

УДК 338.43

СНИЖЕНИЕ ПЕСТИЦИДНОЙ НАГРУЗКИ КАК ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Комарова О.П., Земляницына С.В.

ФГБНУ «Всероссийский НИИ орошаемого земледелия», Волгоград, e-mail: komarova62@rambler.ru

В статье проведен анализ отдельных аспектов воздействия антропогенных нагрузок, в частности применения агрохимикатов, на экологическое состояние агроэкосистем. Рассмотрены проблемы экологической оптимизации природопользования. Для снижения рисков опасности загрязнения экосистем предусмотрена недопустимость дисбаланса в циклах минеральных и органических элементов, сохранение биологического разнообразия, снижение загрязнения токсичными ксенобиотиками на основе дифференциации и минимизации использования средств химической защиты растений, обоснование приемов повышения КПД агроэкосистем в условиях интенсивного земледелия. Отмечается, что основой экологической оптимизации производства сельскохозяйственной продукции является экологический императив, представляющий собой систему агротехнологических и эколого-экономических регламентаций с учетом степени воздействия антропогенных факторов. В рамках разработанной концепции экологической защиты растений предусматривается управление компонентами агроэкосистем на биоценоотическом уровне, выделены три иерархических уровня (агрорландшафт, севооборот и агроценоз), на каждом из которых решаются отдельные задачи, определяющие успешную защиту сельскохозяйственных культур. На уровне целостного агрорландшафта решаются стратегические задачи, направленные на сохранение естественных факторов, обеспечивающих потенциал для саморегуляции энтомокомплексов. На севооборотном уровне решаются тактические задачи, обеспечивающие общее оздоровление фитосанитарного состояния обрабатываемых земель, а оперативные вопросы непосредственного воздействия на популяции отдельных видов – на уровне полей отдельных культур.

Ключевые слова: окружающая среда, пестициды, загрязнение, экологическая безопасность, сельские территории

REDUCING THE PESTICIDE LOAD AS A BASIS FOR ENVIRONMENTAL SAFETY IN RURAL AREAS

Komarova O.P., Zemlyanitsina S.V.

All-Russian research institute of irrigated agriculture, Volgograd, e-mail: komarova62@rambler.ru

The article analyzes certain aspects of the impact of anthropogenic loads, in particular, the use of agrochemicals and pesticides, on the ecological state of agroecosystems. The problems of environmental optimization of nature management are considered. To reduce the risk of pollution of ecosystems provides for the inadmissibility of imbalances in the cycles of mineral and organic elements that retain biological diversity, reducing pollution by toxic xenobiotics on the basis of differentiation and to minimize the use of chemical means of plant protection, substantiation of efficiency of agroecosystems in the conditions of intensive agriculture. It is noted that the basis for environmental optimization of agricultural production is an environmental imperative, which is a system of agrotechnological and environmental-economic regulations, taking into account the degree of impact of anthropogenic factors. Within the framework of the developed concept of ecological protection of plants, management of components of agroecosystems at the biocenotic level is provided. three hierarchical levels (agrolandscape, crop rotation and agroecosis) are identified, each of which solves separate tasks that determine the successful protection of agricultural crops. Strategic tasks aimed at preserving natural factors that provide potential for self-regulation of entomocomplexes are being solved at the level of an integrated agricultural landscape. Tactical tasks that ensure the overall improvement of the phytosanitary condition of cultivated lands are solved at the agricultural level, and operational issues of direct impact on populations of individual species are solved at the level of fields of individual crops.

Keywords: environment, pesticides, pollution, environmental safety, rural areas

К наиболее негативным процессам, сопровождающим сельскохозяйственную деятельность человека, следует отнести эрозию почв, загрязнение почв и подземных вод токсинами, нарушение сельских ландшафтов, а также аккумуляцию вредных веществ в продуктах питания. Это ставит под угрозу не только здоровье населения, но и дальнейшее поступательное развитие сельского хозяйства [1; 2].

В настоящее время наблюдается качественно новый характер воздействия человека на природу в сельском хозяйстве – это высокоинтенсивные технологии, высокоурожайные сорта культур, высокопродуктив-

ные породы животных и т.д., механизация, электрификация и прочее. Высокий уровень интенсификации сельскохозяйственного производства предполагает и значительный уровень антропогенного воздействия. Так, по данным Б.У. Мисриевой и И.А. Агабалаева, в экосистемы в настоящее время поступает примерно 480–500 тысяч различных химических соединений, оказывающих негативное влияние на биосферу. По данным ФАО, в Индии применяют 0,336 кг пестицидов в перерасчете на 1 гектар, в Мексике – 0,75, Аргентине – 0,96, в США и Германии – 3,0, Японии – 11,8 кг [3]. В России пестицидная нагрузка составила в 2013 г.

