**Химизация сельского хозяйства**

Стратегия нашего земледелия за последние 25–30 лет строилась главным образом на неправильном наращивании средств химизации. Это привело к обострению медико-экологической обстановки в стране. Статистика показывает, что ежегодно 11,2% детей рождаются с физическими и умственными расстройствами, у 11–12 тысяч детей на каждые 100 тысяч – онкологические заболевания.

Процесс деградации – физической и умственной, вызванной воздействием загрязнителей среды обитания, — ускоряется. В 1959 г на душу населения приходилось 5 кг химических продуктов, применяемых в сельском хозяйстве, детей с генетическими отклонениями рождалось 0,74% от общего числа. В 1983 г. масса химических препаратов, поступающих на сельхозугодья страны, возросла до 25 кг на душу населения, число детей, родившихся с генетическими нарушениями, возросло до 16,5%. Биологами же давно установлено, что популяция, на 30% «испорченная» генетически, обречена на вырождение. Наряду с другими факторами окружающей среды средства химизации вносят определенный вклад в эти процессы.

В 1992—1995 гг. произошел спад сельскохозяйственного производства. Это вызвало уменьшение негативного влияния сельского хозяйства на окружающую среду. Это относится в первую очередь к воздействию пестицидов. Площадь применения пестицидов сократилась с 81 млн. га в 1990 г. до 33 млн. га в 1993 г., а применение сельскохозяйственной авиации для этих целей соответственно с 12 до 6 млн. га.

**Применение и значение пестицидов**

Пестициды — это химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящиеся в сельскохозяйственной продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты). Действующее вещество пестицида — биологически активная его часть, использование которой приводит к воздействию на тот или иной вид вредного организма или на рост и развитие растений.

По химической структуре различают пестициды: хлорорганические, фосфорорганические, ртутьорганические, мышьяк содержащие, производные мочевины, цианистые соединения, производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот, препараты меди, производные фенола, серы и ее соединений.

В зависимости от объекта воздействия (сорная растительность, вредные насекомые, теплокровные животные) и химической природы пестициды подразделяются на: акарициды — для борьбы с клещами; альгициды — для уничтожения водорослей и другой водной растительности; антисептики — для предохранения неметаллических материалов от разрушения микроорганизмами; бактерициды — для борьбы с бактериями и бактериальными болезнями растений; зооциды (или родентициды) — для борьбы с грызунами; инсектициды — для борьбы с вредными насекомыми (эфициды — препараты для борьбы с тлей); лимациды (моллюскоциды) — для борьбы с различными моллюсками; нематоциды — для борьбы с круглыми червями (нематоцидами); фунгициды — для борьбы с болезнями растений под влиянием различных паразитирующих грибов.

К пестицидам относятся дефолианты – средства для удаления листьев, десиканты – препараты для высушивания листьев на корню, дефлоранты — вещества для удаления излишних цветов, гербициды — для уничтожения сорной растительности. В сельскохозяйственной практике применяются как обще истребительные гербициды, уничтожающие все растения на обрабатываемой площади, так и избирательные, губительно действующие только на сорную растительность. К пестицидам относят также химические вещества для отпугивания насекомых, грызунов и других животных (репелленты), привлечения насекомых с последующим их уничтожением (аттрактанты), половой стерилизации насекомых (стерилизаторы).

Классификация пестицидов. В настоящее время в зависимости то назначения, химической природы и патогенных свойств для теплокровных и человека принято несколько классификаций пестицидов: гигиеническая, химическая, производственная.

Гигиеническая классификация пестицидов построена по степени их ядовитости (токсичности) для биологических объектов, кумулятивными свойствами и стойкости с учетом возможности циркуляции во внешней среде. Степень опасности пестицидов оценивается по их токсичности, летучести, кумулятивным свойствам и стойкости.

Сила токсического действия измеряется дозой вещества, выражаемой в мг/кг массы животного или концентрацией вещества в воздухе — мг/л или мг/м3 воздуха. Для оценки токсичности пестицидов принято пользоваться средней смертельной дозой (ЛД50), вызывающей гибель 50% подопытных животных при однократном поступлении препаратов в желудочно-кишечный тракт.

В зависимости от величины ЛД50 пестициды делятся на сильнодействующие ядовитые вещества, средне смертельная доза которых менее 50 мг на 1 кг массы животного, высокоядовитые (ЛД50 от 50 до 200 мг/кг), средне ядовитые (ЛД50 от 200 до 1000 мг/кг) и мало ядовитые (ЛД50— 1 г/кг и более).

Если пестициды поступают через кожу (кожно-резорбтивная токсичность), для оценки их действия используют кожно-оральный коэффициент (отношение средне смертельной дозы пестицида, действующего через кожу, к средне смертельной его дозе, вводимой в желудок). При резко выраженной токсичности (ЛД50 меньше 300 мг/кг) кожно-оральный коэффициент меньше 1; при выраженной токсичности (ЛД50 300—1000 мг/кг) кожно-оральный коэффициент от 1 до 3; при слабовыраженной токсичности (ЛД50более 1000 мг/кг) кожно-оральный коэффициент больше 3.

По степени летучести пестициды делятся на очень опасные вещества (насыщающая концентрация больше или равна токсичной), опасные (насыщающая концентрация больше пороговой) и малоопасные (насыщающая концентрация не оказывает порогового действия).

Кумуляция пестицидов определяется по коэффициенту кумуляции (отношение суммарной дозы препарата, вызывающей гибель 50% подопытных животных при многократном введении, к дозе, вызывающей гибель 50% животных при однократном введении). Если коэффициент кумуляции меньше 1, вещество обладает сверхкумуляцией; при коэффициенте кумуляции 1–3 у вещества выраженная кумуляция; при коэффициенте 3–5 – умеренная и при коэффициенте более 5 — слабовыраженная кумуляция.

Пестициды подразделяются и по стойкости: очень стойкие (период разложения на нетоксические компоненты свыше 2 лет); стойкие (0,5–1 год); умеренно стойкие (1–6 месяцев) и малостойкие (1 месяц).

По способу поступления в организм насекомых пестициды принято подразделять на кишечные, контактные, фумигантные и системные. Кишечные яды проникают в организм насекомого через питание, и насекомое погибает при поступлении яда в кишечник. Кишечные яды губительно действуют на насекомых, имеющих грызущий или сосуще лижущий ротовой аппарат. Контактные яды убивают насекомых при контакте с любой частью их тела. Они разрушают наружные покровы, проникают в организм, нередко закупоривают органы дыхания. Такие яды применяются в основном против вредителей, имеющих колюще-сосущий ротовой аппарат. Системные яды обладают способностью перемещаться по сосудистой системе растений и отравлять их клеточный сок. Фумигантные яды поражают организм насекомого через дыхательную систему. Некоторые ядохимикаты действуют одновременно как кишечные, контактные и системные яды.

Инсектициды и акарициды. Препараты первой группы относятся к 17 классам химических веществ. 48% общего ассортимента препаратов занимают фосфорорганические соединения, 14% – производные карбаминовой кислоты и 11% – хлорорганические соединения. Остальные препараты этой группы относятся к другим классам химических соединений.

В последние годы наиболее широкое применение нашли фосфорорганические инсектициды и акарициды (хлорофос, метофос, карбофос, метатион, фозалон, фосфамид и др.). Они используются против паутинного клещика — основного вредителя хлопчатника, вредной черепашки — вредителя зерновых культур и ряда вредителей плодовых. Препараты обладают высокой биологической активностью. Им свойственны контактные и внутрирастительные системные действия. Они проникают в ткань растения и сохраняют токсичность для вредителя в течение двух—шести недель. Фосфорорганические пестициды, обладая высокой биологической активностью, оказывают токсическое воздействие на организм человека и животных. Большинство препаратов этой группы относятся к высокотоксичным ядам. В механизме их токсического действия лежит угнетение деятельности жизненно важных ферментов.

