

Академия наук СССР
Ордена Ленина Сибирское отделение
Государственная публичная научно-техническая библиотека

Л. А. Юданова

ПЕСТИЦИДЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ
Аналитический обзор

Новосибирск
1989

БК Р121

Юданова Л.А.

Пестициды в окружающей среде: Аналитический обзор / Отв. ред. к.б.н. И.Б. Кнор. – Новосибирск : Изд. ГПНТБ СО АН СССР, 1989.

Авт. : Юданова Л.А., канд. биол. наук.

В обзоре кратко освещены вопросы истории создания синтетических пестицидных препаратов, представлена общая картина негативного воздействия пестицидов на биосферу, а также рассмотрены процессы их накопления, миграции и трансформации в объектах природной среды, в том числе в растительных и животных организмах. Анализируется возможность защиты растений биологическим методом.

Обзор рассчитан на специалистов, занимающихся вопросами защиты растений и экологии сельскохозяйственного ландшафта, а также на массового читателя, интересующегося проблемами влияния пестицидов на окружающую среду.

Табл. 9; рис. 4; лит. : 331 назв.

Ответственный редактор : канд. биол. наук И.Б. Кнор

Обзор подготовлен к печати:
к.п.н. А.Н. Лебедевой, О.Л. Лаврик

© Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Академии наук СССР (ГПНТБ СО АН СССР), 1989.

ОТ РЕДАКТОРА

Проблема угрожающего насыщения нашей планеты продуктами человеческой деятельности становится все более актуальной. В частности, большое беспокойство в мире вызывает широкое применение пестицидов, главным образом, с целью защиты растений и животных от вредителей и болезней. Широкомасштабное и до последнего времени порой бесконтрольное использование этих препаратов крайне обострило экологическую обстановку и в нашей стране. В этой связи вновь приходится сознавать, что социальное звучание этой важной, касающейся практически каждого из нас проблеме придали не голоса ученых, а, в основном, голос общественности. Причина здесь не только в том, что ученым не хватило гражданского мужества и чувства ответственности. В большей степени это объясняется тем, что им зачастую просто нечего сказать из-за недостаточной проработанности многих вопросов данной проблемы.

К сожалению, плохое планирование и низкая координация научных исследований привели к тому, что очень важные экологические направления разрабатываются у нас крайне неудовлетворительно. В частности, необходимы планомерные исследования последствий широкого применения пестицидов для нецелевых объектов животного населения агроландшафта, среди которых много исключительно полезных видов и которые вместе с вредителями испытывают значительное ингибирующее действие токсикантов. В СССР такие работы в последние годы ведутся в Институте зоологии и паразитологии АН Литовской ССР. Они, правда, касаются только населения почвенной биоты (микробиота, простейшие, нематоды, дождевые черви, орибатидные и гаммазовые клещи, коллемболы, личинки насекомых). Собранные этим коллективом в 1976-1980 гг. материалы опублико-

ваны в совместной монографии.

Из упомянутых групп педобионтов у нас относительно неплохо изучены последствия применения пестицидов для почвенной микрофлоры. Однако в довольно большой отечественной литературе по этому вопросу выводы исследователей далеко не однозначны от утверждения о наблюдающемся стимулирующем влиянии до признания резкого ингибирующего эффекта. Столь противоречивые выводы заставляют предположить, что последствия химических обработок для микрофлоры зависят от многих факторов, которые полностью учесть практически невозможно. В частности, Ю.В. Круглов в качестве одной из причин называет то, что в микробиологии мы имеем дело не с отдельными видами, а с целым комплексом организмов, существенно отличающихся по биохимическим и экологическим характеристикам.

Вопрос о действии пестицидов на почвенную микрофлору приобретает сейчас особое значение с точки зрения утилизации этих химических соединений в природных экосистемах. В последнее время целым рядом исследователей показано, что именно почвообитающие микроорганизмы являются главными агентами их детоксикации. Более того, Л.А. Головлева, сотрудница Института биохимии и

-
1. Влияние пестицидов на педобионты и биологическую активность почвы. - Вильнюс: Мокслас, 1982. - 164 с.
 2. Круглов Ю.В. О почвенно-микробиологической оценке токсичности пестицидов// Экологические последствия применения агрохимикатов(пестициды)/ Материалы 3 Всесоюз. науч.-коорд. Совещ. по междунар. прог. ЮНЕСКО "Человек и биосфера", проект 9-Б. - Пушино, 1982. - С.28-32.
 3. Головлева Л.А. Микробиологическая деградация чужеродных соединений: Автореф. докт. дис. - Пушино, 1979. - 42 с.

физиологии микроорганизмов АН СССР, на основе многолетних исследований приходит к выводу, что встречающиеся в природе микроорганизмы способны утилизировать практически любое чужеродное соединение, являющееся продуктом человеческой деятельности.

Большая роль почвенной микрофауны в минерализации растительных остатков и повышении почвенного плодородия общеизвестна. В связи с этим понятен пристальный интерес специалистов к вопросу о действии на упомянутых членистоногих химических обработок. Большинство авторов подчеркивает, что последствия применения пестицидов для данного зоокомплекса не одинаковые. Чаще всего эти токсиканты действуют как ингибиторы, но нередки случаи, когда в результате их применения наблюдается четкий стимулирующий эффект. Это объясняется рядом причин, из которых прежде всего следует отметить разную токсичность препаратов, а также разную чувствительность отдельных групп и видов микроартропод к одному и тому же токсиканту, обусловленную, главным образом, биологическими и экологическими особенностями конкретных представителей.

В настоящее время уже достаточно четко показано, что существенное снижение пестицидной нагрузки на природу может быть прежде всего достигнуто за счет совершенствования технологии и техники внесения этих препаратов в окружающую среду. В частности, хорошую перспективу имеет аэрозольная технология обработки сельскохозяйственных культур против вредителей с применением генератора регулируемой дисперсности (ГРД),

-
4. Применение аэрозолей для борьбы с вредными насекомыми / Отв. ред. Куценогий К.П. - Новосибирск: Наука, 1978. - 147 с.

сконструированного на базе авиационного двигателя специалистами Института химической кинетики и горения СО АН СССР.

Аэрозольная технология с самого начала разрабатывалась в соответствии с концепцией интегрированной защиты растений, взятой сейчас на вооружение практически всеми развитыми странами мира. В ней реализованы следующие основные принципы интегрированной защиты; 1 - обеспечивается существенное снижение удельного расхода препаратов (в 2-10 раз), 2 - большая производительность позволяет проводить обработки в лучшие агротехнические сроки, 3 - эта технология предполагает выборочную обработку полей с обязательным учетом экономических порогов вредителей, 4 - она обеспечивает избирательность действия инсектицидов: регулирует численность целевых фитофагов при шадящих последствиях для нецелевых объектов почвенного, напочвенного и в меньшей степени травяного ярусов.

Изучением последствий применения инсектицидных аэрозолей для нецелевых объектов агроландшафта в рамках работы комплексной аэрозольной экспедиции в основном занимались сотрудники Биологического института СО АН СССР. Собранные в 1981-1985 гг. материалы опубликованы в двух тематических сборниках^{5,6}, где представлены результаты исследований влияния аэрозольных обработок на почвенную микрофлору, почвообитающих клещей и

-
5. Оптимизация технологии применения инсектицидных аэрозолей / Сб. научн. тр. - Новосибирск, 1983. - 141 с.
 6. Антропогенные воздействия на сообщества насекомых / Отв. ред. Золотаренко Г.С. - Новосибирск: Наука, 1985. - 170 с.

коллембол, напочвенных и хортобионтных членистоногих.

Собранные материалы позволили однозначно оценить ингибирующее действие инсектицидных аэрозолей на представителей первых четырех групп как несущественное. Иначе дело обстоит с обитателями травостоя. Занимая одну экологическую нишу с вредителями, против которых направлены обработки, они подвергаются практически одинаковому инсектицидному воздействию с весьма существенным элиминирующим эффектом. Однако уже через 20–30 дней после обработки их численность восстанавливается до 60–80% контроля, а к концу летнего сезона эта разница исчезает полностью.

Оказывая угнетающее действие на полезные компоненты биосферы, пестициды проникают также в продукты питания и вместе с ними попадают непосредственно в человеческий организм, вызывая различные функциональные расстройства и патологические отклонения. Одним словом, проблема "Пестициды" в настоящее время весьма актуальна и, к сожалению, еще недостаточно изучена. В связи с этим аналитический обзор зарубежной и отечественной литературы по упомянутой проблеме, подготовленный кандидатом биологических наук Л. А. Юдановой, безусловно, вызовет интерес как у специалистов, так и у массового читателя.

Отв. ред. к.б.н. И. Б. Кнор

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении сотен тысяч лет биологической эволюции природа оказывала на человечество формирующее влияние, а человек приспособлял окружающую среду для нужд своей хозяйственной деятельности. Но такое вмешательство в природу, как правило, было обратимым. Обратимость этого процесса была обусловлена незначительностью такой антропогенной деятельности, а также отсутствием высокоэффективных орудий производства. И только в последнее столетие на нашей планете стали происходить такие изменения, которые в своем большинстве имеют необратимый характер. В основном это связано с развитием самых различных отраслей промышленного производства, интенсификацией сельского хозяйства, усиленным использованием природных ресурсов и т.д. В результате этого человеческому организму пришлось адаптироваться к новым факторам внешней среды — к искусственному шуму, повышенным нагрузкам, вибрации, жить в атмосфере с повышенным содержанием окиси углерода, азота и др., употреблять воду и пищу с целым рядом химических веществ, обладающих высокой биологической активностью.

С развитием химической индустрии человечество получило не только массу новых веществ, материалов, лекарственных и многих других химических соединений, но и мощное оружие — пестициды, вещества для борьбы с биотическими факторами — грызунами, сорняками, насекомыми-вредителями, возбудителями болезней, которые отнимают у человека значительную часть основных продуктов питания. При помощи этих химических средств защиты рас-

тений за короткое время удалось добиться существенной прибавки к урожаю во всех областях сельскохозяйственного производства. Однако довольно скоро стало очевидным, что кажущаяся победа была, во-первых, не полной, а, во-вторых, гигантские масштабы производства и бесконтрольное применение пестицидов породили очень серьезные экологические проблемы, связанные с накоплением ядохимикатов в биотической и абиотической среде.

В задачу настоящей работы входило краткое освещение истории применения естественных пестицидов и создания синтетических средств защиты растений, а также рассмотрение процессов накопления, миграции и трансформации химических веществ в экосистемах и в отдельных организмах. Данный обзор преследует цель не только представить общую, почти схематичную картину разнообразного воздействия пестицидов на природу, но и предложить к вниманию, изучению, а, может быть, и к практическому применению некоторые способы и средства защиты растений, часть из которых в настоящее время с успехом уже применяется в отдельных хозяйствах нашей страны и за рубежом.

В работе над обзором была использована как отечественная (около 60% всех цитированных источников), так и зарубежная литература (книги, статьи, монографии и т.д., всего 330 наименований), охватывающая по времени примерно два последних десятилетия.

Обзор адресуется как экологам и специалистам, занимающимся вопросами сельского хозяйства и охраны окружающей среды, так и широкому кругу читателей.

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕСТИЦИДАХ

1.1. История создания и сферы применения пестицидов

С тех пор, как человек научился систематически выращивать полезные, а позже и культурные растения, он знал, что сможет убрать с полей только то, что останется после вредителей—насекомых, грызунов и болезней растений. Вообще от биотических факторов во многом зависит благополучие в жизни людей. Неоднократные вспышки заболеваний картофеля обрекли на голод целые страны — Ирландию, Германию, Бельгию, Голландию, Россию; массовое распространение ядовитых сорняков было причиной повального отравления скота в Германии; в конце прошлого века ржавчинный грибок полностью уничтожил кофейные деревья на Цейлоне, вместо которых в настоящее время выращивается чай.

Человек всегда стремился сохранить как можно большую часть выращенного урожая, защитить растения от вредителей. Еще в творчестве Гомера, т.е. более 2000 лет назад появились первые сведения о применении серы в качестве очищающего средства, а первые практические рекомендации были предложены за 460 лет до нашей эры Демокритом, который советовал вымачивать семена злаков в соке заячьей капусты, чтобы они не болели головней. В Восточной Индии и Малайе с незапамятных времен для отпугивания вредных насекомых использовались растения семейства мотыльковых. С 1763 года во Франции для борьбы с насекомыми—паразитами стали использовать табак, но никотин — главный активный компонент этого растения был открыт как вещество лишь в 1809 году. Кроме препаратов растительного происхождения для уничтожения насекомых довольно широко применялись такие вещества, как нефтяные масла, креозот, терпентин. Из неорганических сое-

динений раньше других стали использоваться соединения мышьяка. Например, так называемая парижская зелень (арсено-ацетат меди) успешно применялась для борьбы с колорадским жуком еще в 1865 г.

В начале XIX века в странах Европы и в США широкое применение нашел порошок из цветочных головок персидской ромашки- пиретрум. Это вещество оказалось чрезвычайно эффективным для уничтожения бытовых насекомых-паразитов при полной своей безвредности для человека.

В основном целенаправленный поиск веществ, защищающих растения от болезней и вредителей, начался в конце XIX века после ряда случайных открытий. Так, в 1882 году французский ботаник Милларде обнаружил, что смесь сульфата меди с гашеной известью хорошо защищает виноградную лозу от заболеваний. Эта смесь в улучшенной форме под названием бордоской жидкости применяется и в настоящее время.

Постепенно для защиты растений стали применять соли цинка, хрома, таллия, ртути и т.д. Поскольку эти вещества стоили сравнительно дешево, они вскоре получили самое широкое распространение. Некоторые из них и сегодня с успехом применяются в садоводстве, виноградарстве, овощеводстве.

Что касается борьбы с сорняками, то она фактически началась после того, как в конце прошлого века французский виноградарь Бонне заметил, что раствор сернокислой меди уничтожал полевую горчицу, но не действовал на другие растения. Затем такое же свойство было обнаружено у сернокислого железа и каинита - особым образом обработанного и тонко размолотого порошка обычных калийных удобрений. Таким образом, к концу прошлого столетия против вредных насекомых, возбудителей болезней растений и сорняков применялось уже около 40 различных препаратов.

Свое название пестициды получили от латинского *pestis* - зараза и *caedo* - убиваю. Этим термином в

начале XX столетия стали обозначать синтетические или природные вещества, используемые для борьбы со всеми видами животных и растений, приносящими вред человеку и его хозяйству.

Первые синтетические пестицидные препараты появились после второй мировой войны в результате открытия инсектицидных свойств у ряда ранее существовавших химических соединений. Первым таким соединением стал ДДТ. Он был получен в 1874 году, но его сильные инсектицидные эффекты были обнаружены лишь спустя 65 лет, в 1936 году. Вскоре такие же свойства были найдены и у ГХЦГ, синтезированного еще раньше, в 1825 году. ДДТ и ГХЦГ принято считать пестицидами первого поколения. В 40-х годах нашего столетия они стали широко применяться для самых разных целей, в частности, как дезинфицирующие вещества в связи с катастрофическим распространением инфекционных заболеваний в Центральной Европе после второй мировой войны. По данным подсчета различных исследователей, в биосферу земли только одного ДДТ за 30 лет его применения было внесено от 1,5 до 4,5 млн. т /1/.

Большой класс синтетических фосфорорганических соединений (эфиры фосфорных, тиофосфорных, дитиофосфорных кислот), токсичных для мелких грызунов, был открыт еще в конце XIX века, а соединения этого класса, предназначенные для уничтожения вредных насекомых, были получены в конце 30-х годов текущего столетия.

Спрос на пестицидные средства стимулировал интенсивный поиск и синтез новых препаратов все более разнообразного спектра действия. В 1960 году только в США было выдано 7852 патента, а в 1962 году было зарегистрировано уже 9444 новых пестицидных препарата и на их производство израсходовано 325 млн. долларов. Масштабы сбыта возросли с 40 млн. долларов в 1939 году до 300 млн. долларов в 1959 году. Одновременно росло и производство ДДТ: в 1963 году во всем мире его производилось более 11340 т.

По производству и использованию пестицидов первое место в мире занимают США. К 1975 году, например, там было произведено пестицидов на общую сумму 3 млрд. долларов. В настоящее время ежегодные затраты США на пестициды составляют примерно 4 млрд. долларов, что позволяет получить дополнительную продукцию на сумму 15-18 млрд. долл. В СССР на аналогичные цели расходуется 0,5 млрд. рублей, которые окупаются сельскохозяйственной продукцией стоимостью более 5 млрд. рублей /2/.

Пестицидные препараты как средства защиты растений широко распространены во всем мире. Сегодня ими обрабатывается более 4 млрд га, причем на 1 га приходится в среднем 2,0 кг этих препаратов, а в Японии даже 11,5 кг /3/. В СССР в 1986 году было применено в среднем около 1,9 кг/га пестицидов, которые применялись на 87% пашни. В США в том же году эти показатели составили 1,6 кг/га на 61% пашни. Показательно, что в 1982 году объемы использования пестицидов в США заметно сокращаются /4/.

Мировое производство пестицидов по данным 1980 года достигло 2 млн. т/год. К 2000 году эта цифра по оценкам различных специалистов может увеличиться примерно в 5 раз.

В СССР в 1938 году было произведено всего 3 тысячи т пестицидов, а к 1979 году их выпуск составил уже 475 тыс т /5/. Размеры использования средств защиты растений свидетельствует о том колоссальном ущербе, который наносит сельскому хозяйству, а также различным областям народного хозяйства биотические факторы - насекомые-вредители, грызуны, возбудители болезней растений, сорняки (табл.1) /3/.

Таблица 1

Мировые потери сельскохозяйственной
продукции

Продукция	млн.т	% от общего урожая
Сахарная свекла и сахарный тростник	636	45
Кофе, какао, чай, табак, хмель	6	37
Зерно	506	35
Семена масличных культур	42	33
Картофель	129	32
Плодовые, цитрусовые, томаты	56	29
Овоши	78	28

Биотические факторы уничтожают примерно 35% мирового урожая, что в целом оценивается примерно в 75 млрд. долларов. В частности, от вредных животных и насекомых ущерб составляет 14%, от болезней - 12%, от сорняков - 9% /6/. Но цифры полного ущерба - величина приблизительная, поскольку из-за чрезвычайной сложности расчетов невозможно определить всю совокупность ущерба, наносимого сельскому хозяйству.

По данным ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) только при хранении ежегодные потери зерна от поедания вредителями достигают 65 млн. т. Такого количества хлебных ресурсов достаточно, чтобы прокормить в течение года население всего африканского континента. В Индии, например, потери зерна пшеницы при хранении нередко составляют 60-65%, риса - свыше 50% /7/. В ПНР, Великобритании, Канаде, ФРГ за год потери от вредителей составляют 5-10% хранимого зерна, а в ряде развивающихся стран (АРЕ, Нигерия и др.) - до 30-45%. В США такие убытки оцениваются в 1 млрд. долл./8/.

В настоящее время в мировом арсенале синтетических средств защиты растений насчитывается более 5 тыс. препаратов, общее производство которых превышает 17 млн. т. Безусловно, применение пестицидов позволяет увеличить и сохранить урожай. Так, если в США среднестатистический фермер в 1900 году обеспечивал продуктами 7 человек, а в 1940 году - 11 человек, то в 1970 году - уже 46 человек, а в 1980 - 55 человек, причем, в последние 10 лет его производительность возросла в основном благодаря широкому использованию пестицидов в своем хозяйстве.

В нашей стране сельское хозяйство при помощи пестицидов ежегодно дополнительно производит 22 млн. т зерна, 11 млн. т картофеля, 15 млн. т сахарной свеклы и почти 3 млн. т хлопка. Кроме того, экономия на прополке сорняков за счет исключения ручного труда составляет еще около 535 млн. рублей. Рентабельность рационального применения гербицидов на зерновых культурах составляет обычно 291%, на посевах кукурузы - 545%, проса - 326%, риса - 369%. Довольно высока экономическая эффективность применения гербицидов в овощеводстве, на посевах кормовых культур, в льноводстве /9-10/.

В зависимости от назначения пестициды подразделяются на следующие основные группы:

- инсектициды	-	"	-	"	-	препараты для борьбы с насекомыми,
фунгициды	-	"	-	"	-	с грибами,
гербициды	-	"	-	"	-	с высшими растениями,
бактерициды	-	"	-	"	-	с бактериями,
моллюскоциды	-	"	-	"	-	с улитками и слизнями,
акарициды	-	"	-	"	-	с клещами,
нематоциды	-	"	-	"	-	с нематодами,
зооциды	-	"	-	"	-	с вредителями из числа позвоночных,
альгициды	-	"	-	"	-	с водорослями-сорняками,

и т.д.

По специфичности токсического или другого действия эти препараты подразделяются на афициды - вещества, поражающие только тлей, овициды - уничтожающие только яйца насекомых и клещей, ларвициды - отравляющие только личиночные стадии вредителей, аттрактанты - привлекающие насекомых и клещей, репелленты - отпугивающие насекомых и т. д. Некоторые пестициды не убивают вредные организмы, а действуют на них таким образом, что они теряют способность размножаться (хемостерилизаторы) или наносить вред (антифиданты). К пестицидам относятся также арборициды, применяемые для уничтожения деревьев, кустарников и другой растительности, дефолианты - для искусственного удаления листьев с растений перед машинной уборкой урожая, десиканты - для подсушивания растений перед уборкой семенных посевов, ростактиваторы - вещества, ускоряющие развитие растений и созревание урожая, ингибиторы - препараты, замедляющие развитие растений и их физиологические процессы, особенно в период длительного хранения и т.п. Вещества, применяемые в виде отравленных пищевых или экологических приманок, называются ротендицидами.

Внутри каждой группы препараты делятся на более узкие подгруппы. Так, например, гербициды по характеру действия разделяются на вещества, действующие на все виды растений и на токсичные только для определенных видов, а также на вещества системного и контактного способа действия. Инсектициды также можно группировать по способу действия, например, инсектициды контактного, кишечного, респираторного и т. д. действия.

По химическому строению пестициды подразделяются на класс хлорорганических соединений (ХОС) (ДДТ, ГХЦГ, полихлоркамфен и др., всего около 20 соединений), класс фосфорорганических соединений (ФОС) (метафос, карбофос, хлорофос, фосфамид и др., всего около 25 соединений), класс карбаматов, пиретроидов, производных мочевины, ртутьсодержащих пестицидов и т. д., всего около 250 наименований.

Пестициды классифицируются по степени токсичности, биологической активности и по другим характеристикам.

В нашей стране применяются только те препараты, которые включены в "Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве" /11/.

Сферы применения пестицидных препаратов весьма обширны. В качестве основных можно назвать следующие:

- защита растений от различных вредителей, в том числе от членистоногих и грызунов,
- борьба с переносчиками инфекционных заболеваний человека и животных, а также с вредными членистоногими в бытовых условиях - комарами, москитами, блохами, мухами, клещами и т. д.;
- защита домашних животных от эктопаразитов;
- защита запасов зерна, продуктов растительного и животного происхождения, а также неметаллических материалов от повреждения членистоногими и мик-

роорганизмами;

- защита растений от болезней грибкового, бактериального и вирусного происхождения;
- борьба с сорной и нежелательной растительностью;
- защита морских судов от обрастания различными видами микроорганизмов, нарушающими нормальную плавучесть судов и уменьшающими скорость хода;
- борьба со слизееобразованием в бумажной и некоторых других отраслях промышленности;
- борьба с зарастанием каналов и других водных систем;
- регулирование роста растений.

Каждое из этих предназначений в свою очередь многосторонне. Например, регуляторы роста, включающие в себя огромное количество различных химических соединений, имеют по меньшей мере 17 разных применений /12/. А у некоторых пестицидных препаратов были выявлены совершенно неожиданные свойства. Так, после сильных экспозиций препаратом ТМДТ, являющегося протравителем семян, у человека возникает непереносимость алкоголя. В связи с этим в медицинской практике это вещество нашло применение как средство для лечения алкоголизма (сульфирам, антабус).

Все пестицидные препараты должны отвечать определенным требованиям: во-первых, они должны быть способны уничтожать все вредное и не вредить полезному, во-вторых, обладать экономической эффективностью, т.е. быть достаточно дешевыми, но, главное, они должны быть гигиенически безопасными, то есть не причинять вреда человеку ни в настоящем, ни в отдаленном будущем. Этими качествами в наибольшей степени обладают фосфорорганические пестициды (ФОП), которые достаточно активно проникают через кутикулу насекомых и в ткани растений, что повышает их эффективность по сравнению с препаратами других органических соединений:

они быстро разрушаются в природе. Весьма немаловажным является и их низкая стоимость.

Полной противоположностью ФОП являются хлорорганические пестициды (ХОП). При использовании их в практике почти сразу же выяснилось, что они поражают не только вредные организмы, против которых направлены, но и все организмы вообще. Более того, многие из этих веществ как никакие другие оказались стойкими к разрушению во внешней среде и способными накапливаться в животных и растительных организмах /13/. В настоящее время множество этих веществ циркулирует в окружающей среде и не исчезнет, по крайней мере, в течение еще нескольких десятилетий, даже если их применение будет немедленно прекращено во всем мире. Менее стойкие пестицидные препараты также стали причиной неменьшего беспокойства, поскольку продукты их распада часто оказываются во много раз токсичнее исходного соединения.

Все без исключения токсиканты оказались способными включаться в общий круговорот веществ и передаваться по трофическим цепям во все звенья экологической системы, в конечном итоге достигая человека и оказывая на него негативное воздействие.

Таким образом, наряду с наличием безусловных достоинств, пестициды обладают также рядом весьма опасных для природы и человека свойств, которые проявились практически сразу после начала их широкого применения и во все большей степени выявляются в настоящее время /14-17/. Пути миграции пестицидов в окружающей среде иллюстрируются рис. 1, на котором показан типичный пример пищевой цепи /18/.

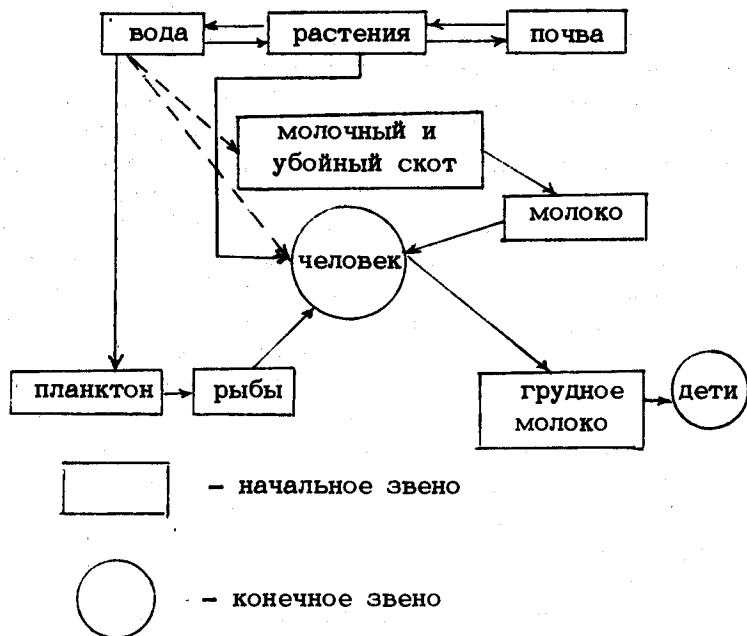


Рис. 1. Пути миграции пестицидов в окружающей среде

Опасность пестицидов, кроме всего прочего, обусловлена еще и тем, что они способны распространяться далеко за пределы района непосредственного применения, охватывая поражающим эффектом огромные территории. Уже сегодня ясно, что глобальный характер миграции остатков пестицидов может иметь самые неожиданные последствия не только для существующего, но и для будущих поколений. Здесь уместно привести высказывание С.С.Шварца /19/: " Эволюция, подстегиваемая химизацией и локальным повышением радиоактивного фона, грозит создать формы, с которыми трудно будет справиться даже современной технике".