0,473 кг на 1 га пашни, снизившись в 2 раза по сравнению с 1990 г. (1,0 кг/га), что связано со снижением объемов внесения пестицидов в период реформирования аграрного сектора, а также с применением новых препаратов с более низкими нормами расходов [4; 5].

Для России анализ и прогнозирование изменения антропогенных нагрузок на природную среду в сельском хозяйстве являются неутешительными, потому что в большинстве регионов отмечается значительное снижение содержания гумуса в пахотном слое почвы – в среднем до 0,64 т/га в год. Кроме того, катастрофически увеличивается площадь сельскохозяйственных земель, подверженных эрозии, загрязнение отходами промышленного производства водных источников, которые используются для питьевых целей и орошения [3].

Динамичное ухудшение экологической обстановки, истощение и деградация природных ресурсов сельскохозяйственной отрасли оказывают самое негативное влияние на организацию сельского хозяйства. Одна из причин этого состояния – в некоторой «исчерпанности» развития сложившихся современных систем земледелия, содержание которых до недавнего времени было обусловлено техногенной регуляцией продукционного процесса с возрастающим усилением его влияния на агросистемы более высокого уровня организации. В этих условиях сложность формирования новой модели сельскохозяйственного природопользования обуславливается несовершенным экономическим механизмом использования природных ресурсов в сельском хозяйстве, отсутствием конкретных задач экологического управления, в первую очередь первичным природопользованием, тем, которое определяет уровень исполнения технологической цепочки ресурсопотребления в сельском хозяйстве в целом.

В связи с вышеизложенным экологические проблемы сельского хозяйства должны рассматриваться не только под углом природоохранных ограничений в реализации конкретных производственных задач и гарантироваться лишь запретительными мерами, но также являться целевыми ориентирами и интересами экономического развития субъектов аграрного производства.

Цель исследования заключается в анализе негативного воздействия и рисков опасности химического загрязнения агроэкосистем агрохимикатами, а также в поиске путей снижения пестицидной нагрузки как одного из средств экономической и экологической устойчивости развития сельских территорий России.

Материалы и методы исследования

В качестве материалов исследования были использованы статистические данные по агропромышленному комплексу и развитию сельских территорий, а также нормативно-правовые акты в сфере функционирования аграрного комплекса. Основой исследований стали наработки российских и зарубежных ученых в области защиты растений. Методологической основой исследований послужили научные методы объективного и всестороннего анализа: логический, системный, экономико-статистический и экономико-математический.

Результаты исследования и их обсуждение

Закон РФ об охране окружающей природной среды [6] закрепляет общий принципиальный приоритет экологических требований в охране окружающей среды и обеспечении экологической безопасности общества. Разработка содержания современных экологических требований к охране сельскохозяйственных земель и предотвращению их деградации, прежде всего, связана с оценкой качественного состояния сельхозугодий, их потенциальной биологической продуктивности, возможных натуральных и денежных потерь от снижения уровня продуктивности почвы.

Можно выделить два вида деградации почв: истощение в результате бесхозяйственного к ним отношения со стороны пользователей земель и загрязнение отходами промышленного производства, энергетики, добывающей промышленности, химизации, мелиорации и др. Подобные нарушения и рыночная конъюнктура производства сельскохозяйственной продукции создают необходимость оценки не только экологических качеств самих продуктов, но и ресурсов, затрачиваемых на их производство агросистемой в целом. Принципиальная возможность сохранения, воспроизводства, охраны среды и получения экологически оптимальной продуктивности для конкретных условий земледелия состоит в экологической оптимизации ресурсопользования.

Поскольку затраты на предотвращение загрязнения являются функцией, убывающей по мере увеличения допущенного уровня загрязнения среды, а ущерб от загрязнения – возрастающей функцией того же аргумента, то кривая суммарных издержек загрязнения носит экстремальный характер с минимумом в некоторой точке, соответствующей оптимальному уровню загрязнения среды. В этом случае эксплу-

атационные и средозащитные полезности используемых природных ресурсов являются конкурентными (при увеличении использования первой падает вторая, и наоборот), и поэтому выбор стратегии освоения и оценки того или иного источника природных ресурсов требует постановки задач экологической оптимизации.