Фосфорорганические пестициды, в отличие от хлорорганических, относительно мало накапливаются в окружающей среде. Под влиянием воды, солнца примерно в течение месяца они разрушаются, превращаясь в малотоксичные соединения. Так, метилмеркаптофос в листьях растений находится в течение 30 дней, антио — 10 дней, фосфамид — 7—10 дней. Поэтому фосфорорганические препараты в меньшей степени загрязняют пищевые продукты, полученные из обрабатываемых культур и животных. Однако некоторые препараты (например, тиофос) обладают высокой токсичностью и способны вызывать острое отравление. Их применение в СНГ запрещено.

Производные карбаминовой кислоты (севин, цирам, цинеб и др.) обладают значительной фунгицидной активностью и используются для защиты от вредителей, возбудителей заболеваний и сорной растительности при возделывании плодово-ягодных, овощебахчевых, зерновых, зернобобовых и технических культур. Они обладают средней и малой токсичностью и слабовыраженной кумуляцией, сравнительно быстро разрушаются во внешней среде. Однако некоторые из них могут сохраняться на обрабатываемых поверхностях сельскохозяйственных культур в течение продолжительного времени.

Хотя производные карбаминовой кислоты по масштабам производства и применения занимают второе место после фосфорорганических препаратов, в нашей стране разрешено использование только севина, пиримора и фурадина.

Производные карбаминовой кислоты в большинстве случаев действуют как контактные и кишечные яды. Некоторые из них могут оказывать токсическое действие на теплокровных животных и человека и по токсичности не уступают фосфорорганическим соединениям. Они оказывают эмбриотоксическое и мутагенное действия.

Хлорорганические соединения. ДДТ, ГХЦГ, полихлорпинен, алдрин, эфирсульфонат и другие хлорорганические соединения — пестициды, давно нашедшие широкое применение в сельскохозяйственном производстве. Они используются в борьбе с вредителями зерновых, зернобобовых, технических культур, виноградников, овощных и полевых культур, в лесном хозяйстве, ветеринарии и даже в медицинской практике. Отличительная их особенность — стойкость к воздействию различных факторов внешней среды (температура, солнечная радиация, влага и др.). Так, ДДТ выдерживает нагревание до 115—120°С в течение 15 ч и почти не разрушается при кулинарной обработке. Этот препарат, обладая высокими кумулятивными свойствами, постепенно накапливается в окружающей среде (вода, почва, пищевые продукты). Его находили в почве через 8—12 лет после применения.

Другое характерное свойство хлорорганической группы веществ – способность накапливаться в тканях и жире животных. Большинство препаратов этой группы относится к среднетоксичным соединениям. Только некоторые из них (алдрин, дилдрин) принадлежат к сильнодействующим и очень опасным по своей летучести веществам.

В настоящее время принимаются меры к замене соединений более безопасными. Применение таких сильнодействующих препаратов, как алдрин, какалдрин, дилдрин, в сельском хозяйстве запрещено. С 1970 г. запрещено применение ДДТ, введены ограничения и для некоторых других препаратов этой группы.

В последнее время получены химические соединения этой группы, близкие по своему строению к ДДТ, обладающие высокой инсектицидной активностью и легко разлагающиеся в окружающей среде до нетоксичных продуктов. Из хлорорганических инсектицидов в нашей стране сегодня находят широкое применение полихлоркамфен, гексахлоран, гамма-изомер ГХЦГ тиодан, дилор.

Фунгициды. Многие фунгициды – это неорганические вещества, содержащие серу, медь или ртуть. Сера была, вероятно, первым эффективным фунгицидом и широко применяется до сих пор, особенно для борьбы с мучнистой росой. Как отмечалось, предохраняют от грибковых заболеваний сельскохозяйственные культуры. Сейчас наиболее распространены синтетические органические фунгициды, например дитиокарбаматы. Антибиотики типа стрептомицина тоже используют для борьбы с грибами, однако чаще – для защиты растений от бактерий. Фунгицид системного действия перемещается по всему растению и действует подобно антибиотику, излечивая болезни, вызываемые грибами, или не давая им появиться. Фунгициды широко применяют для борьбы с плесенью. В хлеб, например, с этой целью добавляют пропионат натрия. Объем их производства и ассортимент значительно меньше, чем инсектицидов и гербицидов..

Пиретримы. Повышая активность пестицидов, можно снизить действующую концентрацию до безопасных для человека величин. Если пестициды первого поколения (в основном соединения мышьяка) сильно загрязняли водную среду, то пестициды второго поколения менее опасны. Среди них — препараты с высокой избирательностью и различной продолжительностью действия (от нескольких часов до многих месяцев). Многие из них под влиянием микроорганизмов, солнечного света, воды и воздуха полностью разлагаются на простые безвредные вещества. Таковы препараты из семейства пиретримов и их синтетических аналогов пиретроидов, которые вносят на поля в количестве 5—20 г/га, т.е. в 100—1000 раз меньше, чем в случаях традиционных пестицидов.

Гербициды – средства борьбы с сорняками. По функции гербициды можно разделить на несколько групп. В одну из них входят вещества, применяемые для стерилизации почвы; они полностью предотвращают развитие на ней растений. К этой группе относятся хлористый натрий и бура. Гербициды второй группы уничтожают растения избирательно, не затрагивая нужных. Например, 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) убивает двудольные сорняки и нежелательную древесно-кустарниковую растительность, но не вредит злакам. В третью группу входят вещества, уничтожающие все растения, но не стерилизующие почву, так что растения на этой почве могут потом расти. Так действует, например, керосин, по-видимому, первое вещество, примененное в качестве гербицида. Четвертая группа объединяет гербициды системного действия; нанесенные на побеги, они перемещаются по сосудистой системе растений вниз и губят их корни. Еще один способ классификации гербицидов основан на времени их применения, например, до посева, до появления всходов и т.д. В их числе наиболее широкое применение в сельском хозяйстве находят производные хлорфеноксиалкановых кислот, симметричного триазина, мочевины, тиокарбаминовой, хлорированных алифатических и бензойной кислот.

Гербициды в основном значительно менее токсичны для теплокровных, обладают и слабой кумулятивной способностью. Вместе с тем некоторые гербициды небезопасны для окружающей среды. К их числу следует отнести низшие эфиры, отличающиеся большой летучестью. Значительная устойчивость хлортриазиновых препаратов при нарушении правил их применения может оказывать отрицательное воздействие на последующие посевы.

Дефолианты и десиканты. Для дефолиации сои, хлопчатника, картофеля и некоторых других культур применяются: бутифос, цианид кальция, хлорат магния и хлорат-хлорид кальция. Хлориды также используются для дисикации ботвы картофеля, подсолнечника, риса и др.

Способы применения пестицидов. Пестициды используются в разных препаративных формах, чаще всего в виде дустов, гранулированных препаратов, суспензий, эмульсий, аэрозолей и фумигантов. Дуст — порошкообразная смесь, состоящая из основного яда (активно действующее вещество) и наполнителя. В качестве наполнителя используются тальк, мел, гипс, каолин и др. Дусты производятся промышленными предприятиями, готовить их самостоятельно не разрешается. Гранулированные препараты приготовляются посредством пропитки гранул или различных минералов (бентонит, каолин, верникулит) или минеральных удобрений. В зависимости от назначения препараты выпускаются с диаметром гранул от 0,25 мм до 5 мм.

Учитывая насущную необходимость значительно повысить активность пестицидов и тем самым снизить их действующую концентрацию до величин, безопасных для человека и животных, ученые разработали синтетические пиретроиды.

Способы применения пестицидов зависят от их препаративной формы и назначения (обработка семенного материала, опрыскивание, опыление, обработка гранулированными препаратами).

При выращивании картофеля и овощей активнее стали применяться технологии, позволяющие снизить нагрузку пестицидов на окружающую среду, в частности ультра объемное опрыскивание и предпосевная обработка посадочного и посевного материала.