К наиболее существенным выявленным последствиям воздействия пестицидов на природу можно отнести следующие:

- нарушение экологических условий обитания организмов;
- нарушение индивидуального развития организмов;
- нарушение численности, возрастных и половых отличий внутривидовых популяций;
- нарушения генетических отличий популяций;
- нарушение трофических цепей и пирамид;
- нарушения состава и структуры сообществ;
- нарушение круговорота химических элементов и соединений в природе /20/.

Необходимо отметить, что нарушения, вызванные пестицидами, как, впрочем, и другими химическими веществами, в большинстве случаев необратимы.

Таким образом, многочисленные факты свидетельствуют о том, что повреждающее действие пестицидов на окружающую среду весьма разнообразно и разнонаправленно. Теперь уже очевидно, что загрязнение биосферы в нашей стране является не только следствием научно-технического прогресса, в том числе химизации сельского хозяйства, но и представляет собой результат нерационального использования ресурсов природы.

1.2. Способы использования пестицидных препаратов

Эффективность использования пестицидных препаратов зависит во многом от того, в какой форме применяется данное вещество и каким способом наносится на поверхность почвы, растений, насекомых. Пестициды выпускаются в виде дустов, смачивающих порошков, растворов, эмульсий, суспензий, паст, микрокапсул, гранул. В состав препаратов, кроме действующего вещества,

входят также различные минеральные наполнители, твердые и жидкие разбавители, поверхностно-активные вещества, а иногда и специальные добавки – прилипатели, антиокислители, антииспарители, загустители и т. д.

Чаще всего в практике применяются дусты, которые распыляются над обрабатываемой территорией с самолетов сельскохозяйственной авиации. Водные растворы препаратов разбрызгиваются с помощью наземной аппаратуры разной конструкции, гранулы и микрокапсулы обычно запаховаются в почву на определенную глубину. Каждый способ имеет как свои несомненные преимущества, так и немалые недостатки. Забегая вперед, можно отметить, что экологически наиболее безвредным для окружающей среды и наиболее эффективным способом является применение ядохимикатов в виде гранул и микрокапсул. Гранулированные пестициды составляют в настоящее время заметную долю среди средств защиты растений, применяемых за рубежом. Так, в США они составляют 30–35%, в Японии – 60–80% в ассортименте препаратов.

Эффективность действия препарата определяется его персистентностью (устойчивостью к разрушению) в окружающей среде. Чем более устойчив препарат, тем он эффективнее, но тем сильнее он загрязняет биосферу. Кроме того, следует учитывать и другие химические свойства препарата, например, его летучесть, поскольку при испарении вещества происходит загрязнение атмосферы. Если же персистентный пестицид не летуч, то возникает опасность накопления его в почве или смыва его с поверхности почвы и растений в водные системы, проникновение в грунтовые воды, питьевые источники и т.д.

Эффективность обработок полей зависит также от размера частиц используемого вещества, его концентрации, площади обрабатываемой поверхности, густоты посевов, климатических и метеорологических условий и многого другого. Процент потерь пестицида при обработках почти всегда достаточно велик, достигая порой 99%, пос-

кольку значительное его количество оседает на почву, минуя растения, а часть вещества сносится воздушными потоками за пределы обрабатываемой площади или испаряется. Плотнo посаженные растения снижают потери препарата, а редкие и маломощные, напротив, уменьшают эффективность такой обработки. Так, при опрыскивании низкорослого хлопчатника примерно 40% препарата оседает на растениях и около 35% попадает на почву. При обработке высокого, до 1,25 м хлопчатника, на его листве оседает уже 83% пестицидного вещества /21,22/.

1.3. Пестициды как загрязняющие вещества

В зависимости от масштаба загрязнение окружающей среды химическими веществами может быть точечное (локальное), хроническое (региональное), глобальное. К точечному загрязнению, как правило, относят разовые выбросы токсических веществ в окружающую среду в результате аварий, взрывов, пожаров, стихийных бедствий. Последствия такого загрязнения чаще всего проявляются в конкретном географическом пункте и в ряде случаев могут быть значительными. В качестве примера можно привести получивший широкую известность взрыв, произошедший около четверти века назад на химическом заводе в итальянском городе Севезо, в результате чего территория завода и близлежащих районов была заражена высокотоксичными продуктами синтеза гербицида 2,4,5-Т, выпускавшемся на этом предприятии. Тогда пришлось не только эвакуировать население города, но и разрушить и утопить в океане оборудование и стены завода до последнего камня. На всей территории аварии был снят слой почвы и также захоронен в специально отведенном для этого месте. Расходы по ликвидации последствий этого взрыва составили около 200 млн. долларов /23,24/.

Под хроническим (региональным) загрязнением понимается продолжительное по времени поступление экоток-

сикантов в окружающую среду. В этом случае происходит постепенное загрязнение довольно обширного района за счет переноса токсичных химических веществ с воздушными потоками или распространение их через водные системы. Глобальное загрязнение охватывает значительную часть земной поверхности. Огромная роль здесь принадлежит атмосферным процессам.

По мнению экологов, загрязнение окружающей среды пестицидами – одна из самых серьезных проблем, т.к. неконтролируемое применение ядохимикатов в сельском хозяйстве все чаще приводит к серьезным нарушениям в различных звеньях экосистемы, ухудшает основные свойства почвы, воды, воздуха, растительности и пищевых продуктов, тем самым затрагивая здоровье населения всего земного шара.

Сведения о современном санитарном состоянии биосферы весьма многочисленны /25–28 и др./.

Обострение интереса к проблеме загрязнения окружающей среды пестицидами вызвала книга Р. Карсон "Безмолвная весна" /29/, впервые вышедшая в 1962 году и выдержавшая только в США 6 изданий. Во все более широком применении химических средств борьбы с вредителями сельского хозяйства Карсон усмотрела огромную опасность для будущего всего человечества. Она высказала предположение, что со временем ядовитые химические вещества могут настолько пропитать поверхность земли, что сделают ее непригодной для всякой жизни, и тогда весна – время пробуждения природы – станет безмолвной, поскольку не будет больше ни птиц на полях и в лесах, ни рыбы в реках, и над всем человечеством нависнет смертельная опасность. Затем появился еще целый ряд работ, всесторонне оценивающих влияния химических веществ на природу /30–33/. Из отечественных исследований в первую очередь следует отметить коллективный труд "Введение в геоигиену", посвященный В.И.Вернадскому, где проблема загрязнения окружающей среды впервые была представлена на

столь высоком научном уровне и в систематизированном виде /34/.

В настоящее время в биосфере циркулирует более 5 миллионов химических веществ искусственного происхождения и ежегодно к этому количеству добавляются многие тысячи новых. Пестициды, еще 8-10 лет назад занимавшие среди приоритетных загрязнителей 8-9 место, теперь продвинулись на 1-3 место в этом тревожном списке. В связи с этим сегодня как никогда остро стоит задача разработки мер, обеспечивающих уменьшение поражающего действия ядохимикатов на окружающую среду.

ГЛАВА 2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ С КОМПОНЕНТАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

2.1. Загрязнение пестицидами атмосферного воздуха

Содержание пестицидов в атмосферном воздухе стали определять лишь в 60-х годах, когда их использование, в особенности ДДТ, достигло максимальных размеров. Однако данных о загрязнении воздуха пестицидными препаратами в литературе гораздо меньше, чем такой же информации по другим природным объектам. Это объясняется в основном тем, что идентификация пестицидов в воздухе сопряжена с рядом методических трудностей. В среднем уровень пестицидов в воздухе населенных пунктов измеряется сотыми-стотысячными долями мг/м³.

При обработке пестицидами любых поверхностей значительное количество ядохимиката рассеивается в пространстве или испаряется. Процесс испарения существенно снижает эффективность пестицидов, поскольку в этом случае может теряться от 20 до 90% препарата за период от 2 до 167 дней /35-36/.

Степень испарения пестицидных препаратов зависит от многих факторов: от климатических условий, от тем-

пературы почвы, воздуха, от степени летучести соединений и т. д. /37/. Поэтому особо летучие вещества, как правило, применяются в виде гранулированных форм, капсул или запаховаются непосредственно в почву.

Степень испарения препаратов оценивается в баллах (табл. 2) /38/.

Таблица 2

Степень испарения пестицидов в зависимости от масштабов потерь вещества в кг/ га/год

баллы	потери пестицидов кг/га в год
1	0,1
2	0,2 - 3,0
3	3,5 - 6,5
4	7,0 - 14,0

Потери пестицидов за счет испарения впервые были обнаружены по фумигантному действию инсектицидов, например, паратиона, пиклорама и др. В настоящее время действие на насекомых паров инсектицидов используется для оценки летучести вещества /39,40/.

Быстрая потеря препаратов с обработанных поверхностей приводит к необходимости увеличения дозы, к повторной обработке и, следовательно, к еще более интенсивному загрязнению почвы и воздуха.

Прямых измерений степени испарения пестицидов с поверхности почвы и растений в полевых условиях сравнительно немного /41-43/. Показано, что наиболее интенсивно этот процесс идет в первые часы после применения препарата. Величину испарения можно рассчитать по методике, описанной Хартли /44/ или аналогичным /45/.

Количество испарившегося пестицида, как правило, коррелирует с температурой воздуха. Особенно летучи

эфиры 2,4-Д, ГХЦГ. ХОП испаряется мало, но при использовании в больших количествах их концентрация в атмосфере становится весьма заметной /46/.

При опыливании и опрыскивании полей довольно большая часть пестицидов обычно не достигает земли, длительное время оставаясь в воздухе во взвешенном состоянии. Так, по данным Тейлора /47/, при обработке поля дильдрином и гептахлором способом наземного опрыскивания 60% дильдрина и 42% гептахлора оставалось в атмосфере. Надо отметить, что аэрозольные обработки, авиахимические опрыскивания и опыливания пестицидными препаратами таят в себе большую опасность сноса действующего вещества на значительные расстояния. Кроме метеорологических факторов снос зависит также от ряда условий, поддающихся контролю. К ним относятся, например, тип самолета или положение на нем опрыскивающего устройства, скорость и высота полета, вид растворителя, плотность или вязкость раствора и т. п. Кроме того, степень сноса существенно зависит от размеров частиц пестицидного препарата независимо от того, являются ли они каплями жидкости или пылинками. Понятно, что чем мельче частицы, тем дольше будет происходить их оседание. Для ускорения этого процесса в растворы и аэрозоли обычно вводятся специальные добавки-утяжелители и прилипатели. Следует сказать, что в подавляющем большинстве высокоразвитых стран опрыскивание и опыливание сельскохозяйственных угодий химическими веществами с самолетов категорически запрещено. К этому есть достаточно оснований. Снос пестицидов и их испарение существенно влияют на качество воздуха в населенных пунктах, расположенных вблизи сельскохозяйственных территорий. Здесь концентрация ядохимикатов в атмосферном воздухе может достигать опасных для здоровья человека величин /48,49/.

Пестициды, находящиеся в воздухе, под действием внешних факторов постепенно подвергаются разрушению. Облучение ультрафиолетовыми лучами в сочетании с дей-

ствием атмосферного кислорода, по-видимому, следует рассматривать в качестве главного механизма разложения пестицидов в атмосфере /50-52/. 70-80% находящихся во взвешенном состоянии загрязняющих веществ удаляются из атмосферы с осадками /53-55/. При этом происходит вторичное загрязнение поверхности земли и воды. Так, с осадками только в Северном море ежегодно выпадает около 300 т ДДТ /56/.

Перенос пестицидов в атмосфере имеет, как известно, глобальный характер. Именно этот процесс явился причиной попадания ХОП и других химических веществ в северные районы, Гренландию, Арктику и Антарктиду, где обнаруживается в количестве в среднем около 4 нг/м³ при максимуме 10-2000 нг/м³ /57-59/. Загрязнение Севера с каждым годом увеличивается. В настоящее время в этом регионе обнаружены уже весьма значительные количества токсичных химических соединений промышленного и сельскохозяйственного назначения. Так, концентрация метаболита одного из пестицидов, найденного в снегу отдаленных районах Северной Америки, всего лишь в два раза ниже, чем на юге Канады, где этот пестицид применяется регулярно.^х

Большие количества пестицидов перемещаются по поверхности земли вместе с пылью. Существенную роль в переносе играют пыльные бури. Иллюстрацией размеров этого явления может служить буря в США в мае 1934 года, когда в воздух было поднято около 300 млн. т почвы. Это примерно равно общему весу земли, вынутой при сооружении Панамского канала.

Процессы миграции и трансформации пестицидов в атмосферном воздухе можно схематично представить в следующем виде:

х

Поиск. - 1989. - № 1. - С. 7

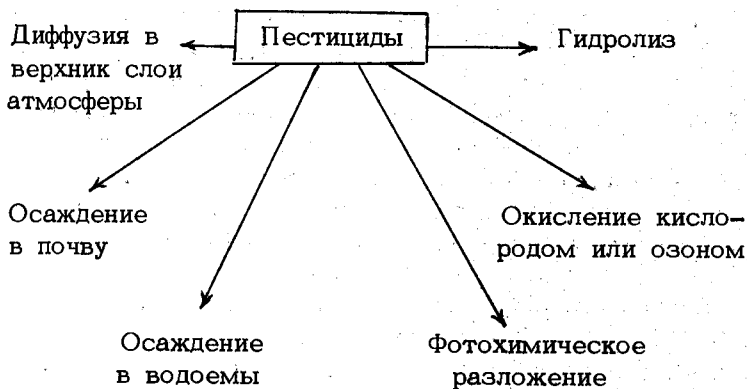


Рис. 2. Пути миграции и трансформации в атмосферном воздухе

2.2. Пестициды в почве и растениях

Накопление пестицидов в почве. Возрастающие масштабы применения химических средств защиты растений делают все более актуальным решение проблемы накопления пестицидов в почве. По ориентировочным данным пестициды составляют около 2% общего количества различных веществ, загрязняющих почву, но уже сегодня возникает серьезная озабоченность производимыми ими в природе эффектами. Ежегодно во всем мире применяется более 1 млн. т гербицидов 900 наименований и почти 90% этих веществ в конечном итоге впитывается в почву.

Как уже отмечалось, наиболее стойкими к разрушению и, следовательно, наиболее способными к накоплению в окружающей среде являются ХОП. Они обнаруживаются сегодня во всех объектах живой и неживой природы – в атмосферных осадках, в океанах, в почвах заповедников, в водной биоте, во всех организмах, населяющих планету / 60/. Это связано с пока еще довольно

интенсивным их использованием в странах Индокитая, Латинской Америки, в ряде южноафриканских стран. Так, в Алжире, Египте, Ираке, Ливане, Марокко, Судане, Сирии, Тунисе и многих других странах и сегодня применяются чрезвычайно токсичные для всего живого препараты - ДДТ, алдрин, эндрин, токсафен, паратион, цинеб, манеб и др. Несмотря на то, что эти препараты давно запрещены к использованию в сельскохозяйственной практике в большинстве развитых государств, в ряде стран Азии и Латинской Америки до сих пор для борьбы с малярией основным средством все же является ДДТ, для борьбы с желтой и геморрагической лихорадкой - ДДТ и диэldrин, а против тифа - малатион /61/. По данным отечественных исследователей, более 50% ДДТ, внесенного в биосферу еще до 1970 года, циркулирует без изменений во внешней среде. Это количество оценивается примерно в 1 млн. т. Поэтому если к этой величине добавить еще многие тысячи тонн продолжающегося ежегодного поступления ДДТ в окружающую среду, становится понятна опасность, грозящая здоровью природы и человечества.

Почва вместе с ее микромиром играет роль универсального биологического адсорбента и нейтрализатора загрязнений, минерализатора различных органических веществ /62-63/. Благодаря именно этой ее способности человечество так долго полагалось на "самоочищение" почвы от тех отходов и отходов, которые растущее население повседневно отдавало во внешнюю среду.

Накопление пестицидов в почве зависит, главным образом, от двух основных факторов - от сорбционных свойств почвы и от степени устойчивости пестицидных препаратов во внешней среде /64,65/. Кроме того, имеется большое количество других показателей, усиливающих или ослабляющих эти факторы и существенно влияющих на сорбцию, миграцию и трансформацию токсикантов в почве /66-68/. В свою очередь, сорбционная способность почвы также зависит от многих составляющих,

в частности :

- от типа почв, которые по степени накопления в них ядохимикатов можно расположить в такой убывающей последовательности: луговые, черноземы, каштановые, дерновые, серые /69,70/;

- от механического состава и структуры почв. Чем мельче почвенные частицы, тем выше их активная сорбционная способность /71/;

- от наличия почвенных коллоидов, которые, благодаря имеющимся в их составе положительно заряженным аминок группам, активно участвуют в связывании пестицидов, особенно ХОП, /72-73/;

- от наличия в почве органического вещества, которое в большинстве случаев играет роль восстановителя в химических процессах /74,75/;

- от реакции почвенного раствора. С уменьшением pH среды сорбционная способность почв увеличивается /76/;

- от влажности и температуры почвы. При увеличении этих показателей скорость реакций превращения и связывания различных химических веществ в почве увеличивается /77/.

Накопление пестицидов в почвах зависит также от свойств самих препаратов:

- от их персистентности во внешней среде;

- от растворимости в воде;

- от особенностей химического строения пестицида;

- от кислотности или щелочности, равно как и от других физико-химических показателей;

- от дозы применяемого препарата и т. д.

Многочисленное применение пестицида в течение одного вегетационного периода особенно способствует его накоплению в почве и в товарной продукции, так как за короткий период между обработками остатки препарата, как правило, не успевают детоксицироваться /78/. Особенно высокие концентрации пестицидов обнаруживаются в почвах под садами и виноградниками /79/.

На устойчивость пестицидов в почве влияет также вид покровной культуры. Так, хлорофос в 2-3 раза более устойчив под посевами сои и картофеля, чем, например, под льном. Метафос - в 1,5 раза менее подвижен под сахарной свеклой, чем, скажем, под горчицей и т. д. Вообще под пропашными культурами и многолетними травами хлорорганические пестициды сохраняются дольше, чем под зерновыми /68/.

Миграция пестицидов в почве. В почве пестициды вовлекаются в разнообразные химические реакции, взаимодействуют с корневой системой растений и почвенной биотой. Они, как и все другие химические вещества, способны мигрировать по профилю почв, перемещаясь в ней с разной скоростью /80/. Скорость миграции и глубина проникновения в глубь почвы зависит от почвенно-климатических особенностей данного региона и, конечно, от свойств препарата /81-83/. Так, фенурон находили на глубине 1,7 м через два года после применения, фезалон и ГХЦГ могут сохраняться в почве до 140 дней, проликая на глубину 1,5 м /84/.

В условиях умеренных температур и орошения ХОП малоподвижны. Даже через многие месяцы они не продвигаются дальше 10 см в пахотном слое /85-87/, правда, при некоторых сочетаниях определенных факторов они могут мигрировать довольно глубоко. Так, описан случай миграции ДДТ на глубину 9 м, однако это произошло в результате систематического его применения в течение 15 лет в очень больших дозах при обильном увлажнении почвы. В итоге в поверхностном слое почвы обнаруживалось более 60 мг/кг ДДТ /88/.

ФОП обладают большей, чем ХОС, миграционной способностью, однако и они обычно не проникают в глубь почвы более чем на 40-50 см, успевая либо перейти в сопредельные среды, связаться с активными компонентами почвы и биотой или разрушиться. Обычно же в зоне умеренного климата основное количество гербицидов ло-

калится в слое 0–30 см. Проникновение их на глубину свыше 80 см наблюдается лишь при стечении определенных условий – в почвах очень легкого механического состава с низким содержанием гумуса при избыточном увлажнении и большой дозе препарата /89/.

Пестициды мигрируют не только по почвенному профилю, но могут также перемещаться в сопредельные среды /90/. Такая миграция происходит, главным образом, либо в процессе испарения пестицидов с поверхности почв, либо за счет вымывания их сточными водами в открытые водоемы. Значительное количество ядохимикатов поглощают и разлагают растения и почвенная биота. Безусловно, все это в какой-то мере снижает концентрацию токсических веществ в почве, однако не все химические вещества обладают достаточной подвижностью. Некоторые ХОП, например, ДДТ и его метаболиты, попадая в почву, настолько прочно связываются с ее компонентами, что почти не поглощаются растениями и не вымываются водой. Ясно, что чем выше сорбционная способность почв, тем меньше подвижность в ней пестицидов и других загрязняющих веществ и, следовательно, тем активнее их накопление. В связи с этим потенциальная опасность таких почв возрастает, особенно если они используются под возделывание сельскохозяйственных культур, которые, в свою очередь, становятся источником опасности для последующих звеньев трофической цепи.

Транслокация пестицидов. В растения пестициды проникают двумя путями. Попадая на листья растений они могут всасываться с поверхности внутрь растительного организма и таким образом накапливаться в различных его частях. Но гораздо чаще ядохимикаты попадают в растения в результате процесса транслокации – перехода химических веществ из почвы в растения.

Защищая растительные организмы от действия попадающих в почву токсических веществ, корни растений активно накапливают их, не давая проникать в стебель,

листья и особенно в репродуктивные органы – плоды, зерно /91–92/. Интенсивность процесса транслокации пестицидов зависит от многих факторов: от свойств и типа почв, от вида растений и т. д. Хорошо, например, адсорбирует ДДТ из супесчаной почвы кукуруза, картофель, свекла /93,94/. Однако поглощение пестицидов культурными растениями – это в большинстве случаев нежелательный эффект.

Немногие представляют себе, каким бременем для сельского хозяйства являются сорняки. Сорняк – понятие относительное, так как одно и то же растение может быть в одних условиях нежелательным, а в других – полезным для человека. Характерным примером могут быть рожь, овес, которые считались сорняками в посевах пшеницы. Но с продвижением земледелия на север высокопродуктивные “сорняки” оказались лучше приспособленными к суровым условиям, чем пшеница или ячмень, и стали возделываться как продовольственные культуры.

Сорняками принято называть растения, появления которых в некоторых местах рассматривается как нежелательное. При соответствующих условиях к ним могут быть причислены представители самых различных групп высших растений, а также некоторые низшие растения. Злостными сорняки становятся только в том случае, когда их появление в определенных экосистемах (прежде всего, в сельском и лесном хозяйстве) связано с ощутимым или с большей вероятностью ожидаемым экономическим ущербом. Простое же существование этих растений еще не дает оснований говорить об их вреде /95/.

Сорняки представляют собой, как правило, виды с высокой вегетативной и часто генеративной динамикой, обеспечивающей им благоприятные условия развития, прежде всего в управляемых человеком или сильно нарушенных им местообитаниях. При этом прямым или кос-

венным путем они могут наносить вред культурным растениям, а именно:

- снижать продукцию возделываемых культур вследствие конкуренции за ограниченные ресурсы;
- затруднять агротехнические мероприятия (например, сбор урожая);
- снижать ценность или возможность использования экосистемы (ядовитые сорняки или пастбищные сорняки).

Сорные растения, кроме всего прочего, выносят с полей огромное количество питательных почвенных веществ, они являются очагами всевозможных грибковых и бактериальных болезней растений и насекомых, а их семена - причиной отравления людей и животных. По подсчетам ФАО мировое сельское хозяйство теряет от сорняков в общей сложности 20 млрд. долларов в год /96/.

В Западной Сибири насчитывается более 300 видов сорняков, недобор урожая составляет 20-30% на среднезасоренных полях и 50% на сильнозасоренных. Наиболее вредоносными являются осот желтый, овсюг, щетинники, татарская гречиха (карлык). Ежегодно только в Новосибирской области химическую прополку применяют на площади 600-700 тыс. га. Урожайность зерна от рационального применения гербицидов повышается на среднезасоренных полях на 2-3 ц/га, а на сильно засоренных - на 4-5 ц/га /97/.

Удаление сорняков вручную требует значительной затраты времени и сил, особенно на больших площадях. Поэтому поиск эффективных химических средств для этих целей - важная и актуальная задача. Однако проблема создания нового препарата для защиты полей от сорняков наталкивается на большие сложности, поскольку у растений существует способность повышать свою устойчивость к неблагоприятному действию пестицидных средств. Так, после нескольких лет применения какого-

либо одного средства эффективность обработок заметно снижается, что заставляет значительно увеличивать дозы этого препарата. Кроме того, при таких обработках происходит смена вида сорного растения. Например, если раньше в посевах кукурузы были широколистные и некоторые злаковые виды сорняков, то после систематического применения симм-триазинов они полностью исчезли, зато в посевах широко распространились росичка и гречка кольчатая, устойчивые к симм-триазином /98/. В качестве другого примера можно привести результат 30-летнего применения 2,4-Д и 2М-4М на посевах зерновых культур /21/. Широколистные сорные растения исчезли полностью, но на полях распространился овсюг, который в настоящее время является основным загрязнителем этих культур. Для борьбы с этим растением в последнее десятилетие созданы многие гербициды, но даже в случае победы над овсюгом существует реальная опасность того, что на его месте несомненно появится сорняк, устойчивый к еще более современным гербицидам.

Некоторые сорные растения вообще устойчивы к действию гербицидов. Совсем недавно считалось, что натриевая соль гербицида 2,4-Д позволит в короткий срок очистить поля от осота и других широколистных сорняков, но вот уже есть аминная соль 2,4-Д, бутиловый, акриловый, кротиловый эфиры и другие аналоги 2,4-Д, а осот по-прежнему существует. Правда, там, где его все-таки стало меньше, появились в изобилии другие нежелательные растения, например, гречишка татарская, которые требуют поиска новых средств борьбы с ними.

Таким образом, при систематическом применении на сельскохозяйственных угодьях какого-либо препарата в первую очередь начинает уменьшаться его эффективность. Вместе с тем резко снижается эффективность почвенного плодородия и одновременно сокращается пе-

риод гербицидного действия препарата из-за ускорения поглощения гербицидов выросшими новыми, устойчивыми к нему видами сорняков.

В настоящее время гербицидов как по объему, так и по ассортименту применяется во всем мире больше, чем всех других химических средств защиты растений вместе взятых. Большинство современных гербицидов отличается довольно низкой токсичностью для теплокровных животных, но наибольший экономический ущерб от побочного действия гербицидов связан с их высокой персистентностью в почве.