Основой экологической оптимизации производства сельскохозяйственной продукции является экологический императив – система агротехнологических и эколого-экономических регламентаций с учетом степени воздействия антропогенных факторов:

- недопустимость дисбаланса в циклах питательных элементов и органике сельскохозяйственных почв в конкретных условиях региона, зоны, хозяйства, поля и т.д.;

- стабилизация гидрологии агросистемы;

- сохранение естественных структур био- и агроценозов и недопустимость снижения их биологического разнообразия;

- исключение загрязнения агроэкосистемы токсичными ксенобиотиками на основе дифференциации и минимизации использования средств химической защиты растений;

- обоснование приемов повышения КПД агроэкосистем в условиях интенсивного земледелия.

Экологически безопасное и экономически целесообразное использование сельскохозяйственных земель предопределяет необходимость соблюдения требований адаптивно-ландшафтных систем земледелия, среди которых следует выделить приоритетные: экологическая приспособляемость сельскохозяйственных культур к почвенно-климатическим условиям зоны возделывания и пределы антропогенного воздействия на агроэкосистемы. Второе условие – это обеспечение комплексности в реализации элементов системы адаптивно-ландшафтного земледелия, что особенно важно, поскольку повышение производительности агросистем в этих условиях связано, прежде всего, с высокой интенсивностью процессов трансформации энергии и вещества.

Во многих странах мира начали разрабатывать и осваивать альтернативные методы ведения аграрного производства (экологические, органические), основанные на сокращении применения агрохимикатов (минеральных удобрений и химических средств защиты растений) и максимального использования биологических факторов повышения плодородия почв, не оказывающих отрицательного влияния на окружающую среду,

но обеспечивающих улучшение условий формирования урожая [7; 8]. По данным В.А. Захаренко [9], продажи микробиологических биопестицидов выросли в 4,7 раза (с 60 до 280 млн долларов) с 1987 г., но при этом от общего объема продаж пестицидов составили менее 2%.

Поэтому необходимо в каждом хозяйстве – крупном и мелком – разрабатывать такие технологии возделывания сельскохозяйственных культур, которые при минимальных затратах уменьшили бы падение почвенного плодородия и стабилизировали урожайность культур с хорошими показателями качества, были экологически безопасными для потребления человеком и животными.

Используемые системы земледелия в большинстве случаев не способствуют воспроизводству почвенного плодородия, не обеспечивают использования местных почвенно-климатических ресурсов рациональным образом, не сохраняют чистоту окружающей среды и не обеспечивают биологическую полноценность продукции.

Высокая значимость экономических проблем в АПК в настоящее время требует новых подходов к оценке конкретной экологической ситуации, складывающейся в агроландшафтах. Агротехнологическая деятельность ведет к структурным и функциональным изменениям природных комплексов: изменяются направления и темпы миграции поллютантов, зоны их выноса и накопления. Одним из последствий промышленной и сельскохозяйственной деятельности человека становится перегруженность биосферы соединениями тяжелых металлов и пестицидов, а это в значительной мере ухудшает экологические условия для возделывания сельскохозяйственных культур и в результате ведет к невосполняемым потерям качества продукции.

Применение химических средств защиты растений как одного из видов интенсификации агропромышленного производства ведет к их аккумуляции в почве, растениях и других объектах биосферы. Как показывают исследования российских и зарубежных ученых, пестициды наиболее устойчивы в почве, период разложения некоторых из них составляет десятки и более лет. Многие пестициды в связи с отсутствием эффективных средств их детоксикации в значительных количествах накапливаются в биосфере. Так, доля загрязнения остаточными количествами пестицидов территории России в 2006 г., по данным В.А. Захаренко, составляла от площадей обследованных территорий 5%, в 2008 г. –

4 %, с загрязненной почвой соответственно 35,7, 38,3 и 38,0 тыс. га [10].

При существующих методах оценки токсичности пестицидов (их несовершенстве и высокой стоимости) следует исходить из того, что любой пестицид представляет собой потенциальную опасность для человека и теплокровных животных. Также необходимо учитывать способность пестицидов к переносу на значительные расстояния (до 10 км от места их применения) с воздухом, водными стоками, живыми организмами, накапливаться в почве, растениях, животных.

Наши исследования показали, что в отдельные годы к началу таяния в снеговой воде накапливаются выше ПДК цинк и фтор. Из тринадцати определяемых элементов и пестицидов в осадках, как правило, ежегодно присутствует четыре элемента и один пестицид: фтор, медь, цинк, магний и 2,4 Д. Следует отметить, что 2,4 Д появляется в августовских и сентябрьских осадках. В октябрьских и ноябрьских осадках его уже не обнаруживается. Количество нитратов в осадках резко возрастает с конца июня от 0,1 до 3,58 мг/л. Относительно высокое содержание нитратов в осадках наблюдается до конца сентября, затем содержание нитратов снижается.