Тактика применения пестицида обоснована особенностями биологии вредителей, возбудителей болезней, сорняков и характером их вредоносности.

Тактика применения инсектицидов обоснована задачей управления численностью популяций вредных видов. При этом учитывается прежде всего экономический уровень вредоносности: определяется плотность популяции вредителя, при которой с экономических позиций целесообразно проводить обработку.

Тактика применения фунгицидов в борьбе с грибковыми болезнями — предупреждение заражения патогенными микроорганизмами путем обеззараживания посевного материала, а также профилактика заражения растений и распространения заболеваний в период вегетации. Задача применения гербицидов в борьбе с сорной растительностью состоит в замене ручного труда на прополке и сокращении количества междурядной обработки почвы.

**Последствия применения пестицидов**

Многолетнее использование пестицидов на огромных сельскохозяйственных и лесных территориях, часто с применением авиации, привело к масштабному загрязнению окружающей среды. Более того, молекулы ядохимикатов (особенно это относится к стойким соединениям) включаются в природные процессы миграции и круговорота веществ и разносятся вместе с атмосферными потоками на большие расстояния. Например, в Антарктиде, за десятки тысяч километров от зон применения, ледниковый панцирь накопил более 2000 т ДДТ. Химические вещества вместе с водным стоком с полей попадают в реки и озера, накапливаются в донных отложениях, поступают в Мировой океан. Но самое главное — они включаются в экологические пищевые цепочки: из почвы попадают в воды и растения, затем — в организмы животных и птиц, а в конечном счете — с пищей и водой — в организм человека. И на каждом этапе миграции они наносят вред и ущерб. Однако, так как вредные насекомые со временем приспосабливаются к ядовитым свойствам этих веществ и эффективность пестицидов падает, их количество на единицу сельскохозяйственной продукции приходится постоянно увеличивать.

Многим, вероятно, известна история ДДТ — пестицида, в свое время получившего чрезвычайно широкое распространение. Его создатель П. Мюллер был удостоен Нобелевской премии. Казалось, что ДДТ принес человечеству долгожданное освобождение от малярии, желтой лихорадки, эпидемий тифа. Однако более поздние исследования показали: последствия применения этого препарата весьма плачевны.

Чем устойчивее и токсичнее пестициды, тем серьезнее их негативное воздействие на живую природу и человека. При этом устойчивость к факторам окружающей среды (солнечный свет, кислород, микробиологическое разложение и т.д., способность ядохимикатов сохраняться длительное время) в большей мере определяет их опасность. Пестициды на основе хлорорганических, фосфорорганических и карбаматных соединений значительно отличаются по своей стойкости. ДДТ — типичное хлорорганическое соединение — способно более 50 лет циркулировать в биосфере. Более того, продукты его разложения (например, ДДЕ) — опасные и стойкие вещества, порой они более токсичны, чем исходное вещество.

Один из механизмов отрицательных последствий — передача и концентрирование стабильных пестицидов по трофическим цепям. Устойчивые к определенным пестицидам, флора и фауна могут накапливать их без разложения. В результате концентрация токсиканта в организме может многократно превысить исходную концентрацию его в окружающей среде. Этот процесс биологического концентрирования имеет особенно серьезное экологическое значение в пищевых цепях, связанных с водной средой. Классический пример биологического концентрирования — накопление ДДТ и препаратов ртути в организме морских птиц. Эти птицы — конечное звено трофической цепи: морская вода — планктон — рыба, потребляющая планктон, — хищная рыба — птица, питающаяся рыбой. При этом концентрация токсиканта от исходного звена (морская вода) к конечному (птица) возрастает во много тысяч раз.

В 1988 г. Национальная Академия наук США опубликовала доклад, в котором говорится, что в предстоящие 70 лет более одного миллиона американцев рискуют заболеть раком, вызванным наличием 28 канцерогенных пестицидов в пище.

По данным индийских ученых, злоупотребление пестицидами уже в следующем десятилетии способно спровоцировать взрыв раковых заболеваний и мутаций в развивающихся странах. Эти генетические изменения необратимы.

По данным индийских ученых, злоупотребление пестицидами уже в следующем десятилетии способно спровоцировать взрыв раковых заболеваний и мутаций в развивающихся странах. Эти генетические изменения необратимы.

Из всех химических веществ, которые поступают в организм человека с воздухом, водой, пищей, наиболее опасными считаются пестициды. Стойкие пестициды способны накапливаться в жировой ткани людей и животных, отрицательно воздействуя на нервную и сердечно-сосудистую системы.

Особенно опасны пестициды для детей. В России, в районах ' массированного применения пестицидов, общая заболеваемость детей до шести лет (болезни кожи, пищеварительного тракта, органов дыхания, нарушение обмена веществ, отставание в физическом развитии) в 4,6 раза выше, чем в районах с наименьшей химизацией. За 25 лет в 300 раз увеличились случаи аллергических заболеваний.

По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно пестицидами отравляются 500 тыс. человек, более 5 тыс. — со смертельным исходом.

Исследования показали, что стойкие хлорорганические пестициды обнаруживаются почти во всех организмах, обитающих на суше и в воде. Распространение ДДТ имеет глобальный характер. Повсюду ДДТ, алдрин, дилдрин, гексахлорциклогексан и другие стойкие пестициды содержатся в тканях птиц, млекопитающих, земноводных, пресмыкающихся, рыб, моллюсков и других обитателей суши, морских и пресных вод.

Содержание пестицидов в тканях и органах живых организмов, точно так же как и любых других загрязняющих веществ, намного больше, чем в среде обитания. Это явление характеризуется коэффициентом накопления (отношение концентрации в организме к концентрации в среде). Очень велики коэффициенты накопления у животных, обитающих в воде: у рыб — 10-15, у моллюсков — 25 тыс. Содержание ДДТ в различных тканях и органах одного вида значительно колеблется. Так, например, в мышцах североатлантической трески концентрация его — 1-10 мг/кг, а в печени — 180— 1800 мг/кг.

Нерациональное применение пестицидов в сельском хозяйстве приводит к их накоплению в почве, пищевых продуктах. Однако не вызывает сомнения, что повышение культуры земледелия, улучшение технологии внесения пестицидов, ограничение их применения в районах, близко прилегающих к водоемам, строгая дозировка при внесении в почву могут в значительной степени снизить их негативное воздействие.

Загрязнение пестицидами продуктов питания. Чаще всего пищевые продукты загрязнены хлор-, фосфор- и ртутьорганическими соединениями, производными карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот, бромидами. Из группы хлорорганических пестицидов в продуктах обнаружены ДДТ, ДДЕ, аддрин, дилдрин и некоторые другие, из фосфорорганических — тиофос, карбофос и др., из карбаматов — севин, цинеб и др. Хлорорганические пестициды находят в продуктах животного и растительного происхождения, а фосфорорганические и карбаматы — преимущественно в растениях.

Накопление стойких химических веществ в продуктах питания чаще всего связано с нарушением правил и регламента их применения, с завышением рекомендуемых доз препарата, несоблюдением сроков последней обработки растений перед сбором урожая (время ожидания) и др.

Во многих случаях причиной загрязнения пестицидами фуражных культур является выращивание их в междурядьях обработанных садов.

Содержание хлорорганических пестицидов в продуктах животного происхождения может быть связано и с обработкой ими убойного и молочного скота в целях борьбы с эктопаразитами.

Влияние пестицидов на биогеоценозы. Экологическая активность пестицидов зависит от характера экосистемы (целой или ее части), а также от физико-химических свойств используемых препаратов. Пестицидами могут обрабатывать внутренний водоем, используемый для разведения рыбы, земельный участок, на котором выращивают урожай, лесные насаждения, луга, животную или растительную популяцию.