Другое неизбежное зло, связанное с пестицидами — изменение содержания микроэлементов и других веществ в культурных растениях и в итоге — ухудшение их пищевой ценности. Одна из реальных опасностей, подстерегающих нас — вырождение современных генетически весьма неустойчивых высокоурожайных сортов из-за быстрого накопления в них мутаций. Известны случаи выбраковки посевов на больших площадях из-за возникновения массы уродливых растений после их обработки некоторыми пестицидами. Есть также данные о том, что пестициды каким-то образом стимулируют распространение вирусов в природе. Так, используемый у нас в стране цинеб усиливает вирусные заболевания яблони, а полихлоркамфен — сахарной свеклы. В этой связи в будущем успех в борьбе с сорняками будет зависеть, по видимому, не от увеличения количества новых препаратов, а от принципиально нового подхода к технологии возделывания сельскохозяйственных культур, от грамотного и рационального применения приемов землепользования. Большую роль в борьбе с сорняками могут и должны сыграть биологические средства, на поиск которых и стоит в первую очередь направить основные усилия.

Воздействие пестицидов на почвенные организмы.

Одним из важных аспектов проблемы влияния пестици-

дов на окружающую среду является исследование воздействия их на почвенные микроорганизмы. Почва – сложный многокомпонентный организм, но при попадании пестицидов в первую очередь поражается наиболее чувствительная ее часть – микроорганизмы. Почвенная биота – основа плодородия почв. Кроме того, микроорганизмы играют доминирующую роль в процессах разложения и превращения токсических веществ в почве /99/. Плотность микроорганизмов в почве достигает очень высоких значений, микробиопопуляции очень разнообразны, они насчитываются до 2500 видов. Норма реакции на воздействие химических веществ колеблется в широких пределах – от высокой чувствительности до высокой устойчивости.

При действии пестицидных препаратов на почву наблюдаются многочисленные реакции микробиопопуляций на их влияние, в том числе происходят следующие эффекты:

- чувствительные микроорганизмы уничтожаются, в крайнем случае их численность сильно уменьшается;
- значительная часть популяции повреждается обратимо, поэтому действие ядохимикатов не поддается измерению или сильно зависит от других факторов;
- устойчивые организмы выживают и занимают освободившееся жизненное пространство /100/.

Фоновое содержание пестицидов не оказывает заметного влияния на почвенные организмы, но большие концентрации химикатов могут серьезно нарушить их нормальную жизнедеятельность – подавить активность одних групп и возбудить деятельность других. Так, атразин повышает общую численность бактерий, усваивающих минеральный азот, а также свободноживущих азотфиксаторов – олигонитрофилов. Довольно резкое ингибирующее действие оказывает эрадикан. При его концентрации свыше 0,1 мг/кг численность нитрификаторов и актиномицетов снижается на 40–60%, а при концентрации 0,001–0,005 мг/кг увеличивается в 3–5 раз/101/

Многие гербициды (симм-триазины, некоторые производные мочевины, органические кислоты) существенно уменьшают численность и угнетают физиологическую активность дождевых червей, многоножек, клещей, простейших /102,103/. Особенно сильное действие на бактерии, актиномицеты и грибы оказывают средства для дезинфекции почвы. Среди них можно отметить такие препараты, как дазомет и формалин, которые при использовании даже в общепринятых дозах сильно подавляют жизнедеятельность целого ряда почвенных микроорганизмов, ингибируя активность их обмена веществ в течение многих недель /104/.

В зависимости от дозы внесенного препарата реакция почвенной биоты может иметь как обратимый, так и необратимый характер /105-107/. Реакция считается обратимой, если микробиологическая деятельность восстанавливается через 60 дней после применения пестицида. В противном случае ситуацию можно классифицировать как критическую.

Реакция микроорганизмов на гербициды зависит от многих факторов, в том числе и от типа почв. Под действием атразина, прометрина, агелона в дозе 5 кг/га в черноземе обыкновенном число микроорганизмов оставалось близким к контролю на протяжении одного месяца после внесения; в дальнейшем отмечалось снижение этого показателя. В черноземе карбонатном (с близким к обыкновенному содержанием гумуса) происходило отклонение численности популяций микроорганизмов от контроля на 100-200% в сторону уменьшения. Такие же изменения характерны и для грибов /108/.

Таким образом, химическая обработка почвы, независимо от свойств и дозы вносимых гербицидов, способов и кратности их применения в подавляющем большинстве случаев не остается безразличной для почвы и населяющих ее организмов. Негативное действие гербицидов на почву проявляется, прежде всего, в нарушении биологического равновесия, уменьшении видового разно-

образия сообществ почвенных организмов, в ряде случаев – в снижении интенсивности биохимических процессов, изменении физико-химических свойств сообществ. Наиболее глубокое и длительное отрицательное воздействие во всех случаях отмечено при систематическом применении стойких гербицидов на почвах с низким уровнем биогенности. Поскольку именно почвенное органическое вещество и почвенные микроорганизмы играют главную роль в связывании, разложении и детоксикации гербицидов в природе, чрезвычайно важно поддержание оптимального уровня биогенности и гумусного состава почв для сохранения плодородия и протекторных свойств почв.

Разложение пестицидов в почве. Стойкость пестицидов в почве определяется временем их полураспада. Этот показатель для некоторых соединений приведен в табл. 3. Из таблицы видно, что самым устойчивым веществом является ДДТ, концентрация которого в окружающей среде, по всей видимости, еще долгое время снижаться не будет.

Таблица 3

Устойчивость пестицидов в окружающей среде

Вещество	Время полураспада, лет	Время распада на 95%, годы	Время обнаружения после применения, годы
Алдрин	0,8–1,2	–	15,0
Датразин ^х	–	–	0,4

^х – Препараты, разрешенные к применению в нашей стране в настоящее время.

Витавакс ^x	-	0,08	-
ГХЦГ ^x	2,0	3-10	14,0
Гептахлор	-	3-5	14,0
ДДТ ^x	10,5	40-350	-
2,4-Д ^x	0,1-0,4	-	-
Диазинон	0,8	-	-
Диурон ^x	-	5-25	-
Изодрин	-	-	14,0
Фурадан ^x	0,1	-	-
Рамрод ^x	0,1	-	0,3
Симазин ^x	-	-	2,0
Тиофос	-	-	16,0
Токсафен	-	-	14,0
Трихлорацетат натрия	-	-	1,5
Хлордан	8	-	14,0
Эптам ^x	-	-	0,04

Разложение токсикантов во внешней среде происходит по экспоненциальному закону и удовлетворительно описывается уравнением

$$C = C_0 e^{-kt}$$

где C_0 - начальное содержание препарата в почве;
 C_t - содержание препарата через какое-то время t ,
 k - константа, характеризующая скорость распада.

По скорости разложения пестициды могут быть условно разделены на 6 групп (табл. 4).

Таблица 4

Скорость разложения пестицидных препаратов в окружающей среде

№ п/п	Продолжительность действия препаратов	Классы, наименование пестицидов
1.	Более 18 месяцев	Хлорорганические соединения
2.	Около 18 месяцев	Некоторые производные мочевины, пиклорам, симазин и др. хлортриазины
3.	До 12 месяцев	Производные бензойной кислоты
4.	До 6 месяцев	Нитроанилины, арилоксисалканкарбоновые кислоты и др.
5.	Более 3 месяцев	Производные карбаминной кислоты, алифатические карбоновые кислоты, метилтиотриазины и др.
6.	Менее 3 месяцев	Фосфорорганические соединения и др.

Скорость разложения препаратов в почве зависит в основном от почвенно-климатических условий и персистентности соединений /111,112/. Большое значение имеет степень аэрации почвы (так, ДДТ в анаэробных условиях разрушается легче, чем в аэробных), механический состав почвы (на суглинке пестициды разлагаются быстрее, чем на легкой песчаной почве), ее кислотность (в кислой почве пестициды сохраняются дольше, чем в щелочной) и содержание органического вещества, которое связывает многие пестициды в водонерастворимые и малодоступные для почвенных микроорганизмов формы /113, 114). Гумус оказывает двойное влияние на разложение гербицидов. С одной стороны, насыщенность почвы органическим веществом ускоряет разложение ряда ядохимикатов, а с другой — коллоиды сильно адсорбируют токсикант, что затрудняет его разложение микроорганизмами /115-117/.

Разложение гербицидов существенно ускоряется с повышением температуры почвы. Например, атразин при температуре 15° имеет период полураспада 7 мес., при 30° — 4,5 мес. Диурон — 7 и 5,5 мес., хлор-ИФК — 3 и 1,5 мес. соответственно /118/. Пестициды, выпадающие зимой из атмосферы на ледяной или снежный покров, практически не разлагаются, вследствие чего происходит их усиленная аккумуляция /119-121/.

Продукты разложения пестицидов обычно еще довольно долго удерживаются в окружающей среде, и основная их опасность состоит в том, что некоторые метаболиты могут оказаться гораздо более токсичными веществами, чем исходные соединения. Следует отметить, что для ряда пестицидов, особенно трудно поддающихся разрушению, в настоящее время найдены специфические микроорганизмы, позволяющие ускорить процесс их биодegradации /122/.

Таким образом, накопление, миграция и разложение пестицидов в почве — процессы чрезвычайно сложные и многокомпонентные, зависящие от большого ко-

личества различного рода факторов. Все это делает весьма трудным изучение и прогнозирование поведения пестицидов в почве. Однако загрязнение среды ядохимикатами можно, по-видимому, не только ограничить, но и совершенно прекратить. Выход из этой ситуации — в технологически правильном применении этих препаратов. В ближайшем будущем сельскому хозяйству придется заботиться о восстановлении биологического плодородия почв, нарушенных излишним содержанием в них ядохимикатов. Речь идет о необходимости развития нового направления агрономической науки — биотехнологии гумуса, о создании препаратов, обогащающих почву грибами, бактериями, водорослями, т. е. всеми теми живыми компонентами почвы, которые и делают ее плодородной. Но пока в народном хозяйстве продолжают использоваться различные химические токсиканты, необходимо в каждом конкретном случае делать все возможное, чтобы уменьшить их негативное влияние на природу. И в первую очередь следует категорически отказаться от использования пестицидных препаратов для профилактических обработок посевов.

2.3. Влияние пестицидов на водные экосистемы

Химические вещества попадают в водоемы в основном в результате их смыва атмосферными осадками с поверхности суши. Интенсивность выноса ядохимикатов в водоемы с сельскохозяйственных угодий зависит от частоты и интенсивности осадков, рельефа местности, площади водосбора, механического состава почв и прочих факторов /123/. Персистентность пестицидов в водоемах определяет их дальнейшую миграцию и степень включения в различные экосистемы.

Отдельные сообщения о появлении пестицидов в поверхностных водах стали публиковаться, начиная с 50-х годов /124/. Обобщая результаты анализов во-

ды водоемов США за 1964-1968 гг., исследователи показали, что максимальные концентрации пестицидов в воде были зарегистрированы в 1966 году. В этот период наиболее часто в пробах обнаруживали дилдрин, ДДТ, и их метабилиты /125,126 /. Ныне пестициды присутствуют во всех водных системах: и в малых реках и в океанах.

Заражение морских и других вод ХОП и другими токсичными веществами связано с высокой их устойчивостью к разложению. Наиболее чувствительны к загрязнению внутренние моря. Уже сегодня передовая общественность прилегающих к Балтийскому и Северному морям государств активно встала на защиту этих водоемов от загрязнения. Подсчитано, что прибрежные государства Северного моря ежедневно сбрасывают в него около 20 тыс. т жидких и твердых отходов, среди которых не последнее место занимают пестициды /127-129/. Загрязнение водных артерий зарегистрировано во многих странах. Например, с годовым стоком р. Миссисипи выносятся до 10 тыс. кг пестицидов, а реки Англии приносят с собой до 10 тыс. кг ДДТ в год /130/. Подобные аналитические исследования проводились в нашей стране /131,132/ и многих других.

Концентрация пестицидов в поверхностном стоке колеблется от тысячных до десятых долей мг/л, что, как правило, не имеет токсикологического значения для человека, но оказывает чрезвычайно сильное влияние на водные экосистемы /133,134 /. Хорошо растворимые и не обладающие сорбционными свойствами пестициды мигрируют в основном с водной фазой. Персистентные, в частности ХОС, выносятся с твердой фазой. Так, в эксперименте 2,4 % атразина выносилось из почвы с водой, а 0,16 % уходило с твердой фазой. Для алдрина эти значения были равны 1,6 и 3,4; для ДДТ - 0,3 и 0,6 % соответственно /135 /. На практике эта разница значительно больше, например, для ДДТ она возрастает в 1000 раз.

Чрезвычайно большую опасность представляют пестициды для гидробионтов /136/. Обработка территорий, изобилующих водоемами и водными протоками, часто ведет к поражению рыб /137/. В середине 50-х годов при такой ситуации в Британской Колумбии гибель лососей была почти 100%. Есть сведения о заморах рыб и растительности и в других странах /138, 139/.

Наиболее опасными для водных биоценозов являются ХОП. Попадая в водоемы, они действуют на рыб либо непосредственно, напрямую отравляя их, либо косвенно, уничтожая кормовую базу. Особенно часто погибают гидробионты в районах, где производится обработка водных поверхностей против комаров с целью уничтожения их как переносчиков различных заболеваний. ФАО в своих документах обращает особое внимание на негативное действие подобных вмешательств в окружающую среду, поскольку оно влечет за собой серьезное сокращение рыбных ресурсов во многих странах. Особенно тяжелое положение складывается в тех государствах, где рыба является основным пищевым продуктом.

Рыбы, планктон, ракообразные, моллюски, водоросли и другие представители водной биоты обладают способностью накапливать в своих организмах загрязняющие вещества в больших количествах, тем самым создавая опасность для других звеньев трофической цепи /140/. Некоторые рыбы способны вырабатывать определенную устойчивость к токсическому действию ядохимикатов, которая даже может передаваться по наследству.

Токсичность ядов для рыб возрастает при повышении температуры водной среды, уменьшается с увеличением мутности воды и рН среды; она зависит также от величины и возраста рыб. Надо отметить, что молодые организмы любых видов животных, гидробионтов, членистоногих и т. д. более восприимчивы к поражающему эффекту пестицидов.

Велика гибель от ядовитых сбросов у фито- и зоопланктона /141/. Этот факт вызывает наибольшую тревогу, поскольку, как известно, кислород атмосферы примерно на 70% имеет планктонное происхождение.

Чрезвычайно отрицательно повлияло на водные экосистемы применение ДДТ, который наиболее опасен своими кумулятивными свойствами. Процесс накопления его и других ХОП наиболее ярко прослеживается в трофических цепях, где его кумуляция происходит по принципу биологического усиления на один порядок в каждом звене /142-144/. При этом в субстратах присутствует даже не ДДТ как таковой, а сумма метаболитов ДДД и ДДЭ. Так, при обработке водоема препаратом ДДТ в дозе 0,2 кг/га, обычно применяемой при борьбе с гнусом, погибло до 83% рыб, при этом в иле накапливалось 3,35 мг/кг ДДТ, в растительности - 75,3 мг/кг. В рыбе его содержание в 1500 раз превышало концентрацию этого препарата в воде /145, 146/. Имеются сведения, что уровень содержания ДДТ в пресноводных рыбах в 200 тыс. раз, а в морских рыбах и в водных растениях в 500 тыс. раз может превышать концентрацию его в воде.

Для количественной характеристики биоаккумуляции химических веществ в различных звеньях трофических цепей используют, так называемые, коэффициенты биоаккумуляции (КБ) - отношение концентрации вещества в организме к концентрации его в окружающей среде или в предыдущем звене трофической цепи. В сравнительных исследованиях КБ ДДТ оказалось равным у наземных растений 0,1; у насекомых - 3, у червей - 70, у грызунов - 100. КБ у гидробионтов на несколько порядков выше: у креветок - 10^3 , у устриц и планктона - 10^4 , у рыб - до 10^5 . Классическим примером накопления и распределения ДДТ по пищевой цепи может служить экосистема озера Мичиган. При содержании ДДТ в воде, равном 0,014 мг/л, в зоопланктоне его концентрация достигает 5 мг/кг, в мел-

ких рыбах – до 10, в крупных рыбах – до 200, а в птицах, питающихся рыбой из этого озера – 2500 мг/кг, то есть в 10 млн раз выше, чем в озерной воде /147/

Попадая в водоем, пестициды сразу же вступают во взаимодействие с его экосистемой. О скорости этого процесса свидетельствуют исследования по изучению миграции токсафена (аналога полихлоркамфена) в озере Клейтон (США) /148/. Уже через 2 часа после попадания в воду токсафен был зарегистрирован в планктоне, через 3 суток в рыбе было его 4,2 мг/кг, а через 5 суток – 15,2 мг/кг. По возрастающей шло накопление токсафена в иле. Пестицид циркулировал в этой экосистеме на протяжении 6–7 лет, причем его содержание в рыбе, водных растениях, в иле в сотни и тысячи раз превышало его концентрацию в воде.

Гидробионты не только аккумулируют пестициды, но и активно их разлагают, чем в какой-то мере способствуют очищению вод. Однако многократные поступления ядохимикатов в водоемы могут вызвать тяжелые и даже необратимые патологические изменения во всей водной экосистеме /149/.

Говоря о воздействии пестицидов на водные объекты, необходимо остановить внимание на таком важном факте как накопление пестицидов илом и донными отложениями. Как уже отмечалось, ил является активным адсорбентом химических веществ. С одной стороны, это позволяет водоемам самоочищаться, а с другой – грозит опасностью вторичного и еще более интенсивного загрязнения воды вследствие естественного отмирания органического вещества, при котором происходит высвобождение накопленного токсиканта в водную среду. Особенно опасная ситуация возникает в том случае, когда донные отложения загрязнены тяжелыми фракциями масел, мазута и т. п., что в настоящее время довольно часто наблюдается в районах промышленных стоков и портов, а также в результате аварий нефтеналивных судов. Нефтепродукты в сотни и тысячи раз увеличивают

растворимость в воде и адсорбцию водными растениями наиболее опасных канцерогенов, в том числе пестицидов.

В зависимости от стойкости пестицидов в воде они разделяются на пять групп:

1 - препараты с продолжительностью сохранения биологической активности в воде до 3 месяцев, 2 - до 6 мес., 3 - до года, 4 - до двух лет, 5 - свыше двух лет. Почти все ядохимикаты в водной среде со временем гидролизуются с образованием малотоксичных соединений, подвергаясь фотохимическому разрушению, действию водных микроорганизмов, а также детоксикации в организме гидробионтов и водных растений.

Пестициды могут проникать также в грунтовые воды /150/. До недавнего времени считалось, что глубокая миграция пестицидов в подземные воды - явление редкое, однако данные контроля за качеством воды, показали, что почти все химические вещества, применяемые в сельском хозяйстве и присутствующие в промышленных выбросах и стоках в данном регионе, проникают в питьевые источники. Так, в настоящее время в ряде штатов США до трети артезианских скважин закрыто по этой причине для питьевого водоснабжения. К сожалению, у нас в стране еще нет повсеместного и систематического контроля за содержанием пестицидов и других токсикантов в питьевой воде как в системе коммунального водоснабжения, так и в артезианских скважинах. Тем не менее, немногочисленные исследования показывают, что проникновение пестицидов на довольно большую глубину в принципе возможно /151/. Отмечается также, что наиболее активно этот процесс происходит в регионах с орошаемым земледелием /152,153/.

Понятно, что если не ведется целенаправленная химическая обработка какого-либо конкретного водоема, то пестициды в основном проникают в водную среду, главным образом, за счет естественного смыва с поверхности почвы. В связи с этим возникает вопрос, мож-

но ли предотвратить попадание их в водоемы, ограничив тем самым нежелательный эффект пестицидов на гидробиоту. Как показывает анализ, это может быть достигнуто следующими путями:

– заменой стандартного способа внесения пестицидов комплексом культуртехнических, земледельческих и селекционных мероприятий, а также методами возделывания культур, исключающими применение ядохимикатов;

– применением пестицидов системного действия, представляющих собой третье поколение химических средств защиты растений;

– организацией строгого контроля за соблюдением правил и норм применения пестицидных препаратов.

ГЛАВА 3. МЕДИКО-САНИТАРНЫЕ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

3.1. Биологические эффекты и токсичность пестицидов

После открытия инсектицидных свойств химических препаратов исследователи стали сосредотачиваться в основном на выяснении перспектив практического применения пестицидов для защиты урожая и борьбы с различными организмами – от сельскохозяйственных сорняков до почвенных нематод и синезеленых водорослей, а побочное действие на природу и человека внимания, как правило, не привлекало. Однако, довольно скоро обнаружилось, что помимо некоторых безусловно полезных качеств пестициды обладают целым рядом весьма опасных для человека и окружающей среды свойств. Было установлено, что кроме вредных насекомых, сорных рыб и нежелательной растительности пестициды в равной степени поражают все живое в природе – полезных на-

секомых, почвенную биоту, планктонные организмы, птиц и млекопитающих. Особенно много тревожных фактов стало накапливаться вскоре после начала применения ДДТ.

В связи с этим почти все развитые страны северного полушария, включая СССР, в 1970–1972 годах запретили или резко ограничили производство и использование ДДТ и ряда других препаратов. Однако до настоящего времени эти соединения по-прежнему применяются в тропических и субтропических районах, куда экспортируются из развитых стран, в частности, из США. Большие количества ДДТ используются в тропиках для борьбы с инфекционными болезнями, что, кстати, приносит определенные результаты. В табл. 5 приведены данные зависимости уровня заболеваемости малярией и применения ДДТ на острове Шри-Ланка в разные годы /154/.

Таблица 5

Число случаев заболеваний малярией
среди населения о-ва Шри-Ланка в разные
годы применения ДДТ

Годы	Число случаев заболева- ния
До применения ДДТ	
1946	2 80 000
Начало применения ДДТ	
1961	110
1962	31
1963	17

Уменьшение применения ДДТ

1964	150
1965	308
1966	499
1967	3 466
1968-1969	2 500 000

Из таблицы видно, что после снижения интенсивности обработок населенных пунктов препаратом ДДТ число заболевших практически возвратилось к исходному уровню. Конечно, использование ДДТ в борьбе с заболеваемостью населения малярией достаточно эффективно, однако следует предположить, что воздействие препарата обязательно должно сказываться на здоровье как живущих людей, так и на их последующих поколениях. К сожалению, в литературе не освещены вопросы санитарно-гигиенического состояния этого региона и медицинские аспекты здоровья взрослого и детского населения в странах, где ХОП используется еще достаточно широко.

Пестициды – токсичные вещества, в связи с этим их можно классифицировать по основным критериям вредности (табл. 6). С помощью данной классификации можно определить степень опасности острого отравления, охарактеризовать возможность хронического отравления, определить длительность воздействия токсикантов на окружающую среду, сравнить отдельные пестициды по степени опасности для животных и человека. Она была использована Всемирной организацией здоровья (ВОЗ) при разработке проекта международной классификации пестицидов по степени опасности. В 1979 году в классификации были сделаны уточнения и дополнения, в частности

был составлен список чрезвычайно опасных технических пестицидных препаратов.

Существуют и другие классификации, в которых учитывается одновременно токсичность пестицидов по действующему началу и препаративной форме.

Таблица 6

Классификация пестицидов по основным критериям вредности

1. <u>При введении в желудок</u>	<u>Токсичность (ЛД₅₀)^x</u>
Сильнодействующие ядовитые вещества	< 50 мг/кг
Высокотоксичные	50–200 мг/кг
Средней токсичности	200–1000 мг/кг
Малотоксичные	> 1000 мг/кг
2. <u>Кожно-резорбтивная токсичность</u>	
Резковыраженная	< 500 мг/кг (кожно-оральный коэффициент < 3)
Выраженная	500–2000 мг/кг (кожно-оральный коэффициент 3–10)
Слабовыраженная	2000 мг/кг (кожно-оральный коэффициент > 10)
3. <u>Опасность веществ по степени летучести (хроническое воздействие)</u>	
Резковыраженная	насыщающая концентрация больше или равная токсической

^x ЛД₅₀ – однократная летальная доза для более чем 50% подопытных животных.

Выраженная	насыщающая концентрация больше пороговой
Маловыраженная	насыщающая концентрация не оказывает порогового действия

4. Кумуляция

Сверхкумуляция	коэффициент кумуляции ($K_{\text{кум}}$) в пределах < 1
Выраженная кумуляция	$K_{\text{кум}} = 1-3$
Умеренная	$K_{\text{кум}} = 3-5$
Слабовыраженная	$- " - > 5$

Коэффициент кумуляции рассчитывается по формуле

$$K_{\text{кум}} = \frac{\text{ЛД}_{50}^t}{\text{ЛД}_{50}^o}$$

где ЛД_{50}^t - доза повторного введения пестицидов;

ЛД_{50}^o - доза однократного введения.

5. Стойкость

Период полураспада:

Очень стойкие	1-2 года
Стойкие	6 мес. - 1 год
Умеренно стойкие	1-6 мес.
Малостойкие	до 1 мес.

6. Бластомогенность

Явно канцерогенные

Известно возникновение у людей раковых опухолей. Сильные канцерогены в опытах на животных.

Канцерогенные

Канцерогенность доказана в опытах на животных, но не доказана у людей.

Слабоканцерогенные

Слабые канцерогены в опытах на животных

Подозрительные на
бластомогенность

7. Тератогенность

Явные тератогены

Известны уродства у людей, воспроизводимые экспериментально на животных.

Подозрительные на
тератогенность

Наличие экспериментальных данных на животных.

8. Эмбриотоксичность

Избирательная

Определяется в дозах, не токсичных для материнского организма.

Умеренная

Проявляется наряду с другими токсическими эффектами.

9. Аллергенные свойства

Сильные аллергены

Вызывают аллергическое состояние у большинства людей даже при воздействиях в небольших дозах, встречающихся в реальной обстановке.

Слабые аллергены

Вызывают аллергическое состояние у отдельных индивидуумов.

3.2. Накопление и разложение пестицидов в живом организме

Высокая персистентность хлорорганических и некоторых других пестицидов привела к тому, что сегодня все компоненты окружающей среды, в том числе и животные организмы, содержат определенное количество этих веществ /156/. По мнению специалистов концентрация их будет все более увеличиваться и последствия этого процесса в настоящее время непредсказуемы /157/. На предложенной Эдвардсом /158/ схеме показана наиболее полная система миграции пестицидов на примере ДДТ (рис. 3).

Пестициды проникают в организм человека разными путями. Наиболее опасным является их проникновение через глаза и кожу, причем, количество пестицидов, попадающих через кожу, в 100 раз больше, чем, например, при вдыхании ядохимикатов из загрязненного ими воздуха /159,160/. За один час человек, подвергшийся действию пестицидов, может абсорбировать от 0,1 до 44,2% данного токсиканта. Особенно легко проникают внутрь организма паратион, эндрин, деметон. Но больше всего ядовитых веществ поступает в организм с пищей и водой /161/.