Получение экологически безопасной растениеводческой продукции основывается, в первую очередь, на соответствии биологических требований культурных растений природным факторам. В экологическом земледелии структура посевных площадей определяется составом культур, адаптированных к особенностям конкретного поля, четким плодосменом, видовым и сортовым разнообразием их, что реализуется в севооборотах.

Многолетние исследования ФГБНУ «ВНИИОЗ» и других научных учреждений показывают, что в крупных хозяйствах должны разрабатываться несколько различных севооборотов – это полевые, овощные, кормовые и другие. Общей для всех севооборотов остается необходимость чередования различных культур по типу плодосмена, что способствует подавлению сорной растительности, болезней, вредителей культурных растений и накоплению для растений азота за счет биологической его фиксации [11; 12]. Если это требование не будет соблюдаться, то в борьбе с сорняками, болезнями и вредителями при превышении экономических порогов вредоносности необходимо применение химических средств защиты растений и повышенных доз минеральных удобрений.

В связи с этим при корректировке принятых в хозяйстве севооборотов необходимо провести качественную оценку всех земель и на этой основе ввести такие севообороты, при которых более эффективно используется пашня.

Основные критерии севооборотов при производстве экологически безопасной растениеводческой продукции:

– для каждого севооборота должны быть подобраны участки равного плодородия;

– севообороты должны быть плодосменные с многолетними бобовыми травами, зернобобовыми культурами, что способствует, особенно при дополнительном внесении органики, стабилизации азотного баланса, усвоению труднодоступных элементов питания из почвы и накоплению в корнеобитаемом слое почвы большей массы растительных остатков и очищению почвы от загрязняющих веществ (пестицидов, тяжелых металлов), получению экологически безопасной растениеводческой продукции [12; 13].

Концепцией экологической интегрированной защиты растений предусматривается не полное уничтожение вредных компонентов в агроэкосистемах, а управление элементами этих систем на биоценоотическом уровне. При этом мы выделяем три иерархических уровня, на каждом из которых решаются отдельные задачи, определяющие успешную защиту культур в севообороте (рисунок).

Стратегические задачи, направленные на сохранение естественных факторов, создающих возможности и обеспечивающих потенциал для саморегуляции энтомокомплексов в севооборотах, решаются на уровне целостного агроландшафта. Тактические задачи, обеспечивающие общее оздоровление фитосанитарного состояния обрабатываемых земель, решаются на севооборотном уровне, а оперативные вопросы непосредственного воздействия на популяции отдельных видов – на уровне полей отдельных культур.

Важной проблемой улучшения экологической ситуации в агроэкосистемах является биологическая очистка почв. Под биологической очисткой почв в научной литературе подразумевается очистка с помощью микроорганизмов, а также растений [8]. Результаты исследований Б.У. Мисриевой и И.А. Агабалаева показывают, что тип и скорость метаболизма пестицидов зависят от химической структуры и устойчивости их действующего вещества, а также от механического состава почв. Некоторые растения способны поглощать большое количество токсических веществ, очищая тем самым почву [3].



Принципиальная схема уровней экологической системы защиты растений

Способность культурных растений по-разному детоксицировать пестициды объясняется не только их биологическими особенностями, но и спецификой ризосферы, а также различиями в агротехнике. Вынос пестицидов с урожаем также способствует снижению загрязнения почвы. Во многих исследованиях отмечается корреляция между содержанием пестицида в растении и наличием его в почве.

Потенциальными фитомелиорантами могут служить те растения, которые обладают повышенной устойчивостью к пестицидам (топинамбур) и способны быстро разлагать их, а также культуры – концентраты (гречишные, корнеплоды), концентрирующие вредные вещества и выносящие их с урожаем.

Культуры, устойчивые к различным загрязняющим веществам, используются для рекультивации загрязненных почв, могут обладать способностью разлагать или накапливать пестициды. Особого внимания заслуживает топинамбур, который часто используется в качестве фитомелиоранта. Топинамбур может утилизировать золы ТЭУ, отходы целлюлозно-бумажного производства, хозяйственно-бытовые стоки городов и ферм. Разработан метод рекультивации загрязненных земель с помощью биогазуса и топинамбура. Сначала верхний слой по-

чвы снимают и вывозят на ферму по производству вермикомпоста, затем полученный биогазус вносят на рекультивируемую землю, после этого высаживают топинамбур и выращивают его в течение 8–9 лет. На сильнозагрязненных землях растения могут быть непригодны для использования в пищу и на корм скоту, поэтому стебли рекомендуется применять в целлюлозной промышленности, а клубни – для переработки на спирт [14].

