педоценозов.

Массовая гибель при химических обработках хищников и паразитов фитофагов приводит к тому, что последние, в отсутствие своих естественных врагов, быстро восстанавливают прежнюю численность, а нередко и превосходят ее (пестицидный синдром). Сублетальные дозы инсектицидов, как указывает С.С. Ижевский [1], вызывают сдвиги в поведении особей, что приводит к изменению пространственной структуры локальной популяции (вертикальному распределению особей в травостое и на поверхности почвы). Изменение состава

полезной энтомофауны спустя совсем недолгое время после обработки может отразиться на видовом составе вредителей. При этом на смену хорошо известным «старым» вредителям нередко приходят «новые» – виды, до этого редкие и экономически малозначимые. Пестициды часто вызывают отдаленные эффекты в популяциях энтомофагов (снижение плодовитости, длительности жизни, активности и пр.). Некоторые пестициды оказывают не только токсическое воздействие на полезную фауну членистоногих, но и репеллентное. При этом «очищенный» от энтомофагов агроценоз еще долго остается лишенным их присутствия, поскольку полезные виды избегают миграции сюда из окружающих ценозов.

Посевы горчицы сарептской являются местом обитания не только вредных, но и массы полезных насекомых, регулирующих численность вредителей окружающих агроценозов. Как при обработке семян инкрустантами, так и при опрыскивании посевов инсектицидами часть препарата попадает на поверхность почвы и проникает в нее, поэтому в качестве индикаторов побочного действия пестицидов нами были выбраны напочвенные хищные насекомые, в частности жужелицы и пауки.

Исследования, проведенные на посевах горчицы, показали, что после обработки инсектицидами отмечалась почти полная элиминация из энтомоценоза хищных, паразитических и нейтральных по отношению к возделываемой культуре видов. Ситуация осложняется тем, что, являясь нектароносом, горчица привлекает большое число перепончатокрылых насекомых, относящихся к хозяйственно-ценным и подлежащим охране видам. В результате инсектицидных обработок часто отмечалась массовая гибель жужелиц, пчел и различных групп наездников. В течение первой декады после сева на участках с плохой заделкой инкрустированных семян в почву наблюдалась массовая гибель напочвенных хищных насекомых и птиц.

Количественный учет полезной биоты в агроценозе горчицы с предпосевной обработкой семян показал, что наибольшее снижение численности энтомофагов (в 2,2 раза) и пауков (в 4 раза) по сравнению с контрольным вариантом происходило на варианте с инкрустацией семян фураданом (см. табл. 2).

Таблица 2

Численность энтомофагов на посевах горчицы в период всходы – стеблевание при предпосевной обработке семян, тыс. шт./га

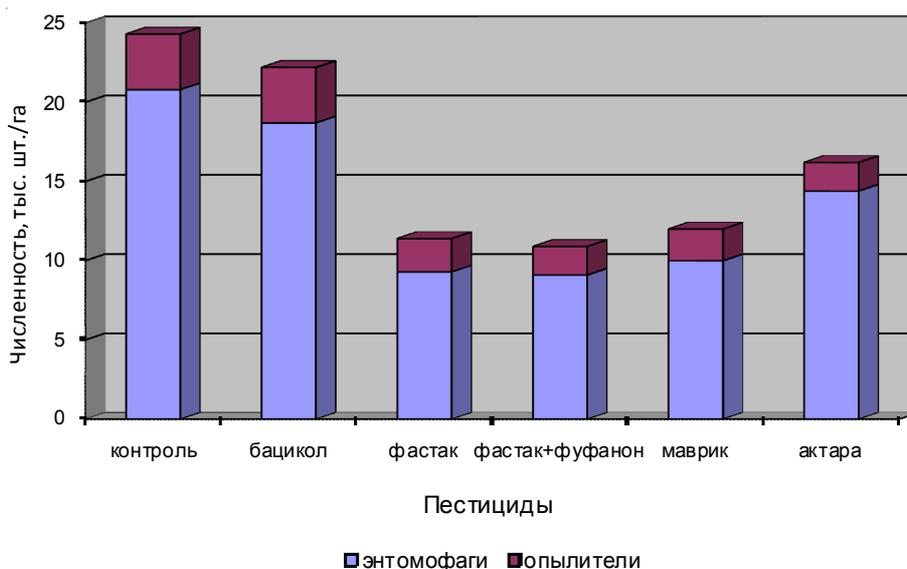
Энтомофаги	Варианты				
	Круйзер	Флаво-бактерин	Круйзер + флаво-бактерин	Фурадан	Контроль
Хищные насекомые	4,2	5,3	3,4	2,5	5,4
Пауки	1,7	3,8	3,3	0,8	3,2
<i>Всего</i>	5,9	9,1	6,7	3,3	8,6

Более мягким воздействием на энтомокомплекс характеризовались варианты с применением круйзера и смесевой композиции круйзера и флавобактерина. Круйзер (при использовании в чистом виде) снижал численность пауков почти в 1,9 раза, чего не наблюдалось на варианте с применением смеси пестицида с удобрением. Применение флавобактерина практически не влияло на численность хищных насекомых, наблюдалось некоторое увеличение количества паукообразных (в 1,2 раза).