В современной литературе содержатся многочисленные сведения о фактах накопления ксенобиотиков в организме людей. Показано, что сегодня концентрация ХОП в тканях человеческого организма в 30 с лишним раз выше, чем в самые первые годы их применения. ХОП активнее всего накапливается в жировой ткани, где их суммарное количество, по данным исследований разных авторов, колеблется от 0,498 до 109,6 мг/кг /162-163/. В некоторых случаях содержание ХОП в жировой ткани лиц, имеющих постоянный контакт с пестицидами, в 10-100 раз выше, чем у про-

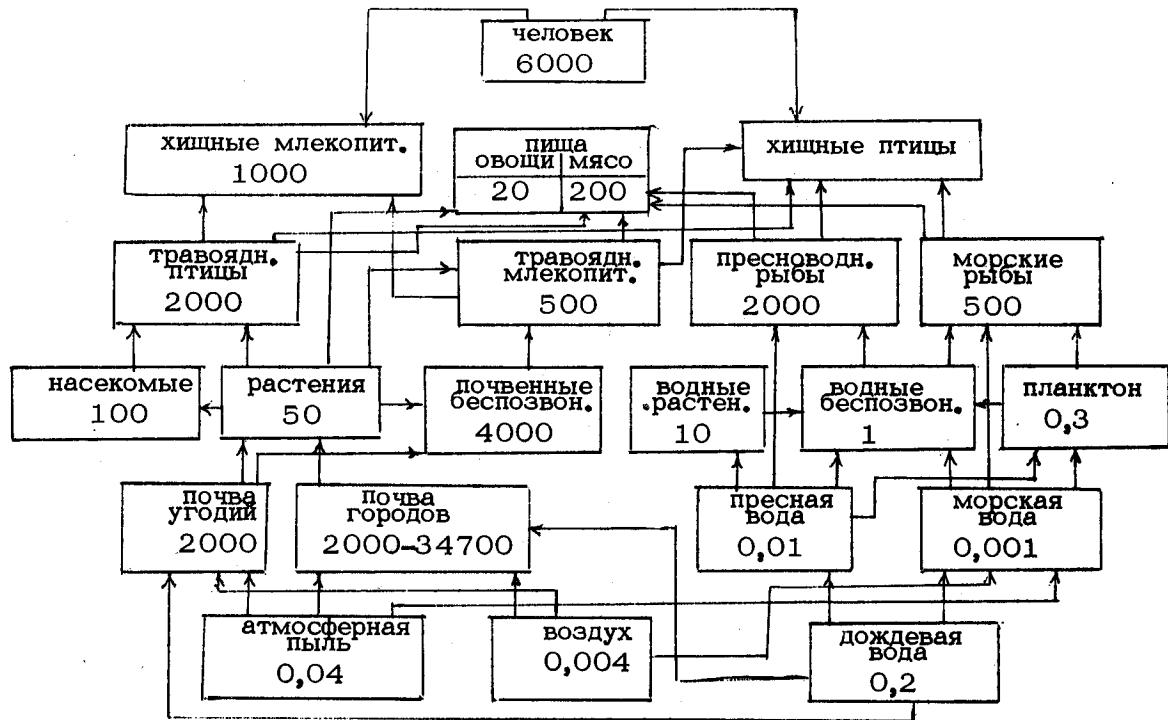


Рис.3. Схема миграции ДДТ (мкг/л, мкг/кг) во внешней среде [158].

чего населения. Сама жировая ткань ХОС не повреждается. Собственно, ее можно рассматривать как защитный барьер, препятствующий проникновению пестицидов в другие ткани и органы. Однако для некоторых видов животных это свойство жировой ткани представляет определенную опасность. Так, некоторые грызуны и другие млекопитающие, впадающие в зимнюю спячку, расходуя во время сна жировую ткань как питательное средство, могут быть отравлены большими концентрациями пестицидов, активно освобождающимися из жира в процессе его утилизации.

Средний показатель содержания некоторых пестицидов в жировой ткани человека (по данным 22 стран) следующий: ДДТ - от 1,75 до 30 мг/кг, ГХЦГ - от 0,19 до 2,43. ДДТ был обнаружен даже у эскимосов в количестве 3,1 мг/кг /164/.

В таблице 7 показано содержание общего ДДТ в жировой ткани жителей различных стран /162/.

Таблица 7.

Содержание ДДТ в жировой
ткани человека(мг/кг) в 1965 - 1969 г.

страна - доза	страна - доза	страна - доза
1	2	3
Югославия - 11,5	Израиль - 15,5	Индия - 26,0
Австралия - 1,7	Дания - 3,4	Юж.Африка - 6,4
Аляска - 3,0	Канада - 4,1	Бельгия - 9,7
Англия - 3,0	ФРГ - 4,1	США - 10,4
Польша - 13,4	Италия - 14,2	

Повышенное содержание пестицидов наблюдается также в организме людей, живущих в районах интенсивного применения химикатов (концентрации ДДТ и ГХЦГ составляют соответственно 2,43-95,9 и 0,113-13,744 мг/кг) /165/.

ДДТ и его метаболиты имеют тенденцию к накоплению не только в жировой ткани человека и животных, но и в других органах - в сердечной мышце, печени, почках, селезенке, поджелудочной и щитовидной железах, надпочечниках и т. д. В таблице 8 приведено содержание ДДТ в плазме крови 192 детей в возрасте 6-9 лет в североамериканском штате Южная Каролина /166/.

Таблица 8

Содержание ДДТ в плазме детей,
мг/кг

Возраст детей (в скобках - число детей)	ДДТ	ДДЭ
6 (35)	14,5	41,5
7 (45)	13,4	43,4
8 (42)	11,9	38,1
9 (70)	11,7	38,5

Даже в экстрагируемом жире плода человека (выкидыши) найден ДДТ примерно в количестве 7 мкг/кг, что свидетельствует о том, что пестициды могут свободно преодолевать плацентарные барьеры /166/. В этом их особенно серьезная опасность.

Способность животных организмов разлагать пестициды в ходе обмена веществ весьма ограничена и не может привести к полному самоочищению /167,168/. Кроме того, эти процессы изучены еще недостаточно, поэтому пока нет возможности практически влиять на выведение токсикантов из организма или искусственно их разрушать.

Большинство ФОС разлагается в объектах окружающей среды достаточно быстро и практически не оставляет сколько-нибудь вредных для человека соединений /169/. Продукты разложения ХОП, напротив, обладают высоким поражающим эффектом. ДДТ и его метаболиты почти не выводятся с продуктами выделения из тканей и органов. Конечно, со временем ДДТ превращается в другие вещества, которые обладают еще большей токсичностью, чем исходный препарат, но человеческая жизнь гораздо короче этого отрезка времени.

Скорость разложения пестицидов в живых организмах в значительной мере зависит от pH среды, в которую они попадают. Так, в кислой (pH = 3,8) и щелочной (pH = 7) среде при 20°C цинеб разрушается соответственно за 9 мин и 4 дня, поликарбацин – за 25 мин и 8,39 дня, ТМТД – за 9,53 часа и 46,98 дня /168/.

Пестициды, попадая в организм, подвергаются действию различных ферментов, метаболизирующих ксенобиотики. Причем, некоторые из обменных процессов могут приводить отнюдь не к обезвреживанию ядовитого вещества, а, напротив, к образованию еще более токсичных продуктов /169/.

Метаболические превращения пестицидов разных классов в организме животных и человека протекают различными путями, важнейшими из которых являются следующие:

– деалкилирование, где алкильная группа отщепляется в виде альдегида или кетона, а окисленный ос-

таток молекулы уже не является токсичным. Такой путь обмена типичен для метоксифлора, хлорфенвинфоса и многих других пестицидов. Эта реакция приводит к полной детоксикации исходного продукта.

N - алкил-гидроксилирование и N - деалкилирование - наиболее типичные для ФОС, имеют в промежуточной реакции N - оксиалкил, который обычно стабильнее и значительно более токсичен, чем исходное вещество. Здесь имеет место не детоксикация пестицида, а, напротив, его активация. Типичный пример - превращение в животном организме нетоксичного шрадана в N - оксиметилшрадана, обладающий чрезвычайно высокой токсичностью для млекопитающих.

Разнообразные реакции гидролиза, распространенные при метаболизме ФОС и карбаматов, почти всегда приводят к утрате пестицидами их биологической активности и токсичности.

Существует еще множество метаболических превращений пестицидов в животном организме. В настоящее время чрезвычайно актуальным является поиск методов направленного воздействия на функции ферментов, что открывает заманчивые перспективы разработки новых методик быстрого уничтожения остатков пестицидов в организме животных и человека.

3.3. Острые и хронические отравления пестицидами

Вредное действие пестицидов на здоровье человека может быть разнообразным. Условно принято различать острые, подострые, хронические отравления, а также ряд патологических проявлений, обозначаемых обычно как отдаленные последствия (рис.4) /171/.

Сведения об острых и подострых отравлениях людей препаратами мышьяка и ртути, а также никотином

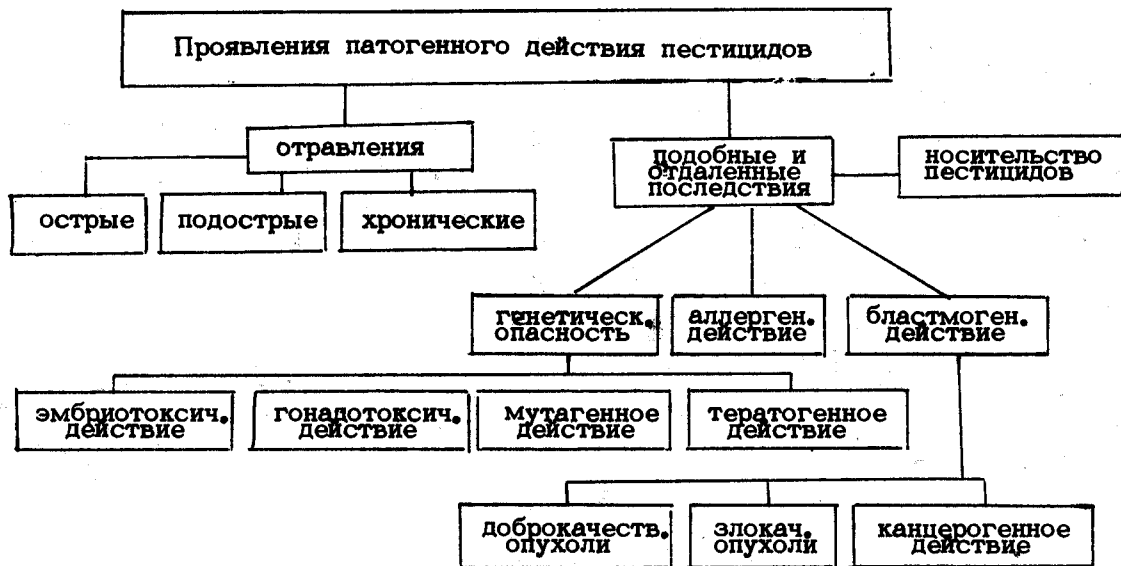


Рис. 4. Основные типы проявлений патогенного действия пестицидов /171/.

медью, бромом, цианидами, применяемыми для борьбы с вредителями и болезнями растений, начали появляться еще в 18 веке. Однако до конца 40 годов нынешнего века острые отравления пестицидами не имели большого удельного веса среди других интоксикаций. Положение изменилось в конце второй мировой войны, когда были синтезированы новые хлорорганические и фосфорорганические препараты.

Точно предугадать действие пестицида на организм невозможно ввиду неодинакового значения летальных доз для различных видов животных и человека. Так, препараты, токсичные для мыши, могут быть слаботоксичными для человека, и, напротив, то, что для человека является абсолютно ядовитым, может быть почти безвредно для крыс. Эти нюансы очень затрудняют токсикологические исследования и определение ПДК разных препаратов. Надо отметить, что из-за огромного числа применяемых веществ биохимические механизмы действия пестицидов изучены еще довольно слабо. Но остается фактом, что все используемые в настоящее время в сельском хозяйстве пестициды в той или иной мере токсичны, и нередко случаи отравления ими людей, домашних и свободноживущих животных, возделываемых и дикорастущих растений.

Статистическое исследование, проведенное в США и охватывающее период в 25 лет (до 1964 года), показало, что смертность вследствие отравлений пестицидами составляет приблизительно 1:1 000 000, т. е. 7,8–12,8% от известных случаев отравления жидкими и твердыми веществами. Причиной тяжелых отравлений являются, главным образом, мышьяксодержащие ФОС и ХОП. Случаи отравления детей особенно часты и составляют более половины (51%) от общего числа отравлений /172,173/. По другим странам процент отравления пестицидами от общего количества отравлений колеблется от 2,1 до 57,7. Смертность составляет примерно 8–13% от всех смертных случаев отравления

различными токсикантами, в это количество не входят случаи самоубийств с применением пестицидных препаратов. Так, в 1971 году в Канаде был отмечен 52751 случай отравления, из которых 928 были вызваны применением пестицидов, причем 569 случаев приходилось на детей в возрасте до 5 лет /174/. В Бельгии за 1964–1970 годы было зарегистрировано 2109 случаев отравления пестицидами, в ЧССР – 1371 (за 1958–1970), в одном из штатов Индии в течение 1963 года было зафиксировано 4797 отравлений /175/. В Японии за 3-летний период было отмечено 563 случая отравлений, связанных с опрыскиванием и неправильным использованием пестицидов населением одного из регионов на своих садово-огородных участках /176–177/.

Наибольшее число отравлений вызвано применением ФОП. Особенно часто интоксикации развивались при использовании тиофоса /178–180/. В настоящее время в мире регистрируется от 400 тысяч до 2 млн. отравлений ежегодно, в основном токсическому действию пестицидов подвергаются фермеры и сельскохозяйственные рабочие всех сельскохозяйственных регионов земного шара /187/. Подробный анализ описанных в мировой литературе случаев отравлений пестицидами проведен в обзорах /182–184/. В целом статистика отравлений ядохимикатами в мире свидетельствует о неуклонном росте несчастных случаев, связанных с применением пестицидных препаратов.

Первое место по числу отравлений занимают США, далее следуют Япония, Турция. Высокое число случаев отравлений ядохимикатами регистрируется в Дании, ФРГ, Египте, Иране и многих других странах.

Сознавая потенциальную опасность загрязнения окружающей среды химическими веществами, еще в 60-х годах западные концерны стали избирать страны Азии, Африки и Латинской Америки местом размещения особо вредных, в первую очередь, химических производств, решая тем самым свои экологические проблемы за

счет развивающихся государств. Такая политика избавляла корпорации от строгого контроля общественности, профсоюзов и экологических организаций их стран и позволяла экономить на очистных сооружениях, технике безопасности и т. д. Производя особо опасные пестициды на чужой территории и продавая их в развивающиеся страны, западные корпорации способствуют тому, что отравления пестицидами в этих странах до сих пор уносят ежегодно до 10 тысяч человек и по этой же причине ежегодно заболевает, по меньшей мере, 378 тысяч. Эти данные сообщаются в опубликованном в 1988 году в Лагосе исследовании, проведенном нигерийскими учеными.

Попадая в организм человека, пестициды поражают почти все органы, вызывая различной тяжести дистрофические изменения в тканях, нарушая обмен веществ, угнетая функции центральной и периферической нервной системы /185-188 /.

Острое отравление хлорорганическими пестицидами характеризуется головной болью, головокружением, потерей аппетита, мышечной болью, повышением температуры тела. При тяжелом отравлении появляется одышка, судороги и коматозное состояние. При хроническом отравлении страдает также периферическая нервная система, развиваются астенические состояния, неврозы, полиневриты, характерно поражение печени, боли в сердечной мышце, одышка.

В клинической картине острых отравлений людей фосфорорганическими пестицидами различаются три стадии: начальные симптомы, затем судороги и паралич. На первой стадии отмечается чувство беспокойства, тошнота, слюнотечение, кишечные боли, слезотечение и нарушение зрения. При отравлении средней степени развивается головная боль, бессонница или, наоборот, сонливость, дрожание конечностей и головы, нарушается речь. В тяжелых случаях наблюдаются приступы клинических

и тонических судорог, которые сменяются коматозным состоянием. В легких появляются признаки отека. Смерть наступает от паралича дыхания. Уже однократное попадание пестицидов в организм выявляет его накопление в печени, почках, легких /189 /.

Токсический эффект различается в зависимости от пути поступления пестицидов в организм. Например, признаками отравления при вдыхании ядохимикатов являются сужение зрачка, затрудненность дыхания, позже наступают нарушения центральной и вегетативной нервной системы. При проникновении через кожу часто возникают мышечные судороги в местах контакта с токси-кантом. При отравлении ФОП главным диагностическим признаком является понижение активности холинэстеразы крови на 50-60 и более процентов.

В общем числе случаев отравления немалая часть приходится на профессиональные отравления. Так, в США в 1961 году среди отравлений пестицидами профессиональные составляли 15% /190 /, а в ЧССР - свыше 90% /191 /. При этом у людей наблюдались комбинированные поражения головного мозга и периферической нервной системы, развивались аллергические и анемические состояния. Во многих случаях фиксировались поражения зрительного нерва, патологические изменения в крови, возникали отклонения в сердечно-сосудистой системе, воспалительные процессы в желудочно-кишечном тракте, печени и желчевыводящих путях и т. д. / 192-197/.

Такие эффекты выявляются в основном у людей, имеющих в той или иной мере контакт с пестицидами - у сельскохозяйственных рабочих (полюльщиков, работниц теплиц), пилотов сельскохозяйственной авиации, кладовщиков складов ядохимикатов, а также у людей, занятых на производстве пестицидов /198-202 /. Причем было сказано, что повторяющийся контакт с малыми дозами препаратов представляет большую опасность, чем однократная значительная доза /203 /.

При анализе причин профессиональных отравлений было показано, что 49% интоксикаций было вызвано плохими средствами личной защиты, в 18% случаев — плохим здоровьем рабочих, в 10–13% — невнимательностью при работе с ядохимикатами, в 12% — преждевременным выходом на обработанные территории /204–206 /. Наиболее действенной мерой по предотвращению таких случаев может быть, в первую очередь, ужесточение контроля за применением, производством, транспортировкой и хранением пестицидов /207 / и повышение ответственности органов, призванных обеспечивать необходимую культуру и экологическую образованность в связи с использованием токсических веществ. Кроме того, тщательное применение средств индивидуальной защиты может обеспечить полную безопасность работающих с ядохимикатами. Эффективная рабочая одежда и личная гигиена становятся решающими факторами профилактики отравлений и профессиональных заболеваний /208 /. Все эти меры еще раз свидетельствуют о том, что пестициды — ядовитые вещества, и несоблюдение правил обращения с ними чрезмерно серьезными осложнениями как собственного самочувствия, так и здоровья потомства.

Загрязнение пестицидами окружающей среды является в настоящее время одной из причин возникновения ряда широко распространенных заболеваний. Так, за последние десятилетия, согласно данным мировой статистики, наблюдается значительный рост аллергических заболеваний, при этом отмечается, что аллергия чаще поражает детей /209–210 /. Напряжение иммунореактивной системы могут вызвать хлор-, фосфор- и ртутьорганические пестициды, а также производные карбаминовой кислоты, фториды, цианамиды и мн. др. /211,212 /.

При широком использовании пестицидов всегда возможны инциденты с лицами, которые не связаны какой-либо деятельностью с ядохимикатами, но в силу обстоятельств вынуждены контактировать с их значительным

количеством. К таким людям относятся привлекаемые к сельхозработам сборщики урожая – население и школьники, а также лица, случайно попавшие на обработанные территории. Случаи таких отравлений, как правило, носят массовый характер /213–215 /.

Довольно часты отравления пестицидами в хлопководстве, где эти препараты применяются в высоких дозах. Наиболее опасным представляется процесс отделения коробочек хлопка, во время которого на кожу человека попадает сок растений, содержащий остаточные количества пестицидов и их метаболитов. При высокой температуре воздуха отравления протекают тяжелее и могут возникать даже при небольшой концентрации пестицидов /216 /.

Отмечены факты отравлений пестицидными препаратами в случаях их небрежного хранения и транспортировки /217 /, а также при использовании их не по назначению (например, для отпугивания комаров или при смазывании головы для избавления от насекомых-паразитов) /218,219 /. Довольно часто пестициды применяются для дезинфекций жилищ, много их используется для уничтожения вредителей на личных садово-огородных участках без соблюдения норм и правил, что ведет к тяжелым отравлениям вследствие употребления в дальнейшем отравленной сельскохозяйственной продукции.

Надо отметить, что сегодня особенно большую тревогу вызывает безответственное отношение к использованию и хранению пестицидных препаратов в колхозах и совхозах. Такие факты все чаще появляются на страницах прессы. В частности в материалах газеты "Советская Россия"^х, неоднократно освещалось неблагоприятное положение с ядохимикатами в многочисленных хозяйствах Северного Кавказа, Краснодарского края и

х

Сов.Россия . - 1988. - 14 авг.

Ростовской области. Только за 1987 год санэпидслужбой Кубани закрыты 43 склада ядохимикатов, на которых токсические вещества складировались под открытым небом без малейших соблюдения правил обращения с ними. В связи с этим огромное количество этих препаратов приходит в негодность, вместе с осадками проникает в почву, одновременно отравляя и уничтожая вокруг все живое. В 1985 году в Краснодарском крае было захоронено 2 тыс. т пришедших в негодность пестицидов. Только за первое полугодие 1988 года испорчено было 517 т пестицидов на 616 тыс. рублей. Все это наносит ущерб не только собственно загрязнением окружающей среды и отравлением ландшафта, но и существенными материальными убытками. Ведь в стране ежегодно тратится на закупку импортных средств защиты растений сотни миллионов валютных рублей, так необходимых сегодня народному хозяйству. Так же бездумно, как хранятся, пестициды и расходуются. Зачастую насекомых не травят, а топят в ядохимикатах. Наше сельское хозяйство до сих пор оснащено устаревшей техникой внесения удобрений и распыления аэрозольных препаратов, а технология использования пестицидов подогнана под имеющуюся технику. В связи с этим нормы расхода пестицидов завышены во много раз и рассчитаны на неизбежные потери, поскольку лишь 10% токсических веществ работают против вредителя, а 90% — впустую, загрязняя окружающую среду и уничтожая полезных насекомых и почвенные микроорганизмы, что составляет огромную цифру — 200 тыс. т пестицидов ежегодно (по действующему веществу). В настоящее время сложная экологическая обстановка возникла уже в целом ряде регионов страны — в среднеазиатских и закавказских республиках, в Молдавии и др. Именно здесь надо как можно скорее пересмотреть свое отношение к земле, природе и человеку.

3.4. Отдаленные последствия воздействия пестицидов

Наряду с отравлениями значительными дозами пестицидов чрезвычайную опасность представляют отдаленные эффекты их малых доз. Эти последствия можно сгруппировать следующим образом:

- канцерогенное действие пестицидов;
- мутагенный эффект пестицидов и их влияние на потомство;
- воздействие пестицидов на органы и системы организма и их влияние на развитие ряда патологических процессов /220 /.

Канцерогенным свойством обладают пестициды различных классов, в том числе ХОП /221-222 /. Подозрительными на канцерогенность могут считаться также пестициды, обладающие мутагенной активностью /223 /. Прямых эффектов канцерогенного действия пестицидов не выявлено, однако связь между уровнем накопления определенных соединений в организме и возникновением злокачественных новообразований проанализирована в большом числе работ /224-227 и мн. др./ . В частности, на пяти поколениях мышей изучалось действие ДДТ при ежедневном в течение 6 месяцев введении препарата с пищей в дозе 0,4-0,7 мг/кг. В экспериментальной группе опухоли обнаружены в 28%, а в контрольной - в 3,2% случаев. Чаще всего развивались лейкемии. Особенно часто злокачественные новообразования возникали во втором, а лейкемии в третьем поколениях /228 /.

В целом общее количество пестицидов, подозреваемых на канцерогенный эффект, на сегодняшний день следует признать весьма значительным /229 /.

Мутагенный эффект выражается в способности

препаратов вызывать изменения наследственной информации, при которых создается возможность перенесения патологического состояния на последующие поколения. При широком распространении мутагенов это может представлять серьезную опасность для популяции /230-232 /.

Пестициды способны проникать через плацентарный барьер и, действуя на развивающийся организм, могут проявлять эмбриотоксическое или тератогенное действие, т. е. вызывать внутриутробную смерть плода или различные уродства новорожденных /233-237 /. Эмбриотоксическим действием обладает, в частности, хлорофос /238 /. Токсический эффект химических веществ на организм новорожденных объясняется, в первую очередь, незрелостью их иммунной системы, повышенной чувствительностью центральной нервной системы, дефектом некоторых белковых функций плазмы /239/.

Некоторые пестициды способны вызывать различного рода патологии — поражение нервной системы, расстройства деятельности органов, параличи и т. д. через отдаленные промежутки времени /240 /. Кроме того, они обладают гонадотоксическим эффектом, вызывая нарушения генетического механизма /241,242 /, что также негативно сказывается на последующих поколениях людей, животных, растений.

Особенно большой опасностью для здоровья новорожденных является воздействие на них пестицидов через материнское молоко, в котором эти препараты особенно интенсивно накапливаются. Так, в ЧССР в суточном женском молоке обнаружено 6,78 мкг гамма-изомера ГХЦГ и 135,68 мкг ДДТ, 97,16 мкг гексахлорбензола. В 80% проб женского молока в США обнаружен дилдрин, в 74% — метаболиты хлордана, в 63% проб найден гептахлор /243 /. Наиболее высокое содержание ХОП, в частности ДДТ, в молоке кормящих женщин отмечено в одном из хлопководческих районов Гватемалы /244 /. Концентрация пестицидов в женском

молоке в США, Великобритании и ряде других стран в 4 и более раз превышает допустимую дневную дозу (0,01 мг/кг в сутки), установленную ВОЗ /245 /. Особенно много пестицидов в молоке матерей в Индии, что имеет прямую зависимость от количества применяемых там пестицидов /246 /.

Большую опасность для здоровья человека представляет содержание ртути в некоторых пестицидах. Эти вещества применяются в основном для протравливания семян (гранозан, меркуран, ТМТД). Пункты, специализирующиеся на такого рода обработках зерна, и склады зернового материала являются существенным источником загрязнения окружающей среды, в частности, атмосферного воздуха, поскольку ртуть является очень летучим веществом. Метилртутиевые соединения особенно токсичны для центральной нервной системы, а также вызывают многие другие тяжелые отклонения в деятельности различных органов /247-251 /. Кроме того, ртутьсодержащие фунгициды обладают всеми другими неблагоприятными свойствами с гигиенической точки зрения: персистентностью, кумулятивными способностями и т. д.

В общем количестве ртути, производимой для нужд народного хозяйства, доля используемой в земледелии достаточно мала - всего 3,4%. Так, в 1967 году в разных странах применялось следующее количество ртутьсодержащих препаратов /252 /:

Япония	- 1600 т	Болгария	- 5 т
США	- 400 т	Австрия	- 4 т
ФРГ	- 41 т	Дания	- 3,5 т
Италия	- 26 т	Швеция	- 2 т
Турция	- 22,5 т	Финляндия	- 1 т
Англия	- 20 т	Новая Зеландия	- 0,5 т
Польша	- 9 т	ГДР	- 7,5 т

Всего в мире ежегодно производится 9 тыс. т

ртути, из них около 5 тыс. т впоследствии оказывается в морях и океанах, где происходит ее включение в трофические цепи.

Большинство пестицидов, обладающих канцерогенным, мутагенным и другими поражающими эффектами, в настоящее время в нашей стране запрещены к использованию. Однако ранее они все же применялись в сельскохозяйственной практике, и этот факт нельзя упускать из виду. Так, например, необычайно сильный мутагенный, тератогенный и эмбриотоксический эффект в свое время был обнаружен у гербицида 2,4,5-Т, а точнее у его примеси - диоксина, относящегося к веществам из группы так называемых "суперэкоксикантов", имеющих чрезвычайно высокую токсичность. Поражающее их действие проявляется в концентрациях, измеряемых микро- и даже нанограммами /253,254 /. Эти вещества были найдены в виде примесей не только в 2,4,5-Т, но и других некоторых гербицидах, синтезированных на его основе, например, в пентахлорфеноле.