Неблагоприятное воздействие пестицидов на отдельные популяции выражается в уничтожении полезных организмов (главным образом насекомых-опылителей и энтомофагов) и, следовательно, в нарушении стабильности экосистемы с последующим размножением нежелательных для человека видов. Например, отмеченное в ряде стран массовое размножение красного плодового клеща при обработке ДДТ плодовых связывают с гибелью хищных клещей тифлодромид, а кровяной тли — с уничтожением паразита тлиафелинуса. Прекращение применения тех или иных пестицидов может вызвать вспышку размножения вредителей, длительное время угнетаемых пестицидами.

Как уже отмечалось, неблагоприятное воздействие пестицидов в решающей степени зависит от их физико-химических свойств. Длительное время в сельском хозяйстве в качестве химических средств защиты растений применялись главным образом неорганические пестициды, содержащие мышьяк, фтор, ртуть, обладающие чрезвычайно высокой токсичностью. Применяли их с большими предосторожностями и в ограниченном количестве. Вместе с тем пестициды этого класса не обладают способностью накапливаться в организме и довольно быстро разлагаются в условиях внешней среды.

Более значительные нарушения в биогеоценозах отмечаются при систематическом применении стойких высокотоксичных пестицидов, главным образом хлорорганических соединений, особенно препаратов ДДТ и ГХЦГ. Эти препараты, как уже отмечалось, плохо разлагаются в воде и почве, обладают способностью накапливаться в организме растений, животных и поэтому оказывают существенное воздействие на многие стороны биогеоценозов.

На рис. 1 приведена общая схема циркуляции пестицидов в окружающей среде, разработанная Н.Н. Мельниковым и его соавторами. Как видим, пестициды, обладая определенной устойчивостью, не только накапливаются в почве, воде, продуктах питания, но и участвуют в круговороте веществ.

**Биологическая защита растений**

В основе биологической защиты растений лежит использование естественных противоречий в мире насекомых. Есть насекомые «травоядные» (мы их называем вредителями), есть энтомофаги, питающиеся вредными насекомыми, есть грибы и вирусы, вызывающие болезни вредителей.

На Земле несколько десятков тысяч видов естественных врагов вредителей, в России их около 10 тыс. Очевидно, что надо искать способы использования энтомофагов — полезных насекомых, уничтожающих вредителей. Известно, что наличие на полях определенного набора хищников и паразитов поддерживает численность тлей на таком уровне, при котором можно обойтись без химической обработки зерновых культур.

Помогая работать самой природе, мы можем получить немало продукции, к тому же здоровой, без вредных примесей.

Борьбу с вредителями ведет также многочисленная армия их естественных врагов — птицы.

Здоровье леса во многом зависит не только от птиц, но и от муравьев. Без некоторых видов муравьев (в том числе и без рыжих лесных) болеют деревья, гибнут куропатки, тетерева, глухари. Муравьи, откармливающие свои личинки белковой пищей, поедают насекомых, вредных для лесного хозяйства. Вокруг муравейников всегда зелено, рядом с ними нет деревьев с нездоровой листвой или хвоей. Подсчитано, что обитатели пяти крупных муравейников за день уничтожают до 1 кг насекомых-вредителей. Обитатели одного муравейника способны очистить от вредителей около 1,5 га леса. И это гораздо эффективнее и безопаснее для окружающей среды, чем применение ядохимикатов. В ряде районов страны в настоящее время создаются муравьиные заказники.

Сочетание разнообразных нехимических способов защиты растений с минимальным использованием пестицидов получило название интегрированного метода. Метод основан на биогеоценотическом подходе и рассчитан на максимальное использование природных механизмов регуляции численности вредящих организмов. При этом нельзя упускать из виду ассортимент пестицидов, внедряя препараты избирательного действия (направленного на определенный вид вредителей), быстро разлагающиеся в природной среде и имеющие минимальный отрицательный побочный эффект. Необходимо совершенствовать способы внесения препаратов, по возможности отказываясь от распыления их с самолетов, связанного с большой опасностью сноса на соседние территории и акватории. Надо максимально использовать в сельском и лесном хозяйствах высококачественный посадочный материал растений, устойчивых к вредителям и болезням. Кроме того, в каждом конкретном случае следует учитывать местные особенности живой природы.

Такие прогрессивные методы применения пестицидов, как малообъемное и ультра малообъемное опрыскивание сельскохозяйственных культур, позволяют многократно снизить и количество применяемых препаратов, и отрицательное воздействие их на природу.

Наиболее надежный и современный путь охраны природы — применение биометодов. В опытном хозяйстве «Каясулинское» (Ставропольский край) обнаружили: душистый табак настолько привлекателен для колорадского жука, что ради него он оставляет в покое картофель, томаты, баклажаны, перец. К тому же, поглощая табак, жук превращается в своеобразного наркомана, и личинки ослабленного вредителя погибают — без какой бы то ни было химии — при первых же заморозках.

Применение биологических методов борьбы с вредителями предотвращает загрязнение природной среды пестицидами, способствует сохранению полезной фауны. Эти методы все шире внедряются в сельскохозяйственное производство. В нашей стране для борьбы с 16 видами вредителей на площади 6,3 млн. га используется маленькое перепончатокрылое насекомое трихограмма (три отечественных и один интродуцированный вид). Трихограмма уничтожает капустную, озимую, восклицательную, хлопковую и других совок, кукурузного мотылька и гороховую плодожорку. Для защиты от совок зерновых, овощных культур, сахарной свеклы рекомендуется выпускать против каждой генерации (в зависимости от плотности вредителей) от 20 до 60 тыс. особей трихограммы на 1 га, против кукурузного мотылька на кукурузе и конопле (в зависимости от величины травостоя) от 26 до 100 тыс. особей на 1 га.

Трихограмма заражает яйца вредителей сельского хозяйства, и вместо гусеницы вредителя развивается личинка трихограммы. Найденный способ борьбы с насекомыми-вредителями, таким образом, оказался очень результативным, экологически чистым и экономически выгодным. В России сейчас трихограмму выращивают почти на тысяче фабричных линий.

Разработаны методы массового разведения в защищенном грунте паразитов и хищников тлей (златоглазки, афиджиды, сирфиды и другие афидофаги) и технические приемы выпуска златоглазки обыкновенной для борьбы с хлопковой совкой и карадриной, а также с колорадским жуком на картофеле и баклажанах. В производственных условиях в борьбе с кровяной тлей яблони широко используется афелинус, против цитрусового червеца — криптоле-мус и коккофагус гурней. В борьбе с опасным карантинным вредителем — калифорнийской щитовкой — рекомендуются паразитические насекомые проспальтелла иафитис.

Большое внимание уделяется сохранению и накоплению естественного запаса энтомофагов в полевых условиях. Разрабатываемые в настоящее время системы мероприятий по защите сельскохозяйственных культур основаны на максимальном сохранении природной популяции энтомофагов и возбудителей болезней вредителей. Сроки и способы применения инсектицидов рекомендуются с учетом биологических особенностей не только вредителей, против которых они направлены, но и основных видов энтомофагов, регулирующих численность вредителей.

В нашей стране разработаны биопрепараты, полученные на основе использования бактерий, грибков, вирусов и актиномицетов. К ним относятся энтобактерин, боверин, дендробациллин, фитобактериомицин, аренарин, бактороденцид и др. Энтобактерин — бактериальный препарат, созданный на основе споровой кристаллообразующей бактерии бациллус тюрингиензис. Выпускается в виде сухого порошка и в жидкой форме. Каждый из этих препаратов содержит в 1 г не менее 30 млрд. спор бактерий и приблизительно столько же кристаллов эндотоксина. Обе формы обладают одинаковой биологической активностью.

Применяют энтобактерин в виде водной суспензии, которую готовят за один-два часа до опрыскивания. Насекомое, питаясь растениями, обработанными препаратами, заглатывает вместе с кормом споры бактерий и кристаллы эндотоксина, после чего впадает в паралич. Гибель насекомого наступает обычно спустя 5— 10 дней. Энтобактерин используют для борьбы с гусеницами капустной и репной белянок, капустной моли, капустной огневки. Этих вредителей препарат уничтожает практически полностью.