Нами установлено, что вегетационные опрыскивания посевов горчицы сарептской микробиологическим инсектицидом бацикола не влияли на численность полезной энтомофауны, тогда как при обработках химическими препаратами происходило снижение

численности энтомофагов и опылителей более чем в 1,5–2 раза по сравнению с необработанным контролем (см. рисунок).

В производственных опытах установлена безвредность бацикола для энтомофагов группы герпетобионтов, включающих жесткокрылых (*Coleoptera*) – жуужелиц (*Carabidae*), стафилиин (*Staphylinidae*), пауков (*Aranei*), сенокосцев (*Opiliones*). Аналогичные результаты были отмечены и в других агробиоценозах, где был испытан или применен препарат. Установленная селективность действия этого биопестицида служит обоснованием перспективности бацикола, расширяющего ассортимент микробиологических средств защиты растений (далее –МСЗР) в защите важнейших сельскохозяйственных культур, в том числе и горчицы сарептской.



Влияние пестицидов на состояние полезного энтомокомплекса в агробиоценозе горчичного поля на 14-й день после обработки

Из препаратов химического синтеза наименьшим отрицательным воздействием на энтомофагов обладал инсектицид актара, на опылителей – маврик. В целом же численность полезных и индифферентных видов насекомых в агробиоценозе горчичного поля на 14-й день после обработки составила: 16,2 тыс. шт./га на варианте с актарой; 12,0 и 11,4 тыс. шт./га на вариантах с мавриком и фастаком. Меньше всего энтомофагов и опылителей наблюдалось на варианте с обработкой баковой смесью фуфанон + фастак – 10,9 тыс. шт./га.

В соответствии с полученными данными по действию препаратов для предпосевной инкрустации семян и вегетативных обработок посевов горчицы на нецелевые объекты биоценоза можно сделать вывод, что все инсектициды химического синтеза в той или иной степени оказывали токсическое влияние на полезную биоту. Поэтому с точки зрения их токсичности для энтомофагов, опылителей и пауков в системах защиты горчицы следует отдавать предпочтение препаратам с наименьшим отрицательным воздействием на полезных обитателей агроценоза, какими показали себя в наших исследованиях пестициды круйзер и актара, а также шире использовать возможности биологического метода борьбы с вредными насекомыми.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ижевский, С. С. Негативные последствия применения пестицидов / С. С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2006. – № 5. – С. 16–19.

2. Кандыбин, Н. В. Микробиологизация – альтернатива химизации при получении экологически безопасной продукции растениеводства: региональные рекомендации / Н. В. Кандыбин, О. В. Смирнов. – М., 1995. – Вып. 1. – 72 с.

3. Коваленко, Л. В. Экологическая оценка применения химических средств защиты растений при возделывании культур в севообороте на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 03.00.16 / Коваленко Людмила Васильевна. – М., 1993. – 42 с.

4. Круглов, Ю. В. Микробиологические аспекты экологизации земледелия / Ю. В. Круглов // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. – Л. : ВНИИСХМ, 1990. – Т. 60. – С. 5–9.

5. Миноранский, В. А. Сохранение полезной биоты – неотъемлемое условие беспестицидных технологий / В. А. Миноранский // Экологически безопасные и беспестицидные технологии получения растениеводческой продукции : материалы Всесоюз. науч.-практ. совещ. В 2 ч. Ч. 2. – Пушкино : [б. и.], 1994. – С. 5–8.

6. Мохова, Н. А. Влияние инсектицида «карате» на уровень окислительного стресса у животных : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16 : 03.00.04 / Мохова Наталья Александровна. – Волгоград, 2001. – 26 с.

7. Новикова, Л. В. Эффективность химических и биологических препаратов против болезней ярового ячменя в Кемеровской области : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.11 / Новикова Любовь Владимировна. – Кемерово, 2005. – 159 с.

8. Новожилов, К. В. Моделирование поведения пестицидов в окружающей среде / К. В. Новожилов, Н. Н. Семенова, Т. М. Петрова // Защита и карантин растений. – 1999. – № 12. – С. 8–13.

9. Тышкевич, Г. Л. Охрана окружающей среды при интенсивном ведении сельского хозяйства / Г. Л. Тышкевич. – Кишинев : Штиинца, 1987. – 242 с.

IMPACTS OF PESTICIDES ON SOIL MICROFLORA AND USEFUL BIOTA

E.A. Ivantsova

The article provides estimate of microbiological activity light-chestnut soils semidesert area of South-East influenced by pesticides. Established inhibitory effect of pesticides on soil microflora. Revealed toxic effects chemicals on the entomophagous and pollinators.

Key words: pesticides, soil microflora, useful biota, entomofauna, Chinese mustard.