Диоксин - это тотальный яд, действующий на все живое: от бактерий до человека /255 /. То, чем он угрожает человечеству, по масштабам можно сравнить лишь с последствиями применения ядерного оружия.

Первые гербицидные препараты из группы диоксинов были получены на основе полихлорфенолов в США во время второй мировой войны. Первоначально они разрабатывались для поражения растительности Японии, но впоследствии (уже после войны) были приняты в качестве химического оружия армией США. Одновременно их стали широко применять и в мирных целях - для прополки сорняков в посевах злаков, для уничтожения зарослей нежелательных кустарников и деревьев.

Особенное внимание на диоксин и его соединения было обращено после применения их во Вьетнаме, где они использовались военными силами для уничтожения лесной и кустарниковой растительности. Всего здесь было израсходовано около $4 \cdot 10^6$ кг гербицида 2,4,

5-Т /256 /. За период с 1962 по 1971 год только с территории Южного Вьетнама в биосферу попало примерно 2 тыс. кг чистого диоксина. В связи с этим на вьетнамской территории и прилегающих к ней регионах и сегодня наблюдаются не только большие токсикологические и экологические нарушения, но и связанные с этим санитарно-медицинские трудности. В период войны во Вьетнаме уничтожено 25 тыс. км² лесов, 13 тыс. км² посевных площадей, пострадали 1,5 млн. человек /257 /.

Период полураспада диоксина в природе превышает 10 лет. Почва и другие элементы окружающей среды становятся его надежным хранилищем. В организме животных он может находиться более 7 лет, а затем перераспределяясь из жировой ткани, накапливается в печени, тимусе и т. д. /258-260 /. Даже в малых дозах он вызывает тяжелые заболевания кожи, поражает кроветворную, иммунную и нервную системы /261, 262 /. Особенно сильно он действует на плаценту и плод, нарушая развитие нового организма, а потом продолжает разрушать его и после рождения, передаваясь с материнским молоком. Диоксин вызывает изменения в генетическом механизме, оказывает сильное канцерогенное действие. Аномалии пораженных ядом людей могут передаваться по наследству.

Диоксин нарушает в организме практически все: извращает обмен веществ в клетках и тканях, снижает сопротивляемость к внешним неблагоприятным воздействиям, подавляет работу отдельных органов. Например, пораженная диоксином печень начинает превращать безвредные вещества в ядовитые для организма соединения.

Подобные химикаты ранее применялись в Южной Корее, а затем в военных целях в Лаосе, Кампучии.

В целом масштабы химических воздействий в Индокитае характеризуются следующими цифрами: общая площадь, подвергшаяся обработке распыленными ядами один или более раз, составляет около 1,7 млн. га,

причем, она обрабатывалась в среднем 1,5 раза и получила среднюю дозу около 42 л/га или 32 кг/га в пересчете на активные ингредиенты гербицидных рецептур /263 /.

Аномалии в хромосомах у пораженных гербицидами вьетнамцев аналогичны таковым у жителей Хиросимы, переживших атомную бомбардировку. Частота злокачественного рака печени в пораженных районах Вьетнама во время войны возросла в три раза и все еще остается высокой. Резко повышены аномалии у детей.

В 1983 году после международного симпозиума в городе Хошимине, посвященного отдаленным последствиям химической войны во Вьетнаме, впервые были конкретизированы все опаснейшие действия диоксина на человека. В то же время он в составе гербицидов по-прежнему продолжал использоваться в сельском хозяйстве.

В СССР производство и применение гербицида 2,4,5-Т было запрещено в 1973 году. Однако в настоящее время диоксин продолжает поступать во внешнюю среду другим путем — с различной продукцией хлорных производств и их отходами. Колоссальное количество диоксина попадает в атмосферу при сжигании мусора в печах. В связи с этим ограничение путей поступления диоксина в окружающую среду сегодня является актуальнейшей и острейшей проблемой современности. Решить эту задачу — профессиональный долг ученых и гигиенистов.

Проблема диоксина затрагивает не только региональные и национальные интересы. Он опасен в сотнях и тысячах километров от тех мест, где попал в окружающую среду, поскольку способен переноситься воздушными потоками, водными течениями, мигрирующими организмами. Сложность борьбы с диоксином состоит в том, что крайне низкие, но опасные концентрации этого яда невозможно установить простыми методами анализа. Невозможно его и уничтожить в биосфере доступными для массового применения средствами. Единственный

путь решения проблемы – не допускать выбросов диоксина в окружающую среду.

3.5. Загрязнение пестицидами продуктов питания

Анализ данных мировой литературы показывает, что наиболее часто пищевые продукты загрязнены хлор-, фосфор- и ртутьорганическими соединениями, производными карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислотой, бромидами, некоторыми представителями отдельных групп гербицидов /264–266 /. Из ХОП почти во всех пробах находят ДДТ, ДДЕ, алдрин, гептахлор, карбофос, диазинон, из карбаматов – севин, цинеб, манеб и др. /267 /. Животные продукты (мясо, молоко, масло) содержат ХОП в более значительных количествах, чем растительные /268–270 /. Такая закономерность обусловлена наличием ХОП в кормах, а также химической обработкой скота против кожного и др. видов оводов и кровососущих насекомых. ФОП и карбаматы накапливаются в основном в растениях. Наиболее интенсивно загрязняются фрукты. Это связано с тем, что помимо обработок непосредственно садов, виноградников и др. посадок химикатами, дополнительно проводятся обработки почвы под ними. Вследствие этого сельскохозяйственная продукция и корма для животноводства обычно содержат повышенное количество различных токсикантов. Ранее единственным категорическим запретом было применение ядохимикатов при выращивании лекарственного сырья. Но в настоящее время и для этих растений введены минимально допустимые содержания в них пестицидов и их остатков /271 /.

Согласно данным американских исследователей /272 / остаточные количества ДДТ и его метаболитов

в пищевых продуктах в США обнаруживаются в 20-55,6% проб. В рационе человека уровень ежедневного поступления каждого препарата составляет сотые доли миллиграмма /273 /. Частота обнаружения линдана, гептахлора, дилдрина, ГХЦГ составила 6-15,8% проб при содержании в ежедневном рационе порядка тысячных мг.

Если проследить за уровнем загрязнения пищевого рациона человека в течение 50-70-х годов, то видно, что снижения содержания пестицидов в продуктах питания почти не произошло. Так, по данным 1954 года, употребляемые ежедневно в США мясные продукты содержали 0,184 мг ДДТ, а в 1963 году - 0,18 мг ДДТ и 0,03 мг ДДЕ /274-276 /. С 1971 по 1977 г. тенденция к снижению концентрации ДДТ в пище наметилась в Канаде, Великобритании, США, Гватемале. Но в некоторых странах, как, например, в Японии, Венгрии, ЧССР и ряде других, такого уменьшения не зарегистрировано /277,278 /.

Содержание пестицидов в пищевых продуктах может быть настолько значительным, что может вызвать острые отравления /183,279,280 /. Так, в литературе описаны случаи отравления людей в Ираке, где причиной заболевания 6530 жителей и гибели 500 из них было употребление домашнего хлеба из семян, обработанных фунгицидами против поражения вредителями /280 /. Аналогичный случай произошел в Гане, где семена кукурузы, из которой приготовили кашу, были обработаны ацетатом метоксиэтилртути. Здесь из 114 пострадавших погибли 20 человек /282 /.

Запретив применение ядовитых веществ для защиты растений от вредителей и болезней у себя в стране, некоторые государства продолжают производить и экспортировать пестициды в слаборазвитые страны. Так, США производят ежегодно пестицидов на сумму 7 млрд. долларов, 40% от этого количества экспортируется. Четвертая часть наименований экспортируемых веществ запрещена для использования в са-

мих Соединенных Штатах. Экспорт ядохимикатов возможен потому, что в развивающихся странах до сего времени отсутствует санитарное законодательство, запрещающее применение опасных для человека средств защиты растений. 50-70% получаемых пестицидов и удобрений вносится в странах третьего мира под посевы сельскохозяйственных культур, предназначенные для экспорта в развитые страны. Таким образом, экспортируя ядохимикаты, США и другие страны импортируют пестициды к себе в виде разнообразной сельскохозяйственной продукции. Так, в мясе крупного рогатого скота, импортируемого в США из Центральной Америки, обнаруживается до 106 мг/кг ДДТ при допустимом уровне 5 мг/кг. Загрязнение пищевых продуктов бывает настолько велико, что власти США, как и многих других стран, неоднократно запрещали их импорт. Однако отравления сельскохозяйственной продукцией наблюдаются и сегодня.

В целом заметного снижения количества пестицидов и их остатков в пищевых продуктах не обнаруживается. На смену одним препаратам, исчезающим из биосферы, приходят другие. Следует предположить, что этот процесс - результат недостаточно эффективного контроля за распределением и использованием пестицидов.

Химизация сельского хозяйства, по-видимому, будет расти. Это означает, что борьба с отравлениями пестицидами должна становиться все более эффективной /283/. Земля, природа, человек нуждаются в защите от минерально-пестицидного нашествия, и сегодня государственный ограничитель в столь серьезном деле просто необходим. Пока же контроль за концентрацией пестицидов в природе и продуктах питания почти не осуществляется. В 1984 году в РСФСР лишь 12% обработанных пестицидами площадей контролировалось лабораториями станций защиты растений, а проверка

остаточных количеств пестицидов велась лишь для 3,4% выпускаемой сельскохозяйственной продукции. К тому же современные методы исследования непригодны для оценки аккумуляции препаратов в различных компонентах биоценозов, миграции их по пищевым цепям в экосистемах и т. д.

3.6. Токсичность пестицидов для полезных насекомых, птиц и млекопитающих

Все насекомые очень чувствительны к действию пестицидов. В результате этого на обработанном участке, как правило, гибнут почти все виды – и вредные, и полезные. Причем, число погибших видов полезных насекомых превышает число уничтоженных видов вредителей почти на порядок, т. е. из 100 погибших насекомых обнаруживается лишь одно вредное.

Вредные насекомые обладают ярко выраженным свойством не только быстро восстанавливать свою численность после химических обработок, но впоследствии даже увеличивать ее, в то время как ущерб, нанесенный полезным насекомым, птицам и млекопитающим, часто остается невосполнимым. Кроме того, если гибель какого-либо полезного вида насекомых или охотничье – промысловых животных не произошла от непосредственного отравления пестицидами, то зачастую она может наступить в результате уничтожения ядохимикатами их кормовой базы /284/.

Особенно большой урон наносит применение пестицидов насекомым, выполняющим огромную санитарную работу в природе, например, муравьям, а также пчелам /285/. Анализ отечественных исследований показал, что применение препаратов ГХЦГ нарушает жизнь 52% пчелосемей, находящихся в зоне обработок /286/. Чрезвычайно токсичными для пчел оказались севин, тиофос, карбофос, хлорофос и другие наиболее часто при-

меняемые в сельском хозяйстве ядохимикаты. Смертельная доза этих ядов для пчел намного меньше концентраций, используемых в практике для защиты растений от вредителей /287-288/.

Ядохимикаты легко проникают в мед. Так, в 90% проанализированных проб коммерческих сортов меда обнаружены остаточные количества опасных пестицидов - линдана, дилдрина, ДДЭ и ДДТ. Мед с Гавайев, например, содержал 0,34 мкг/кг этих препаратов, мед из Калифорнии - 0,97 мкг/кг, из северного Китая - 1,44 мкг/кг /289/.

Большой урон наносится пестицидами популяциям различных видов птиц, которые по трофической цепочке получают высокие концентрации токсичных веществ /290/. Применение ядохимикатов является одной из основных причин резкого сокращения, в ряде случаев даже полного исчезновения некоторых видов пернатых. Так, в связи с применением в 40-х годах ртутьсодержащих препаратов для обработки зерна появилось много грызунов и мелких птиц, которые в своем организме имели значительное количество пестицидов. Примерно через 10 лет стали выявляться прямые потери среди зерноядных птиц, а затем в другом звене экологической системы - среди хищных птиц, питающихся зерноядными. Все эти виды либо погибали в результате отравления, либо теряли способность к размножению, и их популяции не только сокращались, но иногда и полностью вымирали. В некоторых районах Швеции, например, почти полностью исчезла пустельга, а поголовье соколов-сапсанов и ястребов заметно уменьшилось. Там, где широко применяются родентициды против грызунов тоже часто находят мертвых хищных птиц. Сокращение более чем на 90% популяции черного коршуна, канюка-курганника, стервятника, малого и большого подорлика в Израиле также объясняется в основном применением ядохимикатов для борьбы с вредными грызунами /291-293/.

Миграцию пестицидов по трофической цепи иллю -

стрирует следующий широко известный факт. В США в 60-х годах проводилось широкомасштабное опыление язвов препаратом ДДТ для защиты от насекомых, вызвавших их массовое заболевание. Частицы ДДТ во время обработки, а затем с осадками попадали в почву, где поглощались дождевыми червями, почти невосприимчивыми к этому препарату, но способными концентрировать его в огромных количествах в своих тканях. Обитающие в этом регионе странствующие дрозды, питаясь этими червями, массово погибали при симптомах сильного отравления, поскольку для получения смертельной дозы пестицида одному дрозду достаточно было съесть всего 11 червей. Даже по истечении трех недель после обработки язвов смертность птиц достигала 86% /294/.

Массовая (до 98% популяции) гибель водоплавающих птиц была зарегистрирована в 60-х годах на озере Клир-Лейк (США), которое в 1949 и 1957 гг. было подвергнуто обработке хлорорганическим соединением ТДЕ против комаров. Было установлено, что отравление птиц произошло через цепь питания: водоросли-ракообразные-рыбы. И хотя в воде первоначальная концентрация составляла всего 0,2 мг/л, через некоторое время в ракообразных она уже достигала величины 5 мг/кг, в тканях рыб, питающихся ракообразными, несколько сот мг/кг, а в организме птиц, питающихся рыбой, содержание ТДЕ превышало 1600 мг/кг, т. е. было в 80 тысяч раз больше, чем концентрация пестицида в воде /295/.

Зависимость между применением пестицидов и скоростью размножения птиц замечена давно, особенно это проявляется в местностях, где интенсивно проводится химическая обработка территории с целью уничтожения вредных кровососущих - комаров, гнуса, мошки /296-299/. Кроме того, замечено, что в районах интенсивного применения химических веществ птицы начинают откладывать яйца с чрезвычайно тонкой скор-

лупой. В результате этого происходит высокий бой яиц, что в конечном счете также влияет на численность популяции /299/.

Таким образом, птицы могут служить определенным биологическим индикатором, показывающим уровень зараженности данной территории токсикантами и состояние здоровья природных экосистем в регионе.

Пестициды накапливаются также в организме млекопитающих. Среднее содержание пестицидов в тканях диких животных сравнительно невелико – сотые-тысячные доли мг/кг. Лишь некоторые копытные – олень, козуля имеют несколько повышенный фон, до 1,9 мг/кг /300/. Надо также отметить, что токсичность пестицидов для молодых животных гораздо выше, чем для взрослых особей /301/.

Высок уровень пестицидов в организме сельскохозяйственных животных, которые получают пестициды как с кормом, так и в результате санитарных обработок против паразитов. В связи с этим для уменьшения содержания ядохимикатов в мясной и молочной продукции необходимо особенно тщательно подходить к оценке токсичности, кумулятивности и персистентности применяемых в каждом конкретном случае препаратов.

3.7. Устойчивость насекомых к пестицидам

Представители каждого вида живых организмов резко различаются по индивидуальной чувствительности к ядам. Так, в больших популяциях насекомых или клещей всегда есть какая-то часть особей, которые обладают природной резистентностью (устойчивостью) к определенному пестициду и выживают после обработки дозой, летальной для остальной части популяции. Если период развития одного поколения короток, а обработка одним и тем же веществом повторяется часто, то насекомые успевают передать в другое поколение признаки

устойчивости к данному ядохимикату. За счет этого данная раса увеличивает свою численность и, наконец, становится основной частью популяции /302,303/. Так, после обработок паратионом 40 поколений комнатной мухи была получена раса, устойчивая к 7-кратной дозе паратиона, 70-кратной дозе метоксихлора, 120-кратному расходу гексахлорана и 3000-кратной дозе ДДТ /304/. В настоящее время уже довольно широко распространены природные расы насекомых, не поддающихся уничтожению даже при увеличении доз ядохимикатов в 100 раз и выше относительно применявшихся первоначально.

Признаки развития устойчивости почти ко всем применяемым препаратам обнаруживаются у большинства видов насекомых-вредителей. В ряде случаев первоначальная высокая эффективность многих новых инсектицидов уже настолько снизилась, что пришлось либо вообще отказаться от их использования, либо многократно увеличить нормы расхода препаратов, что еще более загрязняет остатками ядохимикатов продукты урожая, почву, воду, воздух.

Динамика развития устойчивости насекомых к химическим препаратам идет параллельно с развитием индустрии пестицидов. Например, если в 1946 году был известен только один устойчивый к ДДТ вид — комнатная муха, то в 1956 году было уже обнаружено 36 видов таких насекомых, а в 1958—85/304/. Причем, насекомые, выработавшие иммунитет к ДДТ, автоматически становятся невосприимчивыми к любым другим пестицидам.

В начале 60-х годов стало известно о развитии резистентности у различных видов клещей, в частности, у паутиного клеща. Уже в 1964 году его устойчивость к пестицидам возросла в 3 раза, а к 1966 году она увеличилась в 118 раз /305/. Экономический ущерб от резистентности паутиных клещей очень велик, особенно в районах хлопкосеяния. Так, в 1967 году расход ФОП

на обработку хлопковых плантаций в Таджикистане увеличился в 20 раз, тем не менее из-за повреждения растений клещами потери урожая составили почти 50% /306/. Замена препаратов не дает результата, т.к. было обнаружено, что уже после 9 обработок новым пестицидом, например, кельтаном, устойчивость клещей к нему возросла в 6 раз, а после 20 обработок - в 1000 раз /307/. После 3-4 лет применения карбофоса устойчивость клещей увеличивается в 50 раз; за 10-15 лет применения малатиона, метафоса и фосфамида устойчивость клещей к их действию возросла до 300 раз/308/. Более того, оказалось, что, как ни удивительно, но ДДТ, наиболее часто применяемый для уничтожения всякого рода клещей, фактически стимулирует у них процессы размножения, поэтому, несмотря на дорогостоящие попытки уничтожения этих насекомых химическим способом, результатом является лишь ускорения роста их популяции /309/.

Сейчас в мире около 500 видов насекомых и клещей устойчивы к одному или нескольким пестицидам, а более 10 видов - ко всем средствам защиты растений без исключения. В нашей стране таких видов не менее 150. По прогнозу специалистов, к 2010-2020 годам все основные вредители, возбудители болезней и сорняки могут стать невосприимчивыми к пестицидам /310-311/. Пути предотвращения этого, в первую очередь, состоят в грамотном чередовании разных средств и в категорическом отказе от системы профилактических обработок.

ГЛАВА 4. ПРИРОДООХРАННЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

4.1. Биологические методы борьбы с вредными насекомыми и сорняками

В последнее время все чаще раздаются голоса о замене химических средств защиты растений на биологические. Действительно, у каждого вредного вида есть враги, т. е. полезные человеку насекомые или животные, которые целесообразно всячески размножать и использовать для подавления численности вредных организмов. Такие опыты известны. Но всегда, прежде чем вмешиваться в естественные процессы жизнедеятельности любой экосистемы, необходимо точно знать биологию вредителей и условия внешней среды, чтобы не нарушить биологического равновесия. В этом случае любое содействие полезным организмам будет способствовать образованию их устойчивых биоценозов.

Безусловно, химическими средствами можно значительно и быстро сократить численность вредителей, но в большинстве случаев это лишь временный, сиюминутный успех, за которым обычно следует вспышка размножения этого вредителя до еще более высокого уровня. Поэтому химические препараты целесообразно использовать лишь как самое крайнее, последнее средство в случае внезапного массового нашествия какого-либо вредного вида и только один раз.

Наиболее рациональным и логически правильным в деле охраны окружающей среды является поиск и использование биологических методов борьбы с вредителями. В настоящее время над их разработкой уже интенсивно работают не только оснащенные по последнему слову техники лаборатории многих стран, но и наиболее передовая часть производителей сельскохозяйственной продукции -

фермеры. Применение природных средств защиты растений – единственный путь сохранения плодородия земли, здоровья человека и природы в целом. В высокоразвитых странах уже сегодня в практической жизни им отдается предпочтение.

Попытки использовать природные объекты для борьбы с вредителями сельскохозяйственной продукции, сорняками и т. д. предпринимались еще в начале нашего столетия. Считается, что первый официальный отчет об использовании насекомых для борьбы с нежелательными видами растений был опубликован в 1924 году. В нем содержалась информация о первых опытах борьбы с лантаной сводчатой на Гавайских островах в 1902 году. Однако в России еще в 1897 году появилось сообщение о том, что мушка-фитомиза способна сдерживать распространение египетской заразики. Это растение является бичом овоще-бахчевых и табачных плантаций, особенно на орошаемых землях Средней Азии. В силу биологических особенностей заразики бороться с ней химическими средствами невозможно. Однако у заразики в природе много врагов, и самым грозным оказалась мушка-фитомиза, которая обладает способностью размножаться в цветках именно этого растения. В конце 40-х – начале 50-х годов фитомизу впервые начали использовать в борьбе против заразики у нас в стране сначала на юге Украины, а затем в Средней Азии, где был получен наибольший эффект. В последние годы фитомиза все активнее внедряется в сельскохозяйственных регионах Молдавии, Украины и многих других областей РСФСР. Применение этого способа борьбы с сорным растением обходится в 30 раз дешевле, чем ручная прополка.

В борьбе с насекомыми-вредителями и сорняками "живыми пестицидами" могут быть также микробы, грибы, вирусы, нематоды и другие простейшие организмы. Так, на основе споровой бактерии определенного вида в 50-х годах был получен препарат энтобактерин-3. В

1953 году против сибирского шелкопряда, поразившего обширные массивы сибирских лесов, был применен дендробациллин, который и сегодня используется против некоторых видов шелкопрядов, совок, яблонной моли и различных листоверток. Особенно он эффективен на хлопчатнике, где уничтожает до 95% вредителей. Препарат боверин, полученный из грибов, поражает 98% личинок и 94% жуков майского хруща, почти полностью уничтожает колорадского жука, однако у последнего уже наблюдаются признаки возникновения резистентности к этому веществу.

Все большее внимание привлекают нематоды, которые поражают около 1,5 тысяч видов насекомых. Действуют они на насекомых по-разному — одни вызывают смерть или серьезные заболевания насекомых-вредителей, другие — стерилизацию их, третьи — способствуют проникновению в организм хозяина патогенных бактерий, от которых он погибает. В качестве перспективного сырья выбрана пока лишь одна нематода — *Necplexantia sarcophila*, которая обладает высокой агрессивностью более чем к 100 видам насекомых, и на ее основе создан первый нематоцид. При опрыскивании этим препаратом уничтожается до 85% вредителей.

Но, в свою очередь, нематоды — это вредители, причиняющие огромный ущерб фруктам, овощам и орехам. Потери сельхозпродукции от нематод составляют около 100 млрд. долл. в год во всем мире, в т.ч. 5 млрд. долл. в США, где они уничтожают около 42 млн. т аграрной продукции. В последние годы проблема нематод сильно обострилась, поскольку пока нет приемлемых средств, способных уничтожить эти вреднейшие существа. Одним из последних достижений в этой области является создание инсектицида, полученного на основе веществ, извлекаемых из панцирей крабов, и который, как предполагается, будет безопасной заменой химических препаратов. Кроме того, этот метод будет хорошим спо-

собом утилизации отходов переработки крабов, которые сами по себе представляют большую проблему из-за загрязнения ими окружающей среды. Новый препарат действует на нематод косвенно, стимулируя микроорганизмы почвы вырабатывать ферменты, убивающие как самого вредителя, так и его яйца. По мнению ученых такой подход представляется более рациональным, чем применение потенциально токсических химикатов или генетически измененных микроорганизмов. Новый препарат нерастворим в воде, что значительно снижает его миграционные способности.^х

В качестве биологических пестицидов могут быть использованы вещества, которыми в природе насекомые убивают своих врагов. Так, в опытах с термитами было замечено, что они моментально погибают от контакта с каплей яда, выделяемого маленькими черными муравьями с целью защиты. Анализ этого вещества показал, что оно состоит из относительно простых алкалоидов, которые поддаются искусственному синтезу. Интересно, что против натуральных инсектицидов пока не замечено выработка устойчивости.

К биологическим средствам защиты растений относятся также вирусные и бактериальные препараты, которые, как правило, малотоксичны для животных и человека, в то время как некоторые существующие антибиотики еще требуют доработки по уменьшению их токсичности для теплокровных.

Сейчас известно более 90 видов и разновидностей бактерий, 400 видов грибов, 5 видов вирусов, 1200 простейших и несколько видов нематод, которые могли бы стать исходным сырьем для поиска эффективных средств борьбы с различными насекомыми. Большое внимание уделяется также поиску методов регулирования численности насекомых, способных стать "живыми пестицидами" /312/. Однако при их интродукции обнаруживаются некоторые трудности, в частности, сложность

^х

За рубежом.-1988.-№ 26.- С.21

контроля за размножением интродуцируемых организмов, длительность подготовки биологического материала, ненадежность успеха и др. Тем не менее, с точки зрения охраны окружающей среды биологические методы являются идеальными.

Биологические методы включают в себя, помимо использования различных насекомых и природных препаратов, также способы отбора и воздействия на растения и насекомых. К ним, в частности, можно отнести селекцию на устойчивость, т. е. путем целенаправленного отбора и скрещивания создать, к примеру, такие растения, которые будут устойчивы к действию насекомых-вредителей или возбудителей болезней. Однако устойчивость такого сорта растений всегда очень сильно зависит от условий внешней среды, поскольку в неблагоприятных условиях она может снижаться или не проявляться совсем. Выводить устойчивые к повреждению вредителями сорта — дело трудоемкое, требующее многих лет работы. Ненадежность такого метода состоит в том, что насекомые-вредители, грибы, вирусы все равно, по-видимому, смогут приспособиться к самому "неповреждаемому" сорту и сделают это быстрее, чем закончатся работы по его выведению.

Перспективными представляются генетические методы борьбы с вредными насекомыми, в результате чего можно получить нежизнеспособные или бесплодные расы. Добиться такого эффекта позволяет применение так называемых хемотрелизаторов — химических веществ, подавляющих половые функции насекомых. Но в этом случае необходимо помнить, что подобные вещества могут вызвать бесплодие и у полезных насекомых. Следовательно, предстоит еще большая работа по созданию специальных приманок — феромонов для определенных видов вредителей. Исследования в этом направлении уже ведутся /313/. Успешное решение этой задачи было бы существенным вкладом в дело охраны окружающей среды.