Аналогичный эффект дает сухой энтобактерин в саду против комплекса листогрызущих вредителей — яблонной, плодовой, рябиновой, черемуховой и других видов молей, различных видов пядениц листоверток, златогузки, кольчатого и других шелкопрядов, вишневого и крыжовникового пилильщиков, боярышницы, американской белой бабочки.

Дендробациллин — бактериальный препарат в форме порошка, содержащий в каждом грамме не менее 30 млрд. спор бактерий и приблизительно столько же кристаллов эндотоксина. Эффективен против листогрызущих вредителей на хлопчатнике (совок — хлопковой, озимой, карадрины).

Боверин — грибной препарат, разработанный на основе мус-кардинного гриба. Этот порошок серого цвета содержит в 1 г не менее 2 млрд. спор. Рекомендован для применения против колорадского жука.

Фитобактериомицин — антибиотик, предназначенный для борьбы с бактериальными болезнями фасоли, сои, шелковицы. Выпускается в форме порошка кремового или светло-коричневого цвета и в форме дустов (2%-го и 5%-го). Основной метод применения фитобактериомицина заключается в опудривании семян фасоли 5%-м и сои 2%-м дустом с одинаковой нормой расхода — 3 кг на 1 т семян. Обрабатывать семена следует в день посева. Опудривание семян можно проводить в протравочных машинах, хорошо очищенных от пестицидов.

Внедряются высокоизбирательные средства и методы защиты растений на основе использования активных веществ, биофизических и генетических методов. Такими биологически активными веществами являются, к примеру, феромоны животных. Это пахучие вещества, заставляющие насекомых собираться вместе. В практике защиты растений используют искусственно синтезируемые феромоны вредных видов бабочек. Метод особенно эффективен для сигнализации и получения информации о динамике численности и качественном составе популяций. Сокращение хотя бы одной химобработки на основе применения феромонных ловушек в масштабе страны позволит сэкономить до 6 тыс. т инсектицидов. Внедряется отечественный комплект ловушек для обнаружения очагов заражения восточной плодожоркой в южной зоне садоводства России.

В последние годы пристальное внимание биологов и специалистов по защите растений привлекаю вирус ядерного полиэдроза. Как и другие вирусы, он обладает уникальной «плодовитостью»: несколько его частиц проникнув в клетку гусеницы хлопковой совки, способны воспроизвести до 36 млрд. вирусов. Одна такая гусеница, начиненная вирусом ядерного полиэдроза, вызывает эпидемию среди вредителей хлопчатника.

Для защиты вирусных препаратов от ультрафиолетовых лучей ученые стали заключать их в капсулы из сажи, двуокиси титана и привлекающих насекомых веществ. Пожирая такую капсулу, вредитель не только погибает, но и высвобождает огромные массы вирусов, поражающие новые поколения вредителей. В отличие от химических инсектицидов, эти враги врагов хлопчатника совершенно безопасны для человека и позвоночных животных.

Маленькая белокрылая бабочка относится к самым неистребимым вредителям на территории европейской части России, в Сибири и на Дальнем Востоке. На почвах в закрытом грунте она встречается даже за Полярным кругом. Личинки бабочки, обычно обитающие на нижней стороне листьев, незаметны. Высасывая сок, они вызывают увядание растений. Кроме того, они выделяют сахаристую жидкость, на которой поселяется сажистый грибок, «чернь». Белокрылка переносит и некоторые вирусные заболевания. Защита растений с помощью химических препаратов приводит лишь к появлению более устойчивых поколений белокрылки, сохраняющих жизнеспособность и при повышенных концентрациях инсектицидов, а спасенные таким образом урожаи сильно загрязняются ядохимикатами.

Найден новый метод борьбы с бабочкой-вредителем — биотехнический, с помощью оптических раздражителей. Сотрудники Всероссийского института защиты растений Главного ботанического сада выяснили, что любимый цвет белокрылки — желтый. Этот цвет и используется в специальных цветоловушках. Наиболее успешно метод зарекомендовал себя на защищенном грунте — в теплицах, оранжереях. Он абсолютно безопасен для человека и окружающей среды.

С 1 января 1990г. в России запрещена химическая обработка в закрытом грунте. Это требует расширения биологических методов борьбы с вредителями. Ведь большая часть продукции теплиц — огурцы, помидоры, салат — идет в пищу без тепловой обработки, и остаточные количества инсектицидов здесь особенно опасны.

Совершенно безвредны для человека, но вызывают гибель картофельных жуков некоторые грибы, паразитирующие на насекомых. Ультрафиолетовые лучи дневного солнца опасны для культуры грибов, поэтому опрыскивание проводится в конце дня. Уже на следующее утро среди картофельных жуков появляются первые жертвы эпидемии, а оставшиеся в живых перестают есть, но еще двигаются, в результате чего становятся легкой добычей птиц. Птицы, поедающие больных насекомых, при этом не проявляют в дальнейшем никаких признаков заражения. Через несколько дней картофельные поля становятся белесоватыми от дохлых картофельных жуков, однако другие насекомые продолжают жить.

Штаммы грибов, проникая в насекомых, начинают там быстро расти. Грибная ткань заполняет насекомое и разрывает хитиновый панцирь, а «агрессор» выходит наружу и нападает на новое насекомое. При этом вредители погибают не только из-за того, что внутри их разрастается чужеродная ткань, — грибы выделяют ядовитое вещество, которое парализует и без того уже ослабленное насекомое.

Насекомо-патогенные грибы обладают значительными преимуществами перед химическими средствами борьбы с вредителями. Будучи специализированными паразитами, они жизнеспособны только в организме хозяина и, следовательно, являются идеальным средством для точно нацеленной атаки.

Ни на растениях, ни в теплокровных животных и птицах, которые поедают насекомых, пораженных грибком, эти микроорганизмы существовать не могут. Не угрожает опасность и человеку, когда он соприкасается с веществом гриба.

В России есть заводы, на которых из грибов изготовляют инсектициды. Существует каталог, содержащий сведения о том, какие грибы для каких насекомых являются естественными врагами.

Американцы стали отказываться также и от излишнего опрыскивания химикатами сельскохозяйственных полей. А в целях сохранения аграрной продукции в США получила широкое развитие генная инженерия, в том числе генное конструирование. Ученые берут гены у одного растения, вводят его в другое и стремятся получить культуру, которая, скажем, будет защищена от некоторых видов сельскохозяйственных вредителей. Такие генетически измененные культуры, по оценкам специалистов, очень выгодны для фермеров. И если такие культуры получат распространение, то не нужно будет опылять поля химикатами: растение сможет само защищать себя от вредителей.

Примером генетически измененного растения может служить один из сортов хлопка, который после генной «операции», проведенной специалистами крупной американской компании «Монсанто», стал устойчив к некоторым видам гусениц-вредителей. Каковы же могут быть результаты для хлопководства США после внедрения подобных сортов «белого золота»? Весьма значительные. По данным Министерства сельского хозяйства США, годовой урожай хлопка в стране оценивается в 4,5 млрд. долларов, а ежегодные потери от вредителей — в 450 млн. долларов. Ученые этой фирмы стремятся создать новые сорта пшеницы, соевых бобов, картофеля. Ее специалистам удалось получить методом генной инженерии устойчивый к вирусам сорт картофеля — «рассетт Бэрбанк». До сих пор эти вирусы не поддавались ни одному из имеющихся химических средств защиты растений. В штате Иллинойс были проведены полевые испытания нового, генетически измененного сорта помидоров. Растения оказались устойчивы к вирусу, и урожай увеличился на 20%.

**Агрохимикаты и окружающая среда**

Агрохимикаты — это удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных.

Растениям необходимы азот и фосфор, калий и кальций, множество микроэлементов.