Вместе с тем следует отметить, что использование растений для очистки почв от пестицидов не нашло широкого применения. Чаще используют обычные агротехнические и агролесомелиоративные приемы: черный пар с частыми культивациями, севообороты с учетом чувствительности и устойчивости выращиваемых культур, внесение цеолитов. Для предотвращения загрязнения почв и поверхностных вод эффективны лесополосы из устойчивых к пестицидам культур. Они поглощают 50–95% выносимых с полей химических средств.

Заключение

Точное представление о загрязненности почвы вредными веществами, введение соответствующих почвоочистительных севооборотов и культур, ограничение и даже полное исключение химических удобре-

ний и средств защиты растений, то есть перевод земледелия от интенсивных средств химизации к природосберегающему способу производства, максимальному задействованию биологических факторов продуктивности растений, дает основание для производства натуральной растениеводческой биологически полноценной и здоровой продукции.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Администрации Волгоградской области в рамках научного проекта № 19-410-340017 р_а «Зеленые технологии – драйвер стратегического развития малых городов и сельских поселений Юга России: теоретическое и методологическое обоснование».

Список литературы

1. Захаренко В.А. Мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем в связи с прогнозированием площадей обработок пестицидами в Российской Федерации // *Агрохимия*. 2018. № 12. С. 3–21
2. Brewer M.J., Goodell P.B. Approaches and Incentives to Implement Integrated Pest Management that Addresses Regional and Environmental Issues. *Annual Review of Entomology*. 2012. V. 57. P. 41–59. DOI: 10.1146/annurev-ento-120709-144748.
3. Мисриева Б.У., Агабалаев, И.А. Агроэкологические основы применения пестицидов в Дагестане // *Вестник социально-педагогического института*. 2015. № 3 (15). С. 7–14.
4. Михайликова В.В., Алехин В.Т., Стребкова Н.С., Наумова Е.Н. Использование действующих веществ в составе химических средств защиты растений в Российской Федерации // *Агрохимия*. 2013. № 12. С. 10–14.
5. Михайликова В.В., Стребкова Н.С. Использование средств защиты растений в Российской Федерации // *Агрохимия*. 2015. № 12. С. 56–59.
6. Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 27 декабря 2019 г.) [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901808297/> (дата обращения: 10.03.2020).
7. Шарипов Ш.И., Ибрагимова Б.Ш., Шарипов Ш.И., Ибрагимова Б.Ш. Экономические аспекты и направления государственного стимулирования органического земледелия в Дагестане // *Горное сельское хозяйство*. 2019. № 3. С. 7–13.
8. Quoreshi A.M., Suleiman M.K., Manuvel A.J., Sivadasan M.T., Jacob S. Thomas R. Biofertilizers for Agriculture and Reclamation of Disturbed Lands: An Eco-friendly Resource for Plant Nutrition. *Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Sciences*. 2019. Sp. Issue 4. P. 231–243. DOI: 10.26782/jmcm.spl.4/2019.11.00023.
9. Захаренко В.А. Перспективы защиты растений (по материалам Конгресса ВСПС. XVII International Plant Protection Congress. 15–18 Oktober 2007, Secc, Glasgow, UK. V. I. P. 2–375; V. II. P. 376–873) // *Агрохимия*. 2009. № 4. С. 69–91.
10. Захаренко В.А. Анализ рисков химического загрязнения, связанных с химизацией защитных мероприятий при интегрированном управлении фитосанитарным состоянием агроэкосистем // *Агрохимия*. 2017. № 9. С. 3–24.
11. Мелихова Н.П., Зибаров А.А., Вронская Л.В., Мелихов К.М. Совокупное влияние севооборотов, обработки почвы и удобрений на продуктивность орошаемой пашни и плодородие почвы в условиях Нижнего Поволжья // *Известия Нижневолжского аграрного университетского комплекса*. 2018. № 4 (52). С. 96–103.
12. Булавина Т.М., Булавина Т.М., Привалов Ф.И., Скируха А.Ч. Влияние севооборота, обработки почвы и пестицидов на фитосанитарное состояние посевов сельскохозяйственных культур и их продуктивность // *Земледелие и селекция в Беларуси*. 2015. № 51. С. 4–12.
13. Barges-Ribera M., Gokhale C.S. Eco-evolutionary agriculture: Host-pathogen dynamics in crop rotations // *PLOS COMPUTATIONAL BIOLOGY*. 2020. V. 16. Issue 1. Noe1007546. DOI: 10.1371/journal.pcbi.1007546.
14. Баландин Д.А., Пыткин А.Н., Тарасов Н.М. Управление процессами биологизации АПК в достижении нового технологического уклада: монография. Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения РАН, 2015. 177 с.