Стерилизация насекомых может быть достигнута также при помощи ионизирующего излучения. Для этой цели в нашей стране разработана и применяется оригинальная установка "Генетик". Но здесь надо заметить, что со временем даже к ионизирующему излучению в насекомых развивается устойчивость. Среди них появляются расы, способные выдерживать очень высокие его дозы.

Поиск способов защиты растений без применения химических препаратов ведут не только ученые, но и простые владельцы различного рода частных плантаций лесных и сельскохозяйственных культур. Так, очень оригинальный и в целом заслуживающий внимания метод применил владелец питомника по выращиванию эвкалиптов и сосны на западном побережье Австралии, который с большой эффективностью использовал для защиты саженцев от насекомых (саранчи, майских жуков и т. д.) вместо дорогих и вредных инсектицидов стаю из 40 индеек. Уже в двух месячном возрасте птицы начали старательно уничтожать лесных вредителей и через некоторое время на такой кормовой базе набрали солидный вес. Таким образом, можно не только совершенно уберечь посадки от потравы вредителями и избежать загрязнения почвы химическими веществами, но и дополнительно производить птичье мясо, не содержащее ядовитых остатков пестицидов и имеющее прекрасные вкусовые качества. По мнению владельца плантации, его эксперимент превзошел все ожидания, и он собирается увеличить количество птиц в 100 раз, чтобы полностью обеспечить охрану питомника от вредных насекомых^х.

Успешно бороться с вредителями можно также

^х За рубежом. - 1988. - № 26. - С. 21

при помощи механизмов. Например, американскими садоводами применяется вакуумный агрегат, удаляющий насекомых с клубники. Он монтируется на тракторе и позволяет обрабатывать сразу 4 ряда земляники. Благодаря новому методу использование химических средств защиты растений значительно сокращается^X.

Огромную практическую выгоду и возможность полного отказа от гербицидов сулит использование специальных растительноядных насекомых (гербифагов) против сорняков. Их уже сегодня можно применять против осота полевого, многих видов чертополоха, васильков, молочаев, крестоцветных, лютиков, вьюнков, пастушьей сумки, хвощей, пырея, ползучего, острца, даже для амброзии, т. е. для большинства видов, в борьбе с которыми в основном используются гербициды. Успешные научные разработки в этом направлении осуществлены в Институте зоологии АН УССР, Зоологическом институте АН СССР, других научных учреждениях страны. Но пока применение экологически безвредных природных пестицидов не достигло необходимого уровня. Наиболее рациональным является применение в сельском хозяйстве рациональных агротехнических приемов, так называемой комплексной (интегрированной) системы защиты растений. Технически это выглядит как календарно-фенологический перечень дополняющих друг друга приемов селекции, агротехники, химии, биологии и организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на уничтожение вредителей растений и сорняков /314/.

В самом упрощенном виде суть этой системы сводится к тому, что мероприятия по защите растений химическими веществами должны проводиться только в том случае, если вредители, болезни или сорняки гро-

^X *New Scientist*, 1989. - Vol. 121. - № 1649. -

зят уничтожить не менее 3–5% урожая, стоимость которого окупает затраты на борьбу с ними. Вместе с тем, интегрированная система – это гармоничное сочетание химических, биологических и агротехнических мероприятий, включающих полезащитное лесоразведение, правильные севообороты, окультуривание лугов и т. д. К сожалению, ни станции защиты растений, ни малочисленная служба сигнализации и прогнозов развития и появления вредителей и болезней растений в их настоящем качестве не могут быть тут полезны.

Поэтому в современных условиях целесообразно иметь хозрасчетные проектно-технологические станции, которые бы по договорам с совхозами и колхозами составляли для них обоснованные технологические карты с указанием конкретно по каждому полю сроков и кратности обработок, ассортимента и норм расхода средств защиты растений и сигнализировали бы о необходимости обработок на основе фактического фитосанитарного состояния посевов и развития полезной энтомофауны. Безусловно, это потребует основательных затрат, но с другой стороны, несомненно, будет достаточно экономичным.

Если какие-то приемы начинают терять свою эффективность, то в систему вводятся новые, что обеспечивает, как правило, постоянную высокую результативность мероприятий. Самым важным звеном любой такой системы является агротехника, в частности, севообороты. Грамотное чередование и пространственное размещение сельскохозяйственных культур не только повышает урожай, но и ограничивает возможность накопления вредителей и возбудителей болезней, снижает засоренность полей сорняками.

Высевая на поле одну культуру, человек сам способствует усиленному росту сорняков и вредителей. Между тем известно, что одновременно можно выращивать несколько культур. Так, поликультура кукурузы, овса и подсолнечника в условиях Пензенской области

давала 414 ц кормовой массы с га при урожае чистого посева кукурузы 326 ц/га. В условиях Подмосквья трехвидовые агроценозы (горох — горчица — подсолнечник; вика — горчица — подсолнечник) не только давали более высокие и устойчивые урожаи кормовой массы, но при этом в 3—4 раза снижалась засоренность посевов, что делало лишним использование гербицидов. Без сомнения, в будущем сельскому хозяйству придется отказаться от монокультуры и перейти к поликультуре. Это обеспечит практическую неуязвимость полей к действию насекомых, вирусов и сорняков. Кроме того, при поликультуре почти не происходит "утомления" почвы.

Передовые приемы агротехники уже широко применяются во многих хозяйствах. Так, в Муромцевском районе Омской области все 16 хозяйств отказались от применения пестицидов, тем не менее получили средний урожай зерновых выше среднего по области. Перестали применять пестициды и многие хозяйства Белореченского района Краснодарского края, в Шишацком и Миргородском районах Полтавской области. В связи с этим на полях Полтавщины заметно увеличилось содержание гумуса. Здесь отмечается самая высокая в республике фондоотдача и урожайность зерновых.

Использование интегрированной системы защиты растений позволило получить в хозяйствах Кокчетавской области дополнительно 11,9 ц/га зерна яровой пшеницы. В Тарановском районе Кустанайской области и ряде районов Уральской области прибавка зерна пшеницы составила соответственно 6—10 и 3,7—5,6 ц/га.

В Кыштовском, Северном, Венгеровском районах Новосибирской области успешно практикуют перестройку структуры посевов в соответствии с прогнозируемой численностью вредителей. Эти прогнозы с высокой степенью достоверности составляют ученые Биологического института СО АН СССР.

Ярким примером рационального использования пестицидов, при котором происходит значительное снижение

объемов их расхода даже в годы сильного размножения вредителей, является обработка лишь краевых полос полей зерновых и зернобобовых культур, где в весенний период сосредотачивается основная масса вредителей. Этот способ позволяет значительно сократить объем работ и расход ядохимикатов: на полях площадью около 100 га – в 5–8 раз, 900 га – в 60–70 раз /315/. Высокоэффективен ленточный способ применения гербицидов на пропашных культурах. В Молдавии его применяют ежегодно на площади свыше 70 тыс. га.

Таким образом, организационно–агротехнические мероприятия служат не дополнением, а альтернативой химическим методам защиты посевов.

Но зачастую по мере увеличения выпуска пестицидов многие хозяйства все в меньшей степени применяют агротехнические приемы, потому что применение химических средств легче и дешевле. Конечно, в последние 20 лет применение больших количеств пестицидов в какой–то мере было оправданно, поскольку этому способствовали вспышки массовых размножений вредных саранчовых, тлей, злаковых мух и т. д. Но прежде чем бороться с ними с помощью неумеренных количеств пестицидов, следовало бы выяснить причины возникновения этих явлений. Так, стало очевидно, что, например, вспышка массового размножения злаковых тлей явилась результатом неумеренного применения азотных удобрений. Немалых усилий потребует отказ от вошедших в систематическую практику профилактических обработок. Необходимо осознать, что при такой обработке гибнут в основном полезные насекомые, а вредители в большинстве своем лишь получают толчок к еще более быстрому размножению, поскольку все их враги – полезные виды уничтожены в процессе такой “профилактики”.

Как уже отмечалось, для разумной химической обработки необходимы новые машины и технологии. Внедрение существующих современных опрыскивателей и рациональной технологии обработки растений происходит

чрезвычайно медленно. В связи с этим, учитывая, что в настоящее время в сельском хозяйстве мало кто умеет правильно применять ядохимикаты, нужна срочная и повсеместная пропаганда передовых правил и методов химической и, главное, нехимической защиты растений. И делать это следует не только среди специалистов сельского хозяйства, но и среди населения. Ведь в нашей стране около 8,5 млн. семей имеют в частной собственности садово-огородные участки. Таким образом, следует развернуть поистине национальное движение за экологически чистую сельскохозяйственную продукцию.

Большой современной задачей является сегодня необходимость иметь в каждом хозяйстве специально подготовленных людей, способных грамотно работать с ядохимикатами. Пока еще такие специалисты есть лишь в 15% колхозов и совхозов. Это крайне мало.

Говоря о сельском хозяйстве обозримого будущего, о стратегии его развития, уже сегодня приходится признавать, что и интегрированный метод, как, кстати, и другие методы защиты растений, не может рассматриваться в качестве панацеи. Нужна не поверхностная, а глубокая экологизация сельского хозяйства, связанная с существенным изменением всего облика сельскохозяйственного производства. Пестицидные препараты должны быть инструментом срочного, экстренного вмешательства в критической, крайней ситуации, но отнюдь не повседневной практикой. При решении вопросов развития химизации надо на всех уровнях обязательно учитывать не только сиюминутные выгоды от применения пестицидов, но и неизбежные потери — экономические, социальные, экологические.

4.2. Гигиеническое нормирование пестицидов.

Способность химических соединений, применяемых в сельском хозяйстве, сохраняться длительное время в объектах окружающей среды и продуктах питания застав-

ляют строго нормировать их применение. Гигиеническое регламентирование пестицидов – это комплекс норм, предотвращающих отравления и включающих в себя предельно допустимые концентрации (ПДК), минимальный срок безопасной работы с пестицидами и экспозиционный тест. Поскольку невозможно проконтролировать поведение пестицидов в окружающей среде, современные ПДК играют, в основном, скорее познавательную роль, как бы указывая на степень токсичности того или иного препарата и на опасность его использования, а также является средством для определения мер индивидуальной защиты человека от их влияния.

Свою защитную функцию пестициды проявляют в течение всего 1-2% от общего времени их нахождения в окружающей среде. Все остальное время они вызывают лишь негативный эффект загрязнения. В связи с этим в ближайшем будущем при формировании ассортимента химических средств защиты растений, предназначенного для практического использования, наибольшее внимание следует обращать на аспекты их потенциальной и реальной опасности для здоровья человека. Одним из таких аспектов является строгая регламентация норм применения пестицидов на тех или иных территориях. Поэтому тенденцию к снижению суммарного расхода ядохимикатов на единицу сельскохозяйственной площади за счет повышения эффективности обработок можно рассматривать как определяющую на ближайшие годы в области гигиенической регламентации.

В основе управления качеством окружающей среды лежат допустимые уровни содержания химического вещества в ней. Так, максимальные допустимые уровни (МДУ) остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах используют для принятия решения о допустимости использования этих продуктов в питании.

ПДК пестицидов в воде водоемов служат критерием для санитарного контроля за соблюдением водоохраных регламентов, установления сроков использования воды

после обработки ядохимикатами. В качестве ПДК берут пороговую концентрацию по наиболее чувствительному тесту.

ПДК пестицидов в атмосферном воздухе – это максимальное их содержание, которое не оказывает при регламентированной вероятности появления ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на человека, не снижает его работоспособности и не ухудшает самочувствия. Этот показатель используют в санитарном контроле за содержанием пестицидов в воздухе населенных пунктов.

ПДК пестицидов в почве используют для установления регламентов обработки почвы и растительности, допустимых сроков выхода на обработанные участки. ПДК пестицидов в почве представляет собой максимальное содержание остатков, при котором они мигрируют в сопредельные с почвой среды в количествах, не превышающих гигиенические нормативы этого вещества в указанных объемах окружающей среды, а также не влияют отрицательно на биологическую активность самой почвы. Таким образом, ПДК химических веществ в почве представляет собой максимальную его концентрацию (мг/кг), которая не вызывает прямого или опосредованного негативного действия на здоровье человека и самоочищающую способность почв. ПДК для почв требует особого контроля и тщательного учета норм расхода всех химических веществ /316-320/.

Наряду с ПДК для оценки степени загрязнения почв пестицидами используют и ориентировочные допустимые концентрации пестицидов (ОДК), которые получают расчетным путем. ОДК – временные нормативы, подлежащие пересмотру через 3 года после утверждения или замене на ПДК.

При расчете ПДК для пестицидов обычно не учитывалась фитотоксичность остатков гербицидов. Но с 1982 года ПДК для гербицидов стали утверждать по двум показателям – гигиеническому и фитотоксическому /321/.

ПДК пестицидов в СССР в большинстве случаев в несколько раз ниже норм, принятых за рубежом (табл. 9) /240/. В последние годы имеется тенденция к снижению зарубежных ПДК и приближению их к нормативам, принятых в СССР.

В настоящее время ассортимент пестицидов огромен, и установить ПДК для всех веществ не представляется возможным.

Таблица 9

ПДК пестицидов в воздухе рабочей зоны, нормированные в СССР (ГОСТ 12.1.005-76) и США, мг/м³

Название препаратов	СССР	США
Атразин	0,5	5/20 ^x
Гамма-ГХЦГ	0,05	0,5/1,5
2,4-Д	0,05-1,0	10/20
ДДВФ	0,2	1/3
ДДТ	0,1	1/3
Дибром	0,5	3/6
Карбофос	0,5	10
Севин	1,0	5/10
Сероуглерод	1,0	60/90
Хлорофос	0,5	1/3

^x числитель - среднесменная концентрация, знаменатель - максимальная концентрация.

Кроме того, следует отметить, что исследования токсичности нового препарата требуют больших финансовых и людских ресурсов. Так, только определение токсичности препарата требует затрат в 350 тыс. долл. При ис-

следовании отдаленных и побочных последствий стоимость работы увеличивается вдвое /322/.

В нашей стране установление всего одного норматива и в одной среде стоит примерно 50 тысяч рублей. Изучение ингаляционной токсичности обходится в 30 тыс. руб., обоснование ПДК в воздухе – более 35 тыс. руб. /323/. Исследования длятся 3–6 лет, что в значительной мере тормозит внедрение препарата в практику. Сокращения сроков токсикологического изучения новых веществ можно добиться разработкой новых методов моделирования действия препарата на окружающую среду. Такой прогноз позволил бы получить количественную характеристику, отражающую опасность нового вещества для человека /324,325/.

Исходя из опыта прошлого, целесообразно прогнозировать следующие итоговые результаты токсикологических и гигиенических исследований:

- опасность пестицидов для человека;
- остаточные количества препарата в окружающей среде;
- процессы миграции пестицидов в почве, воздухе, пищевых, водных экоцепях, охватывающие все маршруты движения веществ от момента поступления до полного исчезновения.

В настоящее время разработаны математические модели, позволяющие рассчитать основные параметры, характеризующие опасность пестицидов – стойкость в растениях и почве, допустимые суточные дозы и пр./325–329/. На основе таких прогнозов разрабатываются важнейшие регламенты, что позволяет оптимизировать сроки уборки урожая сельскохозяйственных культур, снижает потери урожая и т. п.

Изменения гигиенического состояния биосферы под влиянием антропогенной деятельности человека происходят очень быстро. В связи с этим необходимо как можно тщательнее проводить регламентацию химических ве-

шеств и ужесточить государственный санитарный надзор за рациональным использованием всех видов пестицидов /330/.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До недавнего времени считалось, что проблема пестицидов чисто сельскохозяйственная. Сейчас ясно, что она заняла прочное место в ряду общемировых экологических проблем крупного масштаба. В настоящее время глобальное загрязнение нашей планеты пестицидами — свершившийся факт. Меры, предпринимаемые по охране окружающей среды в нашей стране и за рубежом, в большинстве своем оказываются недостаточными. Особую тревогу вызывает наличие в биосфере хлорорганических пестицидов, в частности, ДДТ и его метаболитов. В этой связи наиболее пристальное внимание следует обратить на продолжающееся их использование в странах третьего мира. Эти яды, последствия воздействия которых на человечество даже трудно предположить, продолжают мигрировать по всему земному шару и накапливаться во всех компонентах биосферы. Поэтому сегодня, как никогда, возникает острая необходимость совершенствования состава пестицидов и способов их применения.

Однако проблему охраны окружающей среды невозможно решить на основе одностороннего подхода. Предотвратить или хотя бы ограничить нежелательное действие химических веществ на природу можно только комплексными мерами, которые, в первую очередь, включают создание пестицидных препаратов с меньшей экологической и биологической опасностью. Следует проводить более тщательные проверки разнообразного действия новых препаратов, поскольку применение этих средств без специальных предупредительных мер часто приводит к отрицательным результатам.

Некоторые положительные результаты в этой об-

ласти уже имеются. Так, по данным ВИРЗ^х за последние 10 лет экологическая безопасность современного ассортимента пестицидов повысилась вдвое, а средний уровень токсичности препаратов снизился в 5-9 раз (для теплокровных).

Несомненную пользу должна принести активная разработка биологических средств защиты растений, а также рациональное применение агротехнических приемов в земледелии. Только комплексное использование этих мер может помочь снизить уровень загрязнения окружающей среды токсическими веществами и, может быть, даже добиться такого равновесия, когда природа сама сможет очищаться, успевая подвергать детоксикации, трансформации и утилизации пестициды и их остатки.

А пока проблему защиты растений можно рассматривать как часть нарастающего конфликта между наукой и техникой, с одной стороны, и состоянием окружающей среды - с другой. Чтобы решить это противоречие требуется глубокий анализ социальных, экономических и биологических факторов, которые необходимо согласовывать так, чтобы почва, растения, вода, воздух и пища оставались пригодными для здоровой жизни.

Применение пестицидов на научной основе важно еще и потому, что масштабы применения средств защиты растений с каждым годом увеличиваются. Так, к 1990 году намечено расширить обрабатываемые ими площади со 180 млн. га до 270 млн. га и поставить сельскому хозяйству 440-480 тыс. т химических веществ для борьбы с вредителями посевов. Намечено также в 2-3 раза расширить ассортимент препаратов /331/.

Все вышесказанное о воздействии пестицидов на окружающую среду можно обобщить в следующих выводах:

- Пестициды в настоящее время являются приори-

^х Всесоюзный институт защиты растений.

тетным фактором загрязнения окружающей среды в глобальном масштабе.

– Пестициды, являясь биологически активными веществами, вызывают нарушения в жизнедеятельности организмов практически всех системных групп и сообществ как на популяционном, так и на индивидуальном уровне.

– Пестициды способны накапливаться в воде, почве, воздухе, растениях, в живых организмах и передаваться по трофическим цепям, при этом их концентрация в каждом последующем звене пищевой цепи увеличивается примерно на порядок. Пестициды способны включаться в общий круговорот веществ в природе и длительно циркулировать в биосфере.

– Пестициды обладают канцерогенным, мутагенным, тератогенным, гонадотоксическим и другими крайне опасными для человека и животных свойствами. Особую опасность представляет способность некоторых пестицидов вызывать отдаленные эффекты своего токсического действия, поражая не только живущее, но и многие последующие поколения, поскольку нарушения, вызванные влиянием пестицидов, способны передаваться по наследству.

Уменьшить или даже прекратить негативное влияние пестицидов на окружающую среду и ее компоненты можно:

– снижением токсичности пестицидных препаратов для человека, животных и растений,

– уменьшением их стойкости во внешней среде,

– разработкой оптимальных методов их использования,

– разработкой биологических средств защиты растений и заменой ими существующих химических препаратов,

– повышением общей экологической культуры в области использования химических средств защиты растений,

– введением жесткого контроля за производством, транспортировкой, хранением и применением пестицидов.

Задача очищения биосферы является наиболее актуальной и сложной на границе перехода к третьему тысячелетию. Есть все основания рассматривать исследования сущности влияния химических веществ, в частности, пестицидов на окружающую среду как глобальную междисциплинарную пограничную проблему, имеющую важнейшее значение как для настоящего, так и для будущего человечества.

Литература

1. Калоянова-Симонова Р. Пестициды: Токсическое действие и профилактика. - М. : Медицина, 1980 - 304 с.
2. Урсу А.Ф., Синкевич З.А. Охрана почв в условиях интенсификации сельскохозяйственного производства - Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1988. - 165 с.
3. Хайниш Э., Паукке Х., Нагель Т.Д., Ханзен Д. Агрохимикаты в окружающей среде. - М. : Колос, 1979. - 357 с.
4. Яблоков А. Пестициды, экология, сельское хозяйство // Коммунист, 1988. - № 1. - С. 34-42.
5. Дунский В.Ф., Никитин Н.В., Соколов М.С. Экологические последствия применения ядохимикатов: Пестициды // Материалы 3 Всесоюз. науч.-коорд. совещ. по междунар. прогр. ЮНЕСКО "Человек и биосфера", проект 9-Б. - Пушкино, 1982. - С. 15-106.
6. Воронова Л.Д., Денисова А.В., Пушкарь И.Г. Система контроля за загрязнением природной среды пестицидами // За рубежом (обзорная информация) - М.: ВАСХНИЛ, 1977. - 64 с.
7. Raju P. Storage pest menace - how to condact? Role of grain protectants in its perspective // Pesticides, 1984. - Vol. 18. - N 8. - P. 216 - 221.
8. Teter N.C. Losses caused by pests stored grain // Pests of Stored Products, 1981. - P. 71 - 76.
9. Захаренко В.А., Мартыненко В.И. Тенденция производства и применения пестицидов в земледелии // Агрохимия, - 1984. - № 2. - С. 127-134.

10. Прокофьев О.Н. Защита растений. Настоящее и будущее. - Новосибирск: Наука, 1983. - 160 с.
11. Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве на 1986-1990 годы. - М., 1987. - 204 с.
12. Гамбург К.Г. и др. Регуляторы роста растений / Гамбург К.Г., Кулаева О.Н., Муромцев Г.С., Прусакова Л.Д., Чкаников Д.И. - М.: Колос, 1979.-208с.
13. Khan S. Pesticides in the environmental. - Amsterdam, Oxford: Elsevier, 1980. - 240 p.
14. Paasivirta J. Organochlorine compounds in the environment // Water Sci. and Technol. - 1988. - Vol. 20. - N 2. - P. 119 - 129.
15. Organophosphorus insecticides: a general introduction // Environ. Health. Criteria. - 1986. - N 63. - 181 p.
16. Мельников Н.Н., Волков А.И., Короткова О.А. Пестициды и окружающая среда. - М.: Химия, 1977. - 240 с.
17. Дуглас У.О. Трехсотлетняя война: Хроника экологического бедствия. - М.: Прогресс, 1975. - 239с
18. Engst R. Zum Metabolismus ausgewählter Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfungsmittel //Nahrung. - 1971. - N 15. - S. 815 - 825.
19. Шварц С.С. Экологические закономерности эволюции. - М.: Наука, 1980. - 278 с.
20. Маслова О.В., Шебунина Н.А. Экологические последствия применения химических средств защиты растений. Деп. рукопись. - Киев, 1987. - 19 с.(рукопись деп.в ВИНТИ, 13.11.87 № 8015-887).

21. Грин М. Б., Хартли Г.С., Вест Т.Ф. Пестициды и защита растений. - М.: Колос, 1979. - 384 с.

22. Ware G.W., Estesens B., Cahill W.P. Dislodgable leaf residues of insecticides on cotton // Bul. of Environ. Cont. Toxicology. - 1974. - Vol. 11. - N 5. - P. 434 - 437.

23. Di Domenico A., Silano V., Viviano G. Accidental Release of 2,3,7,8-TCDD at Seveso. Italy // Ecotoxicol. Environ. Safety. - 1980. - Vol. 4. - P. 346 - 356.

24. Hay A. Toxic cloud over Seveso // Nature. - 1976. - Vol. 262. - N 1. - P. 636 - 638.

25. Brown A.W.A. Ecology of pesticides. - 1978. - N.Y. - 525 p.

26. Меренюк Г.В. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. - Кишинев: Штиинца, 1984. - 144 с.

27. Гигиена окружающей среды в СССР. - Вып. 9. - М.: Медицина, 1988. - 302 с.

28. Данилова Н.А. Природа и наше здоровье. - М.: Мысль, 1977. - 236 с.

29. Carson R. Der Stumme Frühling. - München: Bilders - Stein - Verlag, 1963. - 217 S.

30. Ленёва А. Оскальпированная земля. - М.: Прогресс, 1971. - 286 с.

31. Коммонер Б. Замыкающийся круг. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 280 с.

32. Сен-Марк Ф. Социализация природы. - М.: Прогресс, 1977. - 435 с.

33. Окружающая среда: Споры о будущем. - М.: Мысль, 1983. - 250 с.

34. Лазарев Н.В. Введение в геогигиену. - М.-Л.: Наука, 1966.- 322 с.

35. Junge C.E. Transport mechanism for pesticides in the atmosphere // Pure and Appl. chem. - 1975. - Vol. 2. - N 1 - 2. - P. 95 - 104.

36. Wheatly G.A. Pesticides in the atmosphere // Environ. Pollution by Pesticides / Ed. Edwards C.A. - London, New-York: Plenum Press, 1973. - P. 365 - 408.

37. Малахов С.Г., Бобовникова Ц.И., Егоров В.В. и др. Влияние метеорологических условий на концентрацию пестицидов в приземном слое атмосферы // Гигиена и санитария. - 1983. - № 1. - С. 34-37.

38. Hague R., Freed V.H. Behaviour of pesticides in the environment // Res. Rev. - 1974. - Vol. 52. - P. 89 - 116.

39. Edwards C.A. Environmental Pollution by pesticides // Ed. Edwards C.A. - London; Plenum Press, 1973. - 542 p.

40. Spencer W.F., Farnes W.J. Pesticide volatilization, Res. Rev. - 1973. - Vol. 49. - P. 1 - 47.

41. Ждамиров Г.Г., Лапина Н.Ф. Испарение пестицидов с растений: (обзор) // Тр. Ин-та эксперим. метеорол., 1983. - Вып. 11(97). - С. 28-39.

42. Лапина Н.Ф., Ждамиров Г.Г., Лапин А.Г. Испарение пестицидов как фактор аэрального загрязнения растений // Тр. Ин-та эксперим. метеорол., 1980. - Вып. 10(86). - С. 85-89.

43. Taylor A.W., Dwight E., Glotfelty D.E. Volatilization of dieldrin and heptachlor from a maize field // J. Agric. chem. - 1976. - Vol. 24, N 4. - P. 625 - 631.

44. Hartley G.S. Evaporation of pesticides // Pesticidal formulation research, physical and colloidal chemical aspect. Adv. Chem. Series. - 1969. - Vol. 86. - P. 115 - 134.