Азот. Все почвы мира содержат 150 млрд. т азота. Даже самые бедные дерново-подзолистые почвы в пахотном 20-сантиметровом слое содержат 2—4 т азота на гектар, а чернозем содержит 20— 30 т. Казалось бы, азота с избытком, а люди вносят и вносят азотные удобрения. Причина кроется в недостаточной доступности для растений азота различных форм.

Медленно разлагаясь, труднодоступные соединения отдают азот постепенно, способствуя непрерывности плодородия. Медленное разложение гумуса — важное условие сохранения необходимых качеств почвы: рыхлости, комковатости, проницаемости для воды, воздуха и тепла.

В удобрениях азот присутствует в виде аммониевых или нитратных солей, в наиболее усвояемой для растений форме. Однако действие удобрений недолговечно. Уже на следующий год их эффективность составляет едва 20% первоначальной. Долгое время считали, что главные потери азотных удобрений связаны со стоком в реки и подземные воды. Использование удобрений с азотом, меченным атомом N15, показало иную картину. На легких почвах в условиях высокой увлажненности, когда поля еще не заняты растениями, происходит выщелачивание соединений азота. Во всех остальных случаях потери азота происходят под действием бактерий-денитрификаторов, восстанавливающих азот до различных окислов и до молекулярной формы. Можно сказать, что с полей нашей страны в воздух улетает до 1,5 млн. т азота.

Знание законов циркулирования в почве азота и других биогенных веществ позволяет выработать основную стратегию увеличения плодородия земель, развивать бездефицитное земледелие. Сроки и количество внесения удобрений нуждаются в тонкой балансировке. Важно, чтобы удобрения усваивались именно растениями, а не наносили вред окружающей среде и здоровью людей. Ведь избыток биогенных веществ загрязняет окружающую среду, пресные воды, ведет к эвтрофикации водоемов и даже угрожает озоновому слою стратосферы.

На долю сельскохозяйственного производства приходится не менее половины связанного азота, поступающего в водоемы. Обогащение воды питательными элементами, в первую очередь связанным азотом, приводит к чрезмерному росту водорослей. Отмирая, они подвергаются анаэробному бактериальному разложению, вызывая дефицит кислорода, а следовательно, гибель рыбы и других водных животных. Эвтрофикация водоемов — явление, к сожалению, распространенное.

Нитраты накапливаются выше допустимых норм не только в воде, но и в растениях — как в продовольственных, так и в кормовых. Если сами по себе нитраты не представляют особой опасности для здоровья человека и животных, то легко образующиеся из них нитриты высокотоксичны, вызывают, в частности, тяжелые заболевания крови. Из нитритов могут образовываться нитроамины, обладающие канцерогенным эффектом.

Подкормки азотными удобрениями способствуют увеличению содержания белка в зерне пшеницы, фосфорными и калийными подпитками повышают содержание крахмала в картофеле и сахара в свекле. Вместе с тем имеется масса свидетельств ухудшения качества продукции, выращенной с применением минеральных удобрений, особенно хлорсодержащих.

Наука располагает достоверными данными о накоплении нитратов в овощах, которые были выращены на полях, получавших среднее и даже низки нормы минеральных удобрений или вообще не получавших. Аккумуляции нитратов способствуют теплые и влажные условия выращивания растений, нарушение режимов освещения вегетирующих культур, а также повреждение и неправильное хранение готовой продукции. Внесение высоких норм навоза также приводит к нитратному загрязнению не только растений, но и грунтовых вод, в том числе и той воды, которая используется для питья.

Бактерии-азотфиксаторы, обогащающие почву атмосферным азотом, могут стать достойным конкурентом азотной промышленности. Эта технология разрабатывается в Санкт-Петербургском НИИ сельскохозяйственной микробиологии. Задача состоит в том, чтобы, во-первых, плотнее заселить ими почву, во-вторых — повысить их азотфиксирующие способности.

На корнях бобовых растений естественным образом поселяются клубеньковые бактерии. Наряду с ними в почве обитают и другие азотфиксирующие микроорганизмы. Надо лишь способствовать созданию условий для их процветания. Этой цели служит агротехника, при которой в севооборотах большое место должны занимать бобовые культуры (в нашей стране площади под ними гораздо меньше научно обоснованной потребности).

По данным НИИ сельскохозяйственной микробиологии, в ряде почв соответствующие той или иной бобовой культуре клубеньковые бактерии могут отсутствовать, а те, что имеются, обладают малопродуктивной системой азотфиксации. В связи с этим микробиологи провели селекционную работу. В итоге каждые три года на заводы передаются до десяти новых штаммов клубеньковых бактерий, азотфиксирующая способность которых на 10—20% превышает предыдущие эталонные штаммы. Создан и массово производится препарат ризоторфин — удобная и практичная форма поставки клубеньковых бактерий к семенам и растущим корням бобовых.

Клубеньковые бактерии «привязаны» исключительно к семейству бобовых растений. Между тем главный хлеб человечества — злаковые культуры. К счастью, найдены бактерии, которые живут на корнях проса, кукурузы, ячменя, пшеницы, риса. С одной стороны, они питаются корневыми выделениями злаков, с другой — связывают атмосферный азот и подкармливают им растения. Кроме того, они, по всей видимости, оказывают комплексное, еще не изученное до конца, благоприятное действие на растения. В НИИ сельскохозяйственной микробиологии разработана экспериментальная технология производства препаратов таких бактерий — часть их не имеет аналогов за рубежом. Применение этих препаратов на полях позволяет поднять урожай перечисленных культур в среднем на 3—4 ц с гектара.

Экологически чистая технология рассматривает навоз как источник питательных веществ, способных к быстрой трансформации: 1) в полноценный белок животного происхождения, пригодный для кормления свиней, кур и прудовой рыбы, и 2) в зернистое гумусное удобрение для полей, отличающееся непревзойденными качествами в смысле повышения плодородия почв и рентабельности их применения.

При переработке дождевыми червями 1 т сухого навоза получается 600 кг сухого гумусного удобрения с содержанием от 25 до 40% гумуса, в котором около 1% азота, столько же фосфора и калия, все другие микроэлементы, необходимые растениям.

Остальные 400 кг органических питательных веществ трансформируются в 100 кг полноценного белка в виде биомассы живых червей. Коэффициент перевода 3:1, т.е. лучший из известных коэффициентов перевода питательных веществ в живую биомассу.

Такие гранулированные гумусные удобрения превосходят навоз и компосты по содержанию гумуса в 4—8 раз, не обладают инертностью действия и дают резкую прибавку урожайности. Вегетационный период у растений при этом сокращается на две-три недели. Плодоовощная продукция наделяется, благодаря их применению, способностью к длительному хранению.

Описанная технология переработки навоза и прочих органико-содержащих отходов промышленных предприятий с помощью дождевых червей позволит реанимировать почву, быстро повысить ее плодородие, вернуть ей устойчивость к водной и ветровой эрозии. Кроме того, это, пожалуй, единственный способ рекультивации огромных площадей, стерилизованных и отравленных в свое время обезвоженным аммиаком и аммиачной водой.

В России изобретено искусственное удобрение, которое в десятки раз эффективнее знаменитого биогумуса, получаемого при помощи калифорнийских червей, и в 100—150 раз действеннее натурального удобрения. По данным Донецкого селекционного центра по зерновым и кормовым культурам, только урожай ярового ячменя увеличился с 30,7 до 52,7 ц с гектара. И это не привело к истощению почвы. Наоборот, содержание питательных веществ в ней возросло и стало подкормкой для урожая будущего года.

Экспертиза МГУ им. М.В. Ломоносова, Почвенного института им. В.В. Докучаева, Ростовского государственного университета подтвердила, что суперкомпост резко повышает содержание гумуса в почве и, как следствие, урожайность зерновых (до 60 ц с гектара и выше) и овощных культур (в 2—4 раза по сравнению с минеральными удобрениями и в 80—100 раз по сравнению с навозными компостами). При этом появляется возможность управлять процессами почвообразования и резко ускорять их.

