Шамрай С. Н.

ПЕСТИЦИДЫ — ЗЛО ИЛИ БЛАГО?

Сельскохозяйственной деятельностью человечество занимается примерно 10 тыс. лет. Зарождение земледелия и животноводства позволило людям сделать решающий шаг в своем культурном и экономическом развитии. Присваивающее хозяйство, которым люди занимались до этого и которое включало собирательство, охоту и рыбную ловлю, определяло чрезвычайно высокую зависимость от природы и не допускало территориальной концентрации населения, которая была бы в состоянии обеспечить становление и прогресс цивилизации. Кроме того, само население, не располагая надежной, устойчивой и достаточно обильной продовольственной базой, росло очень медленно — меньше, чем на 0,01 % в год. Частым явлением был голод, что также сказывалось на численности человечества.

Поэтому переход к производящему сельскому хозяйству получил название «неолитической» (или аграрной) революции. Постоянные и достаточно большие запасы пищи позволили основывать долговременные поселения. Появилось свободное время для того чтобы заниматься усовершенствованием инструментов и быта: создавались лучшие инструменты, лучшие дома, лучшие методы земледелия, полезные новые изобретения, живопись, музыка и т. д. Избыток продовольствия стимулировал его обмен; начали развиваться транспорт, дороги, торговля. В результате происходило повышение общего уровня развития цивилизации.

В конечном итоге человек оказался одним из наиболее успешных живых существ на планете Земля. В течение последних нескольких тысяч лет человечество колонизовало все континенты, приспособилось практически к каждому типу местообитания, непрерывно увеличивало численность и заполнило весь земной шар.

Однако развитие земледелия не проходило гладко и без проблем. Создание человеком искусственных экосистем (агроценозов) неизбежно привело к нарушению устойчивости и равновесия, которые характерны для естественных экосистем. Агроценоз даже теоретически не может быть устойчивым с точки зрения экологии, его продуктивность зависит от притока энергии извне, причем энергии, отличной от солнечного света (в простейшем случае это может быть, например, мышечная энергия, затраченная земледельцем при прополке). С урожаем земледелец выносил значительное количество питательных веществ, что приводило к истощению почв; выращивание на ограниченном участке земли растений одного вида и одного сорта создавало благоприятные условия для массового распространения в посевах вредителей и болезней. Достаточно вспомнить унесший примерно 4 млн. жизней голод в Ирландии в 1845–1849 гг., к которому привело практически полное уничтожение картофеля возбудителем фитофтороза в этой стране.

Несмотря на подобные события, человек представляет собой биологически успешное существо, и этот успех в значительной степени обусловлен нашей способностью решать возникающие проблемы. В настоящее время развитие науки и технологий позволяет контролировать возбудителей болезней, грибы, сорные растения, насекомых, птиц, грызунов и других паразитов и вредителей, которые могли бы сокращать нашу жизнь или конкурировать с нами за пищу. Современное сельское хозяйство обеспечивает достаточное количество продуктов животноводства и земледелия, удовлетворяющее наши потребности в пище, фураже и сырье для промышленности.

Однако ни один живой вид на нашей планете не может бесконечно наслаждаться неограниченным ростом численности популяции. Численность всех живых организмов ограничивается доступными ресурсами, болезнями или природными катастрофами. Человечество не представляет собой исключения. Природные ресурсы не смогут поддерживать устойчивый рост численности людей неограниченно долго; рано или поздно эта величина должна будет стабилизироваться на определенном уровне (по оценкам разных экспертов максимальная численность человечества составит от 12 до 14 млрд). И в настоящее время, и когда произойдет стабилизация численности людей на планете имеющиеся природные ресурсы необходимо использовать эффективно. В частности, практически исчерпаны возможности увеличения площади пахотных земель, поэтому кормить нынешние более 6 млрд и будущие 12–14 млрд можно только с использованием технологий высокопродуктивного интенсивного земледелия.

Применяемые в земледелии химические соединения, в частности пестициды, как раз и предназначены для эффективного использования земельных ресурсов. Фактически обилие качественной пищи и высокие стандарты жизни в развитых странах были бы невозможны без пестицидов.

К сожалению, в последние годы сложилась ситуация, когда многие люди начали считать пестициды недопустимо опасными для окружающей среды или людей. Такая точка зрения формируется у неспециалистов под влиянием популярных наукообразных публикаций в различных СМИ, включая Интернет. Авторы подобных публикаций, чаще всего, мало осведомленные в тех вопросах, которые они обсуждают, акцентируют внимание только на потенциальных рисках, связанных с применением пестицидов, и запугивают незнакомых с реальным состоянием дел читателей возможными неблагоприятными последствиями. Не будет преувеличением сказать, что иногда при обсуждении проблем, связанных с пестицидами, дело доходит до массовой истерии, даже на уровне правительственных органов.

Но для ясного представления о преимуществах и рисках, которые несет с собой использование пестицидов, вместо истерии необходим тщательный и взвешенный анализ всех положительных и отрицательных последствий их применения. Рациональный подход должен включать сопоставление пользы и риска, которые обусловлены применением этих препаратов. По своей природе пестициды являются опасными веществами, однако польза от их применения также существенна и очевидна. И те люди, которые ратуют за полное запрещение применения пестицидов, должны быть готовыми делить свои жилища с различными членистоногими и мелкими млекопитающими, питаться заплесневевшими овощами и другими продуктами, загрязненными токсинами, примириться с острой нехваткой продуктов питания и чрезвычайно высокими ценами на них, согласиться переносить вспышки давно забытых заболеваний.

Тем не менее, как быть с тем, что пестициды являются опасными? Многие пестициды токсичны для людей и таят в себе потенциальную угрозу. К счастью, этот риск постоянно снижается благодаря усилиям исследователей, природоохранных организаций и правительственных учреждений посредством разработки более безопасных соединений, имеющих специфическую активность только по отношению к вредным организмам, улучшения методов применения пестицидов. Принимаемые законодательные акты в развитых странах мира в отношении безопасности химических средств защиты растений предъявляют все более и более жесткие требования. В результате этих усилий соотношение между риском и пользой непрерывно увеличивается в сторону пользы.

К сожалению, встречаются ошибки и различного рода несчастные случаи при применении пестицидов; кроме того, даже при правильном использовании некоторые пестициды могут быть опасными для окружающей среды и нецелевых живых организмов. Так что и польза, и риск при применении пестицидов остаются реальными. Таким образом, всегда остается место для повышения безопасности пестицидов, улучшения методов их применения и контроля.

В этой статье кратко рассматриваются