45. Lloyd-Jones C.P. Evaporation of DDT // Nature. - 1971. - Vol. 299, N 1. - P. 65 - 66.

46. Woodwell G.M., Craig P.P., Johnson H.A. Atmospheric circulation of DDT // Science. - 1972. - Vol. 177. - P. 725.
47. Taylor A.N., Glotfalty D.E., Turner B.C. e.a. Volatilization of Dieldrin and Heptachlor residues from field vegetation // J. Agric. Food. Chem. - 1977. - Vol. 25, N 3.
48. Tabor E.E. Pesticides in urban atmospheres // J. Air. Pollut. Control. Ass. - 1965. - N 14. - P. 415.
49. Finkelstein H. Preliminary air pollution of pesticides // Publ. Health Service U.S. - 1969. - 53 p.
50. Клисенко М.А. Фотолиз пестицидов в окружающей среде // Химия в сельском хозяйстве. - 1976. - № 9. - С. 57-62.
51. Соколов М.С., Кныр Л.Л. Фотолиз, сорбция и миграция пестицидов в почвах и ландшафтах (обзор) // Химия в сельском хозяйстве. - 1973. - № 9. - С. 43-48.
52. Грызлова Г.К. Фотохимическое разложение некоторых гербицидов // Химия в сельск. хоз. - 1976. - № 9. - С. 62-65.
53. Kadke L.F., Hollis V., Eltgroth M.W. Scavenging of aerosol particles by precipitation // J. Appl. Met. - 1980. - Vol. 19. - P. 715 - 722.
54. Бобовникова Ц.И., Дибцева А.В. Хлорорганические пестициды в атмосферных осадках // Метеорология и гидрология. - 1980. - № 8. - С. 46-51.
55. Wells P., Jehnstone S.J. The occurrence of organochlorine residues in reinwater // Water Air and Soil Pollution. - 1978. N 9. - P. 271 - 280.
56. Lahmann E., Herzal F. Pestizid - Bestimmung in Luft und Niederschlägen // Gesundheits - Ingenieur. - 1971. - Bd. 92. - S. 280.

57. Clare A., Stewart J. Atmospheric circulation of DDT // Science. - 1972. - Vol. 177, N 4054. - P. 724 - 725.
58. Глобальный баланс ДДТ в биосфере / Анохин Ю.А., Вронская Н.Г., Николишин И.Я., Салиев А.В. - Обнинск, 1979. - 39 с.
59. Brynjulf O. The transfer of airborne pollutants to the Arctic region // *Atm. Envir.* - 1981. - Vol. 15, N 8. - P. 1439 - 1445.
60. Woodwell G.M. e.a. DDT in the Biosphere: Where does it go? // Science. - 1971. - N 174.
61. Pesticides: Report of a Workshop. - Vienna, 1973. - 121 p.
62. Круглов Ю.В. Микрофлора почвы и гербициды // *Агр. микробиология.* - Л.: Колос, 1976. - С. 204-229.
63. Rup L. Accumulation, metabolism and effects of organophosphorus insecticides on microorganismus // *Adv. Appl. Microbiol.* - 1982. - Vol. 28. - P. 149 - 200.
64. Kurle K., Walker A. Persistence and its Prediction. - Interaction between herbicides and the soil. - L.N.G.: Academic Press, 1980, - P. 83 - 122.
65. Головкин Г.В., Воловник Л.М. Сорбция пестицидов компонентами почвы: (обзор). // *Химия в сельск. хоз.* - 1976. - № 9. - С. 48-57.
66. Khan S.U. Pesticides in soil environment. - Vol. 5. - Amsterdam ets: Elsevier - North - Holland, 1980. - 240 p.
67. Эдвардс Ч. Факторы устойчивости инсектицидов в почве // *Растениеводство.* - 1965. - № 5. - С. 28-33.
68. Спину Е.И., Моложанова Е.Г. Факторы, определяющие загрязнение почвы пестицидами // *Гигиена*

и санитария. - 1981.- № 5. - С. 16-18.

69.. Walker A. Simulation of persistence of soil applied herbicides // Weed. Res. - 1978. - Vol. 18, N 5. - P. 305 - 313

70. Моложанова Е.Г. Классификация почв по степени сорбции пестицидов // Тр. 3 Всесоюз. конф. по исслед. миграции загрязн. веществ в почвах и сопредельных средах. - Л., 1985. - С. 47-52.

71. Loxham M., Silence P. Influence of soil structure on the spread of soil micropollutans through the geosphere // Chem. Prot. Environ. - Amsterdam e.a., 1986. - P. 143 - 149.

72. The role of organic matter in adsorption of the triazine herbicides by soils // Isotopes and radiation in soil organic matter studies. - Vienna: Internat. Atomic. Energy Agency, 1968. - P. 91 - 108.

73. Hurle K. Untersuchungen zum Abbau von Herbiziden in Boden // Acta Phytomedica. - 1982. - N 8. - S. 96 - 120.

74. Stevenson F.G. Reactions of organic matter with herbicides in soil // J. Environ. Quality. - 1972. - Vol. 1. - P. 333 - 343.

75. Khan S.U. Distribution and characteristics of bound residues of prometryn in an organic soil // J. Agr. and Food. Chem. - 1982. - Vol. 30, N 1. - P. 175 - 179.

76. Kalouskova N. Interaction of humic acids with artazine // Environ. Sci. and Health. - 1987. - Vol. 22, N 1. - P. 113 - 123.

77. Овчинникова М.Ф. Химия гербицидов в почве. М.: Изд. МГУ, 1987. - 109 с.

78. Махула Т., Хикиш Б., Мюллер Г. Влияние однократного и многократного применения гербицидов на биологическую активность и микрофлору почв. // Эко-

логия. - 1987. - № 4. - С. 52-55.

79. Геллер И.М., Бочкарева Л.А., Белей Л.М. Гигиенические вопросы охраны окружающей среды сельских населенных мест в условиях широкого применения пестицидов // Мед. журн. Узбекистана. - 1981. - № 6. - С. 40-41.

80. Миграция и превращение пестицидов в окружающей среде // Тр. сов.-амер. симп., окт. 1976. Тбилиси. - М.: Гидрометеоиздат, 1979. - 160 с.

81. Сухов Л.Н., Бобовникова Ц.И., Вирченко Е.П. Распределение γ - ГХЦГ по профилю почвы // Тр. Ин-та эксперим. метеорол. - 1983. - Вып. 11(97). - С. 44-47.

82. Венгорек В. Циркуляция пестицидов в агроценозе // Агрехимия. - 1983. - № 1. - С. 93-101.

83. Hornsby A.G., Rao P.S.C. Fate of contaminants in soil // Univ. Calif. Water Resour. Cent. Rept. - 1986. - N 63. - P. 63 - 67

84. Вирченко Е.П., Бобовникова Ц.И. Поведение изомеров ГХЦГ в почвах // Тр. Ин-та эксперим. метеорол., 1985. - Вып. 13(118). - С. 18-23.

85. Русинов П.С. Миграция хлорорганических и фосфорорганических инсектицидов в почвах центрально-черноземной зоны // Тр. 2 Всесоюз. совещ. по исслед. миграции загр. веществ в почвах и сопредельных средах. - 1980. - С. 115-120.

86. Кретова Л.Г., Фокин А.Д. и др. Влияние времени пребывания гексахлорана в почве на закрепление его остатков // Тр. Ин-та эксперим. метеорол., 1985. - Вып. 13(118). - С. 3-10.

87. Попович Н.А., Бабичева А.Ф., Самосват Л.С. О миграции пестицидов в орошаемых почвах // Гигиена

и санитария. - 1982. - № 11. - С. 80-81.

88. Heinisch E. Zur Lösung einiger toxicologischen Probleme bei der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel in der DDR // Biol. Rundschau. - 1971. - N 9. - S. 24 - 62.

89. Чкаников Д.И. Поведение 2,4-Д и других фенокислот в почве // Агрохимия. - 1983. - № 12. - С. 11-112.

90. Гончарук Е.И., Геец В.И., Луценко В.И. и др. Закономерности миграции ксенобиотиков из почвы в смежные среды и влияние на почвенную ферментативную активность // Гигиена окружающей среды. - Киев, 1979. - С. 85-86.

91. Петрова Т.М., Новожилов К.В. Поведение инсектицидов в системе почва-растение // Тр. 3 Всесоюз. совещ. по исслед. миграции загр. веществ в почвах и сопредельных средах. - Л., 1980. - С. 136-143.

92. Химические элементы в системе почва-растение / Ред. Ильин В.Б. - Новосибирск: Наука, 1982. - 113 с.

93. Ковалева Е.С., Таланов Г.А. Абсорбция ДДТ из почвы и его транслокация в стебли и листья растений // Химия в сельск. хоз. - 1972. - № 8. - С. 26-29.

94. Ковалева Е.С., Таланов Г.А. Абсорбция растениями некоторых хлорорганических инсектицидов и их транслокация в листья, стебли и семена // Тр. 2 Всесоюз. совещ. по исслед. миграции загрязн. вещества в почвах и сопредельных средах. - Л., 1980. - С. 160-165.

95. Holzner W. Concepts, categories and characteristics of weeds // *Biology and Ecology of weeds*. - The Hague - Boston - London, 1982. - P. 3 - 320.

96. Sager G.R. An introduction to the population dynamics of Weeds // *Biology and Ecology of Weeds*. - The Hague - Boston - London, 1982. - P. 161 - 168.

97. Защита сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков в Западной Сибири: Рекомендации. - Новосибирск: Изд. НСХИ, 1988. - 127 с.

98. Спиридонов Ю.Я., Спиридонова Г.С. Действие систематического применения симм-триазинов на агрофитоценоз // *Агрохимия*. - 1973. - № 2. - С. 118-127.

99. Соколов М.С., Галиулин Р.В. Микробиологическое самоочищение почвы от пестицидов. - М., 1987. - 52 с. (Обзорная информация ВНИИ информации и технико-экономических исследований Агропрома. Сер. Земледелие, сельское хозяйство, мелиорация и агрохимия).

100. Юркевич И.В., Толкачев Н.З. Влияние разных доз 2,4-Д и симазина на микрофлору чернозема обыкновенного // *Химия в сельск. хоз.* - 1972. - № 9. - С. 56-58.

101. Толочкина С.А., Таран Н.П., Мырзак А.А. Микробиологическая деятельность в черноземе обыкновенном, обрабатываемом гербицидами // *Черноземы Молдавии и их рациональное использование. Тез. докл.* - Кишинев, 1983. - С. 115.

102. Меренюк Г.В., Усатая А.С., Емнова Е.Е., Катрук Э.А., Кодрян В.А. Изучение закономерностей влияния гербицидов симм-триазиновой группы на почвенную микрофлору и обоснование их ПДК в почве по микробиологическому показателю вредности // *Гигиена и санитария*. - 1987. - № 5. - С. 20-22.

103. Environmental Toxicology of Pesticides / Ed. Matsu-
mura F., Bauch G.M., Misato T. - N.J.; London: Acad. Press,
1972. - 637 p.
104. Гришина Л.А., Моргун Л.В. Влияние пести-
цидов на активность дыхания почв // Агрохимия. -1984.
- № 8. - С. 133-139.
105. Groh K., Assmuth W., Tanke W. Einfluss von Pflanzen-
schutzmassnahmen auf die Arthropodafauna in Zuckerrübenfelbern
// Z. Pflanzenkrankh, Pflanzensch, Sonderh., 1981. - Bd. 9. -
S. 199 - 210.
- 106.. Mahn E.G., Germerhausen K., Helmeske K., Hickisch B.
u.a. Kurzzeitliche und längerfristige Veränderungen von Züno-
sestrukturen in Agro-Ökosystemen bei mehrjährigem Herbizidein-
satz // Wiss. Z. Martin - Luther - Univ. Halle. math-nate., R.
- 1983. - Bd. 33. - S. 69 - 96.
107. Hubler Kär-Herman. The new environmental issue: soil
pollution // Environ. Prot. Eng. (PRL). - 1986. - Vol. 12,
№ 1. - P. 141 - 153.
108. Усатая А.С., Катрук Э.А., Меренюк Г.В. и
др. Действие гербицидов симм-триазиновой группы на
микрофлору черноземов // Изв. АН МССР. Сер. биол. и
хим. наук. - 1985. - № 3. - С. 35-38.
109. Тинсли И.Д. Поведение химических загряз-
нителей в окружающей среде. - М., 1982. - 280 с.
110. Вирченко Е.П., Гридасов В.Ф., Хоптынская
О.В., Щербинина Т.А. Динамика разложения 2,4-Д амин-
ной соли на типичном черноземе // Тр. Ин-та эксперим.
метеорол., 1986.- Вып. 14(129). - С. 108-112.
111. Зименко Т.Г., Самсонова А.С., Мисник
О.Т. Деградация гербицидов // Микробные ценозы тор-
фяных почв и их функционирование. - Минск, 1983. -
С. 111-137.

112. Керни П., Кауфман Д. Разложение гербицидов. - М.: Мир, 1971. - 358 с.

113. Круглов Ю.В. Микробиологические факторы детоксикации пестицидов // С.-х. биология. - 1979. - т. 14. - № 6. - С. 710-715.

114. Кросби Д., Минг Ю-Ли. Разложение гербицидов. - М.: Мир, 1971. - С. 313-356.

115. Скрыбин Г.К., Головлева Л.А. Микробиологическая трансформация и деградация пестицидов // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. - 1975. - № 6. - С. 805-819.

116. Круглов Ю.В. Микробиологическая деградация пестицидов и охрана природы // Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве. - М., 1981. - 116-120.

117. Головлева Л.А., Филькенштейн З.И. Условия микробной деградации пестицидов // Агрохимия. - 1984. - № 3. - С. 105-119.

118. Медовар А.М. Стойкость фосфорорганических соединений во внешней среде // Гигиена и санитария. - 1971. - № 10. - С. 78-80.

119. O'Shea T.A., Mancy K.H. The effect of pH and hardness metal ions on the competitive interaction between trace metal ions and inorganic and organic complexing agents found in natural waters // Water Res. - 1979. - Vol. 12, N 9. - P. 703 - 711.

120. Strachan W.M.J., Hunealt H. Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in Great Lake precipitation // J. Great Lake Res. - 1979. - Vol. 5, N 1. - P. 61 - 68.

121. Смагин В.М., Мельников С.А., Водоватова С.Н., Власов С.В. Исследование загрязнения снежно-ледяного покрова арктических морей (по данным экспе-

диции "Север") // Мониторинг фонового загрязнения природной среды / Тр. лаб. монит. прир. систем. - 1987. - № 4. - С. 246-255.

122. Хохряков В.С., Шистова В.П. Разрушение ДДТ культурами почвенных дрожжей в жидких средах // Химия в сельск. хоз. - 1974. - № 8. - С. 26-28.

123. Врочинский К.К., Телитченко М.М., Мережко А.И. Гидробиологическая миграция пестицидов. - М.: МГУ, 1980. - 120 с.

124. Rosen A.A., Meddleton F.M. Chlorinated insecticides in surface waters // *Annal. Chem.* - 1959. - N 31.

125. Fisher F.M. Maximum utilization of water resources in planned community: Contributions of refractory compounds by a developing community // *Envir. protection technology, EPA-600/2-80-113.* - 1982.

126. Lichtenberg J.J. e.a. Pesticides in surface waters of the US-a 5 years summary // *Pest. Monit. J.* - 1970. - N 4.

127. Савинова Т.М., Волковская Л.Е., Савинов В.М. Содержание хлорорганических пестицидов в водах северных морских акваторий // Комплексные исследования северных морей. - Апатиты, 1982. - С. 53-60.

128. Орлова И.Г. Хлорорганические пестициды в водах Северной Атлантики // *Океанология.* - 1983. - Т. 23, Вып. 5. - С. 787-795.

129. Weichart G. Pollution of the North Sea // *Ambio. - Stockholm.* - 1973. - N 2. - P. 99 - 106.

130. Riseubrough R.W. e.a. Polychlorinated biphenils in the global ecosystem // *Nature.* - 1968. - Vol. 220. - 116 p.

131. Малахов С.Г., Бобовникова Ц.И. Мониторинг загрязнения почв и рек СССР хлорорганическими пестицидами // Проблемы гигиены и токсикологии пестицидов. - Киев, 1981.- Ч. 1. - С. 36-38.

132. Морозова Г.К., Синицина З.Л., Черханов Ю.П. Распределение хлорорганических пестицидов в природных водах в бассейне р. Москвы // Тр. Ин-та прикл. геофиз. - 1976. - Вып. 31. - С. 28-33.

133. Toxins found in California. - Fish. News Int. 1987. - Vol. 26, N 2. - P. 8. 180

134. Врочинский К.К., Маковский В.Н. Применение пестицидов и охрана окружающей среды. - Киев: Вища школа, 1979. - 208 с.

135. Naan C.T. Movement of pesticides by run-off and erosion // Trans. Amer. Soc. - 1971. - Vol. 14, N 3.

136. Брагинский Л.П. Пестициды и жизнь водоемов. - Киев: Наукова думка, 1972. - 227 с.

137. Врочинский К.К. Токсикологическая оценка пестицидов в водоемах // Рыбное хоз. - 1979. - № 9.

138. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохов Н.Г. Водная токсикология. - М.: Колос, 1971. - 247 с.

139. Mann H. Prüfung von Maikoferbekämpfungsmitteln auf ihre Fischereisschädlichkeit // Wiss. Inform. Fisch. praxis. (Bundesforsch. aust. Fisch., Hamburg). - 1958. - Bd. 5.

140. Hall R.J. Effects of environmental contaminants on reptiles a review. - Fish and Wildlife Service // Special Scientific Report - Wildlife. - Washington. D.C., 1980. - N 228. - P. 11.

141. Cox J.L. DDT residues in marine phytoplankton // Residue Rev. - 1972. - N 44. - P. 25 - 38.

142. Cáceres Odécio, Galizia Tundisi José, Castellan Omar A.M. Residues of organochloric pesticides in reservoirs in Sao Paulo State // Cienc. e Cult. - 1987. - Vol. 39, N 3. - P. 259 - 264.

143. Бобовникова Ц.И. Влияние глобальных выпадений на загрязнение реки малого водосбора хлорорганическими пестицидами // Тр. Ин-та эксперим. метеорол. - 1983. - Вып. 11(97). - С. 39-44.
144. Брагинский Л.П., Комаровский Ф.Я., Пишолка Ю.К., Маслова О.В. Миграция стойких пестицидов в пресноводных экосистемах // Тр. 2 Всесоюз. совещ. по исслед. миграции загрязн. веществ в почвах и сопредельных средах. - Л., 1980. - С. 226-230.
145. Wolter D. DDT in oberflächen dewassern // Z. ges. hyg. - 1972. - Bd. 18, N 4. - S. 247.
146. Crocer R., Wilson A. // Trans. Amer. Fish. Soc. - 1965. - Vol. 94, N 2. - P. 152.
147. Plaa G.L. Present status: Toxic substances in the Environment // Con. J. of Physiol. Pharmacol. - 1982. - Vol. 60, N 7. - P. 1010 - 1016.
148. Kalliman B.J., Cope O.B. Distribution and detoxication of toxaphene in Clayton Lake - New Mexico // Trans. Amer. Fish. Soc. - 1962. - Vol. 91.
149. Щербань Э.П. Исследование токсичности некоторых веществ для *Cladocera*, // Эксперим. водн. токсикол. - 1986. - № 11. - С. 137-143.
150. Рудаков Э.Л., Перловская Э.Д. К наличию пестицидов в водоисточниках некоторых районов Киргизии // Мат. науч. конф. КиргНИИ эпидемиол., микробиол. и гигиены. - Фрунзе, 1969. - С. 90.
151. Кондратас А.Р., Михайлов В.В., Симошкайте Г.С. К вопросу охраны вод в карстовом районе Литвы // Тр. расш. пленума по канцер. веществам. - Обнинск, 1977. - С. 35-38.
152. Орлова А.П., Ярошенко Л.В. К вопросу о загрязнении водных источников коллекторно-дренажных

систем стоком с хлопковых полей // Тез. сообщ. Всесоюз. н.-т. совещ. "Разработка и организ. компл. водоохран. меропр." - Харьков, 1973. - С. 209.

153. Branshaw J.S. e.a. Seasonal variations in residues of chlorinated hydrocarbon pesticide in the water of the Utah lake drainage system - 1970 and 1971 // Pest. Monit. J. - 1972. - № 6.

154. Iukes T. Insecticides in the health, agriculture and the environment // Naturwissenschaft, - 1974. - № 61. - P. 6.

155. Медведь Л.И., Каган Ю.С., Спыну Е.И. Пестициды и проблемы здравоохранения // Журн. Всес. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. - 1968. - № 3. - С.263-271.

156. Борисенко Н.Ф., Волощенко З.Л., Демченко В.Ф., Клисенко М.А., Кучак Ю.А., Польшченко В.И. Современные гигиенические аспекты накопления персистентных хлорорганических пестицидов в биосубстратах человека // Гигиена и санитария. - 1987. - № 12. - С. 59-63.

157. Kolikovski P.V. Zur Trage der Wanderung von chemischen Schadstoffen in die Umwelt // Z. gesamte Hygiene und ihre Grenzgebiete. - 1974. - № 12. - S. 17.

158. Edwards C.A. Pestistant pesticides in the environment. Ohio. US Rev. - 1975. - P. 214.

159. Сасинович Л.М. Токсическое и аллергенное действие новых пестицидов при накожном воздействии // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений. - 1981. Вып. 12. - С. 94-97.

160. Кундиев Ю.И. Всасывание пестицидов через кожу и профилактика отравлений. - Киев: Здоровье, 1975. - 199 с.

161. Антонович Е.А. Проблемы гигиены питания в связи с химизацией сельского хозяйства // Проблемы гигиены и токсикология пестицидов. - Киев, 1981. - Ч. 1. - С. 26-33.

162. Engst R., Knoll R. Zur Anreicherung von Rückständen chlorierter Kohlenwasserstoffe in der Nahrungskette // Ernährungsforschung. - 1973. - N 18. - S. 1 - 8.

163. Van Dyn Louis P., Lotter Laurraine H., Millen John E.C. Organochlorine insecticide residues: in human fat and milk samples in south Africa // Chemosphere. - 1987. - Vol. 16, N 4. - P. 705 - 711.

164. Меренюк Г.В. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения / Отв. ред. Пивоваров В. - Кишинев: Штиинца, 1984. - 142 с.

165. Борисенко Н.Ф., Волощенко З.Л., Демченко В.И. и др. Современные гигиенические аспекты накопления персистентных хлорорганических пестицидов в биосубстратах человека // Гигиена и санитария. - 1987. - № 12. - С. 59-63.

166. Keil J.E., Weston W., Loadholt C.B., Sandifer S.H., Colcolough J.J. DDT and DDE residues in blood from children. - South Carolina 1970 // Pesticides Monit. J. - 1972. - N 6. - P. 1 - 4.

167. Розенгарт В.И. Самоочищение животного организма от остаточных количеств пестицидов и возможность его регуляции // Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве. - Л., 1981. - С. 126-130.

168. Paulson G.D. Pesticide metabolism studies in animals: principles and methodology // Anal. Mith. Pestic. and Plant Growth Regyl. - Orlando e.a., 1986. - Vol. 15. - P. 201 - 229.

169. Мельников Н.Н. Пестициды и окружающая среда. Разложение фосфорорганических пестицидов // Химия и сельск. хоз. - 1974. - № 4. - С. 49-57.

170. Парк Д.В. Биохимия чужеродных соединений - М.: Медицина, 1973. - 288 с.

171. Гигиена окружающей среды. - М.: Медицина, 1985. - 303 с.

172. Диамант Р. Предотвращение загрязнения окружающей среды / Под ред. Цыганкова А.П. - М., 1971. - 172 с.

173. Heyes W., Carl J., Pirkle G. Mortality from pesticides in 1961 // Arch. Environ. Health, - 1966. - Vol. 12. - P. 43.

174. Poison control Program Statistics; Department of National Health and Welfare (Canada). - Medico-social statistic office. - 1971.

175. Anon. Common poisonings // Quart. Med. Rev. - 1972. - Vol. 22. - P. 41.

176. Matsushina S., Sugaya H. The present intoxication among pesticide applicators: results of an investigation by the study group for pesticides intoxications // Jap. Ass. Rur. Med. - 1974. - Vol. 22, N 6. - P. 774.

177. Human exposure to pesticides // EPA Journal. - 1987. - Vol. 13, N 4. - P. 15 - 18.

178. Байда Л.И. Загрязнение окружающей среды пестицидами и здоровье детей, проживающих в районах их интенсивного применения // Проблемы гигиены и токсикологии пестицидов. - Тез. докл. 6 Всес. конф. - Киев, 1981. - Ч.2. - С. 217-219.

179. Abrams H.K., Hambin D.O., Marchand F.J. Pharmacology and toxicology of certain organic phosphorus insecticides // IAMA. - 1950. - Vol. 144, N 2. - P. 107.

180. Фраерман И.С. Некоторые вопросы клиники интоксикаций фосфорорганическими ядохимикатами // Гигиена и токсикология пестицидов и клиника отравлений. - Киев: Здоров'я, 1965. - С. 542.

181. Postel S. Controlling toxic chemicals. - State World, 1988: Worldwatch Inst. Rept. Progr. toward Sustain. Soc. - New-York, London, 1988. - P. 118 - 136.

182. Ocinaса S., Yoshikawa M. Zur klinic der Cholinesterase: ein Beitrag zur Neurohumoraltheorie // Minsh. med. Wschr. - 1955. Bd. 97. - S. 1072.

183. Польшенко В. Отравление пестицидами по данным мировой литературы // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений. Вып. 6.- Киев, 1968. - 61 с.

184. Jeyaratnam J., Lun K.C., Phoon W.O. Servey of acute pesticide poisoning among agriculturæ workers in four Asian countries // Bull World Health. Organ. - 1987. - Vol. 65, N 4. - P. 521 - 527.

185. Шицкова А.П., Рязанова Р.А. Гигиена и токсикология пестицидов. - М.: Медицина, 1975. - 191 с.

186. Мансурова И.Д. Действие пестицидов на обменные процессы у человека и животных // Эксперим. патология печени. - Душанбе: Дониш, 1981. - Вып.4.- С. 5-65.

187. Модель А.А. Некоторые данные о неврологической симптоматике хронических интоксикаций ядохимикатами // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений. Вып. 3. - Киев: Здоров'я, 1965. - С. 53.

188. Swartz W.J., Schultzmann P.L. Reaction of the mouse liver to kenone exposure // Bull. Envir. Contam. and Toxicol. - 1986. - Vol. 37, N 2. - P. 169 - 174.

189. Dill J., Smith P. Central nervous system effects of chronic exposure to organo-phosphorus insecticides // *Aerospace Med.* - 1964. - Vol. 9. - P. 765.
190. Heyes W. Pesticides and human toxicity // *Ann. N.J. Acad. Sci.* - 1969. - Vol. 160. - P. 40.
191. Burzek P. The incidence and evolution of cases of poisoning from organophosphorus Compounds reported in Tchechoslovaquie during the period 1960 - 1966 // *Vci. Zdravoth.* - 1967. - Vol. 6. - P. 230.
192. Hosen M., Harris M.D. The relationship of chemical allergy and the chemical contamination of food // *J. Astma.* - 1986. - Vol. 23, N 4. - P. 207 - 209.
193. Глухова Л.Г. Гематологический аспект контакта с хлорфосфорорганическими ядохимикатами // *Гигиена и санитария.* - 1987. - № 7. - С. 53-56.
194. Краснюк Е.П. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у работающих с хлорорганическими ядохимикатами // *Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений.* - Вып. 6. - Киев, 1968. - С. 486.
195. Парамончик В., Платонова В. О функциональном состоянии печени и желудка у лиц, подвергающихся воздействию хлорорганических ядохимикатов // *Гигиена труда.* - 1968. - № 12. - С. 27.
196. Каримов М. Содержание в сыворотке крови свободных аминокислот у лиц, имеющих производственный контакт с пестицидами // *Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений.* - Вып. 6. - Киев, 1968. - С. 548.
197. Ларионов В.Г. Влияние пестицидов на систему крови // *Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений.* - М., 1981. - Вып. № 12.