Кроме продовольственной проблемы, выпуск нового удобрения поможет решить и социальные. Проектируются заводы по производству суперудобрений на закрываемых шахтах России. Главной составляющей суперкомпоста станут отвалы шахт с небольшими органическими добавками.

Проверка Госкомитетом санитарно-эпидемиологического надзора РФ показала, что суперудобрения экологически безопасны, с их помощью можно получать биологически чистые продукты, пригодные для производства диетического и даже детского питания.

Для России, по ориентировочным оценкам, годовая потребность составляет 100—150 млн. т суперкомпоста в год.

Все большее применение во многих странах мира находит локальный способ внесения туков, позволяющий использовать их с наибольшим полезным коэффициентом. Способ быстро внедряется благодаря выпуску комбинированных сеялок, а также специальных приспособлений к культиваторам, дисковым боронам и дизельным плугам. С их помощью минеральные удобрения вносят прямо в почву около рядков высеиваемых семян или размещают на поверхности узкими лентами, а затем заделывают дисками.

В орошаемых районах могут оказаться перспективными медленно действующие и капсулированные азотные туки, которые в почвенные процессы и процессы питания растений вовлекаются Постепенно. Для снижения нитрификации аммиачных удобрений могут быть рекомендованы ингибиторы — вещества, тормозящие этот процесс.

Действенный способ интенсифицировать земледелие и помочь растениям усвоить вносимые удобрения— поливные и полукосные посевы, при которых хорошо используются подвижные остатки азотных удобрений.

По сравнению со среднегодовым уровнем 1986—1990 гг. применение минеральных удобрений снизилось с 13 млн. т в пересчете на 100%-е содержание питательных веществ до 1,5 млн. т в 1994 г., органических, соответственно, — с 482 до 147 млн. т. Уменьшение объемов минеральных и органических удобрений не привело к ослаблению в соответствующих пропорциях влияния средств химизации, поскольку сохранились основные причины их попадания в поверхностные и грунтовые воды — нарушения регламентов хранения, транспортировки, применения.

В последние годы на Западе исследуются возможности информационной технологии земледелия, в которой средства химизации применяются на сельскохозяйственном поле в строго нормированных дозах и только там, где они необходимы. Компьютер на борту сельхозмашины, управляющий процессом внесения удобрений, «знает», какие удобрения и в какой дозе следует вносить на тот или иной участок поля. Там, где предполагается большой урожай, вносимая доза удобрений уменьшается, там, где есть опасность недобора урожая, доза удобрений увеличивается. По аналогичной схеме работают компьютеризованные агрегаты для внесения гербицидов и пестицидов.

Преимущество компьютерной технологии состоит в том, что она позволяет земледельцам вести агропроизводство на экологически чистой основе, ориентированной на экономию удобрений, получение максимальных урожаев и предохранение окружающей среды от загрязнения.

Фосфор, внесенный в почву с фосфорными удобрениями, практически не вымывается из нее. Даже при поверхностном внесении вымывание фосфора не превышает 1% от внесенного. Основным источником загрязнения фосфором водоемов является не сельское хозяйство, а промышленные и бытовые стоки. Доля сельского хозяйства в загрязнении вод фосфором не превышает 10-15%. Особенно массивным источником загрязнения этим элементом стали в последнее время моющие средства, содержащие полифосфаты. Значительное накопление фосфата в водоемах также способствует эвтрофикации водоемов.

Специфическая особенность фосфорных удобрений заключается в том, что применение их в больших дозах приводит к накоплению в почве других нежелательных элементов: стабильного стронция, фтора, естественных радиоактивных соединений урана, радия, тория.

Кроме того, нужно учитывать, что фосфорные удобрения загрязнены кадмием, стронцием, фтором, другими элементами. Степень загрязнения фосфорных удобрений зависит прежде всего от качества сырья, служащего для их производства исходным материалом. В этом отношении нашей стране повезло: апатиты Кольского полуострова представляют собой самое чистое для производства фосфорных удобрений сырье. Кадмия в хибинских апатитах содержится всего 0,4—0,6 мг/кг, а в фосфатах, добываемых в США, — 13 мг/кг, в Сенегале — до 70 мг/кг.

Калий. Третий основной элемент питания растений — калий — не оказывает существенно вредного влияния на окружающую среду. Однако с калийными удобрениями вносится много хлора, поступление которого в грунтовые воды также нежелательно.

**Охрана окружающей среды при использовании пестицидов и агрохимикатов**

С целью охраны здоровья людей, окружающей природной среды в 1997 г. был принят федеральный Закон «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами». Согласно этому закону, государственное управление в области безопасного обращения с пестицидами и агрохимикатами осуществляет правительство РФ непосредственно или через специально уполномоченные им федеральные органы исполнительной власти.

Федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие государственную регистрацию пестицидов и агрохимикатов, дают разрешение на производство, применение, регистрацию, транспортировку, хранение, уничтожение, рекламу, ввозов В Российскую Федерацию и вывоз из России пестицидов и агрохимикатов.

Для разработки и обоснования регламентов применения пестицидов и агрохимикатов проводятся их регистрационные испытания, которые включают в себя:

определение эффективности применения пестицидов и агрохимикатов и разработку регламентов их применения;

оценку опасности негативного воздействия пестицидов и агрохимикатов на здоровье людей, разработку гигиенических нормативов, санитарных норм и правил;

экологическую оценку регламентов применения пестицидов и агрохимикатов;

экспертизу результатов регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов.

Экспертиза результатов регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов включает в себя: государственную экологическую экспертизу; токсиколого-гигиеническую экспертизу; экспертизу регламентов применения пестицидов и агрохимикатов.

Порядок проведения экспертизы результатов регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов определяется в соответствии с законодательством РФ.

Экспертиза результатов регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов основывается на принципах:

— обязательности ее проведения;

— научной обоснованности ее выводов;

независимости экспертизы;

платности ее проведения.

Срок проведения экспертизы не должен превышать шести месяцев.

Граждане или юридические лица, подавшие заявку на государственную регистрацию пестицидов или агрохимикатов, а также разработчики не вправе участвовать в экспертизе результатов регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов.

Заключение экспертизы результатов регистрационных испытаний пестицидов и агрохимикатов может быть обжаловано в судебном порядке.

Государственная регистрация пестицидов и агрохимикатов осуществляется на десять лет. Гражданину или юридическому лицу выдается регистрационное свидетельство, и пестицид или агрохимикат вносится в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ.

Обращение с пестицидами и агрохимикатами осуществляется гражданами и юридическими лицами на основании специальных разрешений (лицензий).

Пестициды и агрохимикаты производятся в соответствии со стандартом и иными нормативными документами и подлежат сертификации на соответствие требованиям к безопасному обращению.

При разработке новых пестицидов и агрохимикатов должна быть полностью исключена или сведена до минимума опасность их негативного воздействия на здоровье людей и окружающую природную среду. Изготовитель обязан, в частности, прекратить реализацию, утилизировать пестициды и агрохимикаты в случаях, если безопасное их применение становится невозможным.

Хранение пестицидов и агрохимикатов разрешается только в специализированных хранилищах. Запрещается бестарное хранение пестицидов.

Транспортировка пестицидов и агрохимикатов допускается только в специально оборудованных транспортных средствах.

Обезвреживание, утилизация, уничтожение и захоронение пришедших в негодность или запрещенных к применению пестицидов и агрохимикатов, а также тары из-под них обеспечиваются гражданами и юридическими лицами в соответствии с законодательством РФ.

Среди эффективных средств охраны окружающей среды нельзя не назвать севообороты для борьбы с вредителями и болезнями растений. Последовательная смена сельскохозяйственных культур предотвращает накопление специфических для той или иной культуры паразитических организмов. Однако интенсификация земледелия предполагает значительное насыщение севооборота основной культурой, вплоть до перехода в отдельных случаях к монокультурам. В таких условиях применение пестицидов становится неотъемлемой частью агротехники.