198. Краснюк Е. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у работающих с хлорорганическими ядохимикатами // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений. - Вып. 6. - Киев, 1968. - С. 486.

199. Фраерман И., Голова И., Трефилов В. Состояние здоровья рабочих, занятых в производстве фосфорорганических ядохимикатов // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений. - Вып. 6. - Киев, 1968. - С. 481.

200. Мачулин П.В. Воздействие хлорофоса на человека в условиях производства: Сообщ. 1. Обзор биологического действия, подходы к изучению // Тр. Волгогр. мед. ин-та. - 1985. - Т. 38. - № 2. - С.34-38.

201. Безуглый В.П., Мухтарова Н.Д., Бусленко Л.И. и др. Состояние здоровья лиц, длительно работающих с пестицидами // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений. - Киев, 1967. - С. 417-431.

202. Vineis P., Terracini B., Ciclone G. e.a. Phenoxy herbicides and softtissue sarcomas in female rice weeders. A population-based case-referent study // Scand. J. Work. Environ. and Health. - 1987. - Vol. 13, N 1. - P. 9 - 13.

203. Grocysz-Katkowska K., Czubarowska E., Kaczanowska E. // Comp. Biochem. Physiol. - 1985. - Vol. 81, N 1. - P. 209 - 212.

204. Delemotte B., Foulhoux P., Nguyen S.N. e.a. Le risque pesticide en agriculture // Arsh. malad. prof. - 1987. - Vol. 48, N 6. - P. 467 - 475.

205. Антонович Е.А., Болотный А.В., Бурый В.С. и др. Безопасное использование пестицидов в условиях интенсификации сельского хозяйства. - Киев: Урожай,

1988. - 248 с.

206. Honeycutt R.C. et al. Dermal Exposure Related to Pesticide Use: Discussion of risk assessment / Symp. Amer. Chem. Soc., St. Louis, Mo., Apr. 8-13. 1984. - Washington, D.C., - 1985. - XIV. - 530 pp.

207. Предупреждение отравлений пестицидами. Бюл. ВОЗ. - 1986. - Т. 64, № 3. - С. 8.

208. Delemotte B., Severin F., Fages J., Protos J. Le prevention du risque pesticide // Arch. malad. prof. - 1987. - Vol. 48, N 6. - P. 477 - 484.

209. Hülse Ch., Thielebeule U. Epidemiologische Studien über den Einfluss von Luftverunreinigungen auf den kindlichen Organismus // Gesundheit und Umwelthygiene. - 1987. - Vol. 3, N 1. - S. 2 - 28.

210. Голубев И.Р., Балацкий О.Ф., Чупис А.В. О количественной оценке влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость детского населения // Гигиена и санитария, 1977, № 6. - С. 50-53.

211. Брусилловский Е.С. Проблема химических аллергозов // Гигиена применения, токсикология и клиника отравлений. - Киев, 1970. - Вып. 8. - С. 40.

212. Деспотов Б. Профессиональные дерматиты от тиурама // Дерматология и венерология. - 1966. - Вып. 5, № 3. - С. 184.

213. West J. Occupational disease of farm workers // Arch. Environ. Health. - 1964. - Vol. 9. - P. 92.

214. Mildy R., Otoboni F., Mitchell C. Intoxication par les résidus de parathion chez des sujets travaillant dans les verges // JAMA. - 1964. - Vol. 189, N 5. - P. 351.

215. Lacombe A., Farriaux J., Fontain G. A propos d'un nouveau cas d'intoxication par le 2,4-D // Rev. de pediatrie. - 1967. - Vol. 11. - P. 207.

216. Алексеева Т., Якубова Р. Влияние пестицидов на здоровье населения в условиях применения их в Узбекистане // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений. - Вып. 6. - Киев, 1968. - С. 455.

217. Constocu E., Bickel L., McCornicu E. Acute ethion poisoning // Texas. Med. J. - 1967. - Vol. 63, N 6. - P. 71.

218. Achrafi A. Sur douze deces dus a l'emploi d'un insecticide anticholinesterase: parathion. Description pharmacologique. Syndrômes et traitement // Rev. Méd. Moyen. Orient. - 1963. - Vol. 20. - S. 429.

219. Human exposure to pesticides // EPA Journal. - 1987. - Vol. 13, N 14. - P. 15 - 18.

220. Durham W., Williams C. Mutagenic, teratogenic and carcinogenic properties of pesticides // Ann. Rec. Environ. - 1972. - Vol. 17. - P. 123.

221. Белицкий Г.А. Канцерогенные вещества в окружающей человека среде. М., 1979. - 500 с.

222. Roubert Melvin D. Carcinogenicity of heptachlor and heptachlor epoxide // J. Environ. Pathol., Toxicol. and Oncol. - 1987. - Vol. 7, N 3. - P. 85 - 114.

223. Шабад Л.М., Ильницкий А.П., Власенко Н.Л. О возможности канцерогенной опасности применения пестицидов и азотсодержащих удобрений // Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве. - Л., 1981. - С. 100-105.

224. Саноцкий И.В., Фоменко В.Н. Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм. - М.: Медицина, 1979. - 231 с.

225. Ott M., Holder B., Gordon H. Respiratory cancer and occupational exposure to arsenicals // Arch. Environ. Health. - 1974. - Vol. 20. - P. 250.

226. Канцерогенные вещества в окружающей среде // Тр. расширенного пленума Комитета по канцерогенным веществам. М.: Гидрометеоздат, 1979. - 110 с.

227. Плисс Г.Б., Забежинский М.А. Потенциальные последствия влияния удобрений и пестицидов на животные организмы // Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве. - Л., 1981. - С. 105-109

228. Kemenei Tarjav R. Investigation on the effects of chronically administrated small amounts of DDT in mice // Experimentia, 1966. - N 22. - P. 748.

229. Wong J.L. Controlling environmental carcinogens // Chemtech. - 1987. - Vol. 17, N 1. - P. 46 - 53.

230. Куринный А.И., Пилинская М.А. Исследование пестицидов как мутагенов внешней среды. - Киев: Наукова думка, 1976. - 126 с.

231. Дубинин Н.П., Пашин Ю.В. Мутагенез и окружающая среда. - М.: Наука, 1978. - 128 с.

232. Рысина Т.З. Влияние афугана на постнатальное развитие потомства // Проблемы гигиены и токсикологии пестицидов. - Киев, 1981. - Ч.2. - С. 122-123.

233. Исхаков А.И. Изучение отдаленных последствий воздействия пестицидов на рождаемость и внутриутробные уродства в районах применения пестицидов // Материалы 3 съезда гигиенистов, санитарных врачей, эпидемиологов, микробиологов и инфекционистов Узбекистана. - Ташкент, 1973. - С. 131-132.

234. Санатина К.Г., Шелоханова В.С. Влияние пестицидов на репродуктивную функцию и потомство. - Вильнюс: Мокслас, 1979. - 100 с.

235. Кирющенко А. Влияние вредных факторов на плод. - М.: Медицина, 1978. - 215 с.

236. Шигаева М.Х. Токсическое и мутагенное действие пестицидов // Тр. Ин-та микробиол. и вирусол. АН Каз.ССР. - 1980. - № 26. - С. 33-40.

237. Динерман А.А. Роль загрязнителей окружающей среды в нарушении эмбрионального развития. - М.: Медицина, 1980. - 192 с.

238. Воронина Т. Эмбриотоксическое и тератогенное действие хлорофоса // Протокол 11 научного координационного совещания специалистов стран СЭВ. - Вроцлав, 1973. - С. 15.

239. Лепкало А.А., Здольник Т.Д. Влияние чувствительных периодов эмбриогенеза под влиянием симм-триазинов // Науч. тр. Рязанского мед. ин-та. - 1986. - Т.89. - С. 118-121.

240. Каган Ю.С. Общая токсикология пестицидов. - Киев: Здоров'я. - 1981. - 176 с.

241. Кириллова Г.А. и др. Генетические эффекты пестицидов // Успехи современной генетики. - М., 1982 - Вып. 10. - С. 161-183.

242. Марцонь Л.В., Шепельская Н.Р. Пестициды как один из факторов воздействия на генетическую функцию // Проблемы гигиены и токсикологии пестицидов. - Киев, 1981. - Ч.2. - С. 43-48.

243. Savage E.P., Keefe T.J., Tessari J.J. e.a. National Study of chlorinated hydrocarbon insecticide residues in human milk. - USA. 1. Geographic distribution of dieldrin, heptachlor epoxide, chlordane, oxichlordane and mirex // Amer. J. Epidemiol. - 1981. - Vol. 113, N 4. - P. 413 - 422.

244. Сидоренко Г.И., Можаяев Е.А. Санитарное состояние окружающей среды и здоровье населения. - М.: Медицина, 1987. - 125 с.

245. Dommarco R., Di Muccio A., Camoni J., Gigli B. Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl residues in human milk from Rome (Italy) and surroundings // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. - 1987. - Vol. 39, N 6. - P. 919 - 925.

246. Ramakrichnam N., Kaphalia B.S., Seth T.D., Roy N.K. // Hum. Toxicol. - 1985. - Vol. 4, N 1. - P. 167 - 173.

247. Collins G.H., Holmes D.C., Hoodless R.A. // Hum. Toxicol. - 1982. - Vol. 1, N 4. - P. 425 - 431.

248. Мнацаканов Т., Мамиконян Р., Геворкян П., Назаретян К. Об электролитном обмене и электрокардиографических изменениях при хроническом отравлении гра-нозаном // Гигиена труда. - 1968. - № 7. - С. 39.

249. Вашакидзе В.И., Герадхе Л.Н. и др. Результаты изучения отдаленных эффектов фталимидных пестицидов // Проблемы гигиены и токсикологии пестицидов. - Киев, 1981. - Ч.2. - С. 48-52.

250. Богомолов З.Н., Штенберг А.И., Акинчева М.Я. Продукты питания как возможные носители соединений ртути // Вопросы питания. - 1983. - № 2. - С. 16-23.

251. Эйхлер В. Яды в нашей пище. - М.: Мир, 1985. - 213 с.

252. Мельников Н.Н. Пестициды и окружающая среда (соединения ртути) // Хим. средства защиты растений. - 1974. - Т. 12, вып. 2.

253. Куман Дж. Х., Болк Ф. Влияние пестици-

дов на окружающую среду в тропиках // Использование международных и других документов по оценке опасности химических веществ для здоровья человека и окружающей среды: Сб. лекций совместного учеб. семинара СЭВ /МРПТХВ/ МПБХВ. - М., 1986. - С. 116-132.

254. Воеводин А.В. Диоксины - загрязнители гербицидов // Растения и химические канцерогены. - Л.: Наука, 1979. - 187 с.

255. Воронова Л.Д., Денисова А.В., Пушкарь И.Г. Полихлорированные бифенилы в мониторинге природной среды // Материалы Всес. конф. по мониторингу природн. среды. - Звенигород, 1985. - М., 1987. - С. 53-60.

256. Bosshard H.P. Wirkungen von Pestiziden und Industriechemikalien auf freilebende Tierwelt // Wild und Wald, Beihefte zu den Zeitschriften des Schweizerischen Fortvereins. - 1973. - Vol. 52. - S. 23 - 42.

257. Фокин А., Коломиец А. Диоксин: невидимый и коварный враг // Спутник. - 1988. - № 1. - С. 108-112.

258. Polychlorobiphenils (PCBs), polychlorodibenzo-p-dioxins (PCDDs) and polychlorodibenzofurans (PCDFs) in human milk, blood and adipose tissue // Sci. Total. Environ., 1987. - Vol. 64, N 3. - P. 259 - 293.

259. Ytumphrey H.E.B. The human population - an ultimate receptor for aquatic contaminants // Hydrobiologia. - 1987. - Vol. 149. - P. 75 - 80.

260. Herbicides and Defoliants in War: The long-term Effect on Man and Nature. - Hanoi: Vietnam Courier, 1983. - 98 p.

261. Bertrazzi P.A., Zocchetti C., Radice L. e.a. // Abst. Book. DIOXIN 87. - 1987. - Vol. 1. - P. 87.

262. Константинова Т.К., Ефименко Л.П., Анто-

ненко Т.А., Нечкина М.А. Об опасности отдаленных последствий действия на организм продуктов трансформации гербицидов группы 2,4-Д в объектах окружающей среды и их комбинаций // Проблемы гигиены и токсикологии пестицидов. - Киев, 1981. - Ч.2. - С. 114.

263. Westing A.H. Ecological consequences of the II Indochina war. - Stockholm, 1976. - 57 p.

264. Нейман И.М. Канцерогены и пищевые продукты. - М.: Медицина, 1972. - 152 с.

265. Молочников В.В., Шумкова К.А. Остатки пестицидов в молочных и мясных продуктах и методы их определения. - М.: Пищевая промышленность, 1975. - 223 с.

266. Рубенчик Б.Л. Питание, канцерогены и рак. - Киев: Наукова думка, 1979. - 219 с.

267. Pesticide residues in food. - 1984: Report of the joint meeting on pesticide residues. Rome, 24 Sept. - 3 okt., 1984 - Rome: Food and agriculture organization of the united nations, 1985. - 98 p. (FAO plant production and protection paper, N 62).

268. Штенберг А.И. Остаточное содержание пестицидов в продуктах питания. - М.: Медицина, 1973. - 200 с.

269. Шарманов Т.Ш. Загрязнение пищевых продуктов растительного и животного происхождения пестицидами и их метаболитами // Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве - Л., 1981. - С. 97-100.

270. Остаточные количества пестицидов в пище: Сер. докл. ВОЗ. - Женева, 1980. - 532 с.

271. Носырев В.И., Пушкина Г.П. Некоторые аспекты качества лекарственного сырья в связи с приме-

нением пестицидов // Защита лекарственных культур от вредителей, болезней и сорняков. - М., 1986. - С. 25-32.

272. Duggan R.E., Cornelliussen P. Dietary intake of pesticide chemicals in the United States // Pest. Monit. J. - 1972. - Vol. 5. - P. 331.

273. Каган Ю.С., Сасинович Л.М., Овсиенко Г.И. Способ ориентировочного расчета гигиенических нормативов пестицидов в продуктах питания с помощью показателей токсичности и кумуляции // Гигиена и санитария. - 1972. - № 7. - С.44-45.

274. Walker K.C. The content of DDT in prepared food // J. Agric. Food Chem. - 1954. - Vol. 2. - P. 1034.

275. Pesticide residues in foods in relation to human health // Residue Ren. - 1963. - N 4. - P. 34.

276. Robinson J. The burden of chlorinated hydrocarbon pesticides in man // Can. Med. Ass. J. - 1969. - Vol. 100. - P. 180.

277. Горчев Г.Г., Джелинек Ч.Ф. Обзор данных о содержании химических загрязнителей в пищевых продуктах // Бюл. ВОЗ. - 1985. - Т.63, № 5. - С.80-97.

278. Rosival L., Szokolay A., Uhnak J. e.a. Expozícia choveka residuam chlorivangdi pesticidov z potravín // Cs. hyd. - 1985. - Vol. 30, N 1. - P. 6 - 10.

279. Weeks D. Endrin food poisoning. A report on four outbreaks caused by two separate shipments of endrin - contaminated flour // Bull. WHO. - 1967. - Vol. 37. - P. 499.

280. Гадаскина И.Д., Толоконцев Н.А. Яды - вчера и сегодня. - Л.: Наука, Ленингр. отд. - 1988. - 78 с.

281. Bakir F., Damluji S., Amin-Zaki L., Murtadhe M., Mhalidi A., Al. Ran N. e.a. Methylmercury poisoning in Iraq // Science. - 1973. - Vol. 184. - P. 230.

282. Derban K. Outbreak of food poisoning due to alkylmercury-fenticide. Food poisoning // Arch. Environ. Health. 1974. - Vol. 28. - P. 49.

283. Pallemaerts M. Developments in international pesticide regulation // Environ. Policy and Law. - 1988. - Vol. 18, N 3. - P. 62 - 68.

284. Мельников Е.В., Данилова А.П. Влияние гербицидов на численность охотничье-промысловых животных и энтомофауну // Экология и защита леса. - Л., 1982. - № 7. - С. 3-6.

285. Маркосян Ж.К., Марджонян Г.М. Пчелы и пестициды // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по компл. методам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками. - М., 1972. - С. 56-58.

286. Назаров С.С. Охрана пчел от отравления ядохимикатами. - М. : Сельхозгиз, 1963. - 50 с.

287. Eckert J.E. The present status of the dangers of pesticides to bee keeping // Amer. Bee. J. - 1952. - N 8. - P. 29 - 41.

288. Anderson L.D., Tuft T.O. Toxicity of several new insecticides to Honey Bee // J. of Economic Entomology. - 1952. - Vol. 45, N 3.

289. Ogato J.N., Bevenue A. Chlorinated pesticide residues in hovey // Bull. Environ. Cont. Toxicol. - 1973. - Vol. 9. - P. 143 - 147.

290. Buncu C.M., Prouty R.M., Krynitsky A.J. Residues of organochlorine pesticides and polychloribiphenyls in starlinas, from the continental United States, 1982 // Environ. Monit. and Assessment. - 1987. - N 1. - P. 59 - 75.

291. Johnston D.W. Organochlorine pesticide residues in uropygial glands and adipose tissue of wild birds // Bull. Environ. Contam. and Toxicol. - 1976. - Vol. 16, N 2. - P. 149 - 155.

292. Mendelsson H. Mass destruction of life owing to secondary poisoning from insecticides and rodenticides // Atlantic Naturalist. - 1962. - Vol. 17. - P. 247 - 248.

293. Cramp S. Toxic chemicals and birds of prey // Brit. Birds. - 1963. - Vol. 56. - P. 124 - 139.

294. Barker R.J. Notes on some ecological effects of DDT sprayed on elms // J. Wildlife Mgt. - 1958. - Vol. 22 (3). P. 269 - 274.

295. Hunt E.G., Bischoff A.J. Chemical effects on wildlife of periodic DDD applications to Clear Lake // Calif. Fish. and Game. - 1960. - Vol. 46, N 1. - P. 91 - 106.

296. Belisle A., Reichel W., Locke L. e.a. Residues of organochlorine pesticide, polychlorinated biphenyls and mercury and autopsy data for bald eagles, 1969 and 1970 // Pest. Mont. J. - 1972. - Vol. 6, N 3. - P. 133.

297. Lockil J.D., Ratcliffe D.A. Insecticides and scottish Golden Eagles // Brit. Birds. - 1964. - Vol. 57. - P. 89 - 102.

298. Cramp S. The threat to European birds of prey // Bird. Notes. - 1965. - Vol. 31, N 10.

299. Drescher-Kaden U. Nationale und Internationale Forschungsaktivitäten und Ergebnisse auf dem Gebiet der Nutzung freilebender Tierarten als Indikatoren für die Umweltin-sbesondere des Menschen - durch Umweltchemikalien - Gutachten erstellt in Auftrag des Bundesministers für Jugeland, Familie und Gesundheit. - 1976. - S. 2 - 50.

300. Ермаков В.В. Метаболизм хлорорганических пестицидов в организме животных // Химия в сельс. хоз. - 1982. - № 10. - С. 36-48.
301. Shah P.V., Fischer H.L., Sumler M.R., Monrol R.J. Comparison of the penetration of 14. Pesticides through the skin of young and adult rats // J. Toxicol. and Environ. Health. - 1987. - Vol. 21, N 3. - P. 353 - 366.
302. Генетика переносчиков и резистентность к инсектицидам. Докл. научн. группы ВОЗ(сер.техн. докл. ВОЗ № 268), 1965. - М.: Медицина. - 50 с.
303. Резистентность переносчиков и резервуаров инфекции к пестицидам. - Сер. технич. докл. ВОЗ. - Женева, 1978. - Т. 585. - С. 1-99.
304. Broun A.W. Insecticide resistance // Ecology and chemical pesticides. - N.J., 1960.
305. Chemie Mensch und Umwelt // Aerosol. Rept. - 1988. - Bd. 27, N 2. - S. 79 - 83.
306. Смирнова А.А., Корнилов В.Т., Сухорутченко Т.И. Устойчивость паутиного клеща к фосфорорганическим препаратам в основных зонах хлопкосеяния и химические средства борьбы с устойчивыми популяциями вредителя // Второе совещание по резистентности вредителей к химическим средствам защиты растений(тез. докл.) - Л., 1970. - С. 3.
307. Гилетенко С.М. О снижении эффективности фосфорорганических акарицидов в садах Крыма // Второе совещание по резистентности вредителей к химическим средствам защиты растений (тез. докл.) - Л., 1970. - С. 94.
308. Гар К.А. Инсектициды в сельском хозяйстве. - М.: Колос, 1974. - С. 98-101.

309. Rudd R.L. Pesticides and the living landscape. - Madison: University of Wisconsin. Press, 1964. - 320 p.

310. Смирнова А.А. Современное состояние развития устойчивости вредителей сельскохозяйственных культур к пестицидам // Тез. докл. 4 Всесоюз. совещ. "Резистентность вредителей и возбудителей болезней к химическим средствам защиты растений". - М., 1975. - С. 3-4.

311. Рославцева С.А. Резистентность к пестицидам вредителей сельскохозяйственных культур в СССР (Обзор) // Химия в сельск. хоз. - 1972. - № 8. - С. 29-32.

312. Биологическая защита зерна при хранении от вредных насекомых. - М., 1988. - 56 с. (Обзорная информация ВНИИ информации и технико-экономических исследований Агропрома. Сер. Защита сельскохозяйственных растений.).

313. Скиркявичус А.В. Феромоны. = *Feromoni*; Справочник / Ин-т зоол. и паразитол. АН Лит.ССР. - Вильнюс, 1988. - 366 с.

314. Шапиро И.Д. Экологические основы защиты растений от вредителей при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям на примере зерновых и зернобобовых культур. - Л.: ЛенСХИ, 1988. - 72 с.

315. Салирсов В.Ф., Трепашко Л.И., Яченя С.В. Интегрированная система защиты зерновых культур от вредителей. - М., 1986. - С. 30-40.

316. Спыну Е.И., Моложанова Е.Г., Стефанский К.С. Обоснование гигиенических нормативов содержания ряда пестицидов в почве // Санитария и гигиена. - 1974. - № 7. - С. 75-79.

317. Лунев М.И., Спыну Е.И., Моложанова Е.Г. Нормативы допустимого содержания токсикантов в почве // Химия в сельск. хоз. - 1985. - № 2. - С. 66-67.
318. Спыну Е.И., Сова Р.Е. Принципы и расчетные методы гигиенического нормирования пестицидов в почве // Тр. 2 Всесоюз. совещ. по исслед. миграции загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. - 1980. - С. 36-41.
319. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв / Под ред. Малахова С.Г. - М.: Гидрометеиздат, 1983. - 127 с.
320. Найштейн С.Я. Миграция химических соединений в окружающей среде как основа нормирования их содержания в почве // Тр. 2 Всесоюз. совещ. по исслед. миграции загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. - 1980. - С. 29-35.
321. Ладонин Е.И., Лунев М.И. Определение остатков гербицидов по фитотоксическому показателю // Защита растений. - 1983. - № 4. - С. 28-29.
322. Genring P.J., Powe V.K. Toxicology: Cost // Time Chemicals Human Health and the Environment. - 1975. - Vol. 1.
323. Сова Р.Е. Методические рекомендации по оценке сравнительной экономической эффективности токсиколого-гигиенических исследований. - М., 1979.
324. Спыну Е.И. Прогноз опасности нового пестицида // Гигиена применения, токсикология пестицидов и клиника отравлений. - Киев, 1982. - Вып. 12. - С. 8-11.
325. Прогнозирование поведения пестицидов в окружающей среде // Тр. Сов.-амер. симп. Ереван, окт. 1981 / Госком. СССР по гидрометеорологии и контролю окружающей среды; Агентство по охране окружающей среды США. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 306 с.

326. Лунев М.И. Моделирование и прогнозирование поведения пестицидов в окружающей среде. - М., 1988. - 56 с. (Обзорная информация ВНИИ информации и технико-экономических исследований Агропрома. Сер. Земледелие, растениеводство и защита растений).

327. Кучак Ю.А., Иванова Л.Н., Волощенко З.Л. Автоматизированная система контроля за содержанием пестицидов в окружающей среде. - Киев: Здоров'я, 1985. - 79 с.

328. Охрана окружающей среды: Модели управления чистотой природной среды / Под ред. Гофмана К.Г., Гусева А.А. - М.: Экономика, 1977. - 231 с.

329. Спыну Е.И., Иванова Л.Н. Математическое прогнозирование и профилактика загрязнений среды пестицидами. - М.: Медицина, 1977. - 168 с.

330. Гончарук Г.И., Павлов А.В., Заиченко А.И., Селиванова Л.В., Болотный А.В. Усиление государственного санитарного надзора за применением пестицидов / Гигиена и санитария. - 1987. - № 11. - С. 34-38.

331. Материалы XXV11 съезда КПСС. - М.: Политиздат, 1986. - С. 127.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ОТ РЕДАКТОРА.	3
ВВЕДЕНИЕ.	8
ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПЕСТИЦИДАХ.	10
1.1. История создания и сферы применения пестицидов.	10
1.2. Способы применения пестицидных препаратов.	21
1.3. Пестициды как загрязняющие вещества.	23
ГЛАВА 2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПЕСТИЦИДОВ С КОМПОНЕНТАМИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.	25
2.1. Загрязнение пестицидами атмосферного воздуха.	25
2.2. Пестициды в почве и растениях.	29
2.3. Влияние пестицидов на водные экосистемы.	44

ГЛАВА 3. МЕДИКО-САНИТАРНЫЕ И ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ.	50
3.1. Биологические эффекты и токсичность пестицидов.	50
3.2. Накопление и разложение пестицидов в животных организмах.	56
3.3. Острые и хронические отравления пестицидами.	61
3.4. Отдаленные последствия воздействия пестицидов.	70
3.5. Загрязнение пестицидами продуктов питания.	76
3.6. Токсичность пестицидов для полезных насекомых, птиц и млекопитающих. . .	79
3.7. Устойчивость насекомых к пестицидам .	82
ГЛАВА 4. ПРИРОДООХРАННЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ.	85
4.1. Биологические методы борьбы с вредными насекомыми и сорняками.	85
4.2. Гигиеническое нормирование пестицидов	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.	100
Литература.	104

Юданова Л.А. Пестициды в окружающей среде:
Аналитический обзор. Новосибирск. 1989.

Художник В.Н. Лебедев

Подписано в печать 24.07.89. МН 14116.
Формат 60x84/16. Бумага писчая
Ротапринт. Усл. печ. л. 8,4. Уч. -изд. л. 6,29.
Тираж 800 экз. Заказ 1397. Цена 2 р. 50 к.

ГПНТБ СО АН СССР. Новосибирск, ул.Восход,15
Типография ГПНТБ СО АН СССР. Новосибирск,
пр. К. Маркса, 2.