Появление новых форм вредителей и патогенных микробов, устойчивых к соответствующим пестицидам, ставит перед наукой и производством трудную задачу постоянной смены этих пестицидов. Еще более ситуация осложняется при переходе к монокультуре, когда из года в год на одной и той же площади применяют одни и те же ядохимикаты, что резко ускоряет образование устойчивых форм.

Предотвращение накопления пестицидов в почве и водоемах возможно только при достаточной интенсивности микробиологических процессов, их инактивации и разрушения. При длительном применении и накапливании одного и того же органического пестицида в почве избирательно концентрируется микрофлора, способная утилизировать его. Если же ядохимикаты постоянно менять, этот процесс затрудняется. Таким образом, возникает известное противоречие: с одной стороны, быстрая смена препаратов препятствует возникновению устойчивых форм паразитов, с другой — она же мешает накоплению в почве специфической микрофлоры, способной разрушать конкретный ядохимикат.

Есть несколько направлений снижения нежелательных побочных эффектов.

Первое направление — ограниченное применение препаратов. Разрабатываются интегрированные системы защиты растений, базирующиеся в первую очередь на устойчивом сорте, что дополняется целой системой мер, включающих агротехнические и другие нехимические методы и только наряду с ними — химические. При этом удается значительно сократить число химических обработок.

Все чаще ограничивают применение химических препаратов в профилактических целях, рассматривая их главным образом как Средства ликвидации намечающихся вспышек инфекции или массового размножения вредителей.

Другое направление — синтез нестойких, быстро разрушающихся пестицидов, а также специализированных соединений узкого спектра действия, поражающих только вредные организмы.

Важно обеспечить сельскохозяйственное производство такими пестицидами, которые обладали бы узконаправленным спектром действия и не накапливались во внешней среде. Их применение должно быть органической частью общей системы защиты растений, включающей устойчивый сорт, соответствующую агротехнику.

Ведущими принципами рационального использования пестицидов должны быть: строгий учет экологической обстановки на сельскохозяйственных угодьях, точное знание критериев, при какой численности вредных и полезных организмов целесообразно проведение химической борьбы. Химические приемы следует сочетать с агротехническими, селекционными, организационно-хозяйственными.

В последние годы принципиально изменился ассортимент химических средств защиты растений, совершенствуются формы, способы и тактика применения пестицидов.

Определенные успехи есть в решении такой задачи, как максимальное снижение показателей токсичности препаратов для теплокровных.

Из списка разрешаемых для применения пестицидов исключены стойкие и высокотоксичные инсектициды, акарициды, родентициды и фунгициды (диенового синтеза, фторорганические, хлор- и фосфорорганических соединений). Значительно сокращено применение препаратов, содержащих мышьяк и ртуть. Не разрешается применение в растениеводстве препаратов ДДТ, ограничено применение препаратов гептахлора, гексахлорана, полихлорпилена, севина.

Список химических средств борьбы с вредителями и болезнями пополнен более совершенными и менее опасными препаратами. Только за последнее десятилетие в ассортимент поставляемых сельскому хозяйству пестицидов введено 59 новых препаратов, в том числе 26 — отечественного производства. Большинство препаратов наряду с высокой эффективностью против вредителей и возбудителей болезней характеризуются избирательной токсичностью, некумулятивны, разлагаются в окружающей среде менее чем за один вегетационный сезон. К их числу относятся почти все специфические акадициды: тедион, кельтан, мильбекс, неорон, пликтран и другие, а также многие инсектициды: актеллик, бромофос, волатон, гардона, дилер, карбофос, сайфос и другие препараты, практически безопасные для теплокровных животных.

Основным способом применения пестицидов в настоящее время стало опрыскивание посевов растворами, суспензиями и эмульсиями препаратов. На смену дустам пришли растворимые порошки и концентраты эмульсий. При опрыскивании резко сокращается снос препаратов, меньше загрязняется воздух. Методом опрыскивания в настоящее время проводится более 90% обработок. При этом наблюдается отказ от сплошных авиаобработок и переход к локальным обработкам наземной аппаратурой, что максимально снижает снос препаратов. Техника опрыскивания совершенствуемся, сокращаются нормы расхода жидкости, происходит переход от крупно объемного к малообъемному и ультра малообъемному опрыскиванию.

С целью сохранения полезных насекомых применяются гранулированные препараты, что значительно увеличивает длительность защитного действия пестицидов (от 10—20 дней до 1-2 месяцев) и одновременно снижает контакт токсиканта с окружающей средой, энтомофагами и человеком.

Пестициды в современных условиях применяются только при наличии на полях такой численности вредителей, когда проведение защитных мероприятий экономически оправданно. Плановое чередование применения пестицидов различных химических групп снижает кратность обработок, исключает опасность загрязнения остатками пестицидов среды, предупреждает развитие популяций вредных организмов.

Общие принципы регламентирования пестицидов в объектах окружающей среды. Для всех разрешенных к применению пестицидов установлены ПДК в объектах окружающей среды. Но есть еще одно чрезвычайно важное звено в общей системе мероприятий по профилактике вредного влияния пестицидов на здоровье человека — определение допустимых остаточных количеств (ДОК) их в продуктах питания. Выясняя токсикологические свойства, устанавливая уровень содержания пестицидов, способных вызвать патологический эффект в организме (с учетом отдаленных последствий), за основу берут пороговые для человека и недействующие дозы. При оценке токсичности препарата учитываются не только уровень ЛД50, но и его стойкость, разнообразные условия попадания в организм, возможные превращения в другие соединения в процессе обмена. Принимаются во внимание и физико-химические свойства (смачиваемость, удерживаемость на поверхности, размер и форма частиц, упругость паров действующего начала и др.).

Величина остаточных количеств пестицидов в растениях зависит от сроков и условий обработки, включая способ и кратность внесения препарата, вида растений, интенсивности их роста, метеорологических условий (температура, влажность воздуха, инсоляция и др.), а также от возможности изменения органолептических свойств продуктов.

В качестве норматива допустимых концентраций принимается такое количество пестицидов в продуктах питания, которое, ежедневно поступая в организм человека, не наносит ущерба здоровью. Нормы ДОК для каждого пестицида устанавливаются отдельно. Некоторые пестициды (алдрин, гептахлор) вообще не должны присутствовать в пищевых продуктах. Не допускается присутствие многих пестицидов (байтекс, гамма-изомер, гексахлорциклогексан, гексахлоран, ДДТ и др.) в молоке, мясе, масле, яйцах.

Контроль за загрязнением. В России осуществляется контроль за применением пестицидов и их остатками в различных средах (сельскохозяйственной продукции, почве, воде, воздухе), за уровнем загрязнения окружающей среды агрохимикатами, применяемыми в сельском хозяйстве, содержанием нитратов в почвах и в растительной продукции (особенно в продукции интенсивно удобряемых культур — овощных, бахчевых и кормовых, а также в почвах, на которых эти культуры возделываются). Контроль ведут специальные агроотделы, созданные в агрохимических лабораториях и на станциях химизации и оснащенные необходимыми приборами и лабораторным оборудованием.

Создана ассоциация производителей экологически чистой и биологически чистой и полноценной пищевой продукции. Инициаторами этого важного дела стали аграрные предприятия Подмосковья (АПК «Каширский» и др.) и ведущие научно-исследовательские центры страны.

Однако нельзя сказать, что контроль за качеством сельскохозяйственной продукции сегодня ведется повсеместно на должном уровне. Разветвленная сеть контрольно-токсикологических лабораторий, дающих заключение о пригодности продуктов к употреблению, пока еще только создается, и, к сожалению, нередко на наш стол с фруктами и овощами, молоком и мясом попадают вредные вещества.

Установление надежного контроля за содержанием вредных веществ сделает экономически невыгодным производство недоброкачественной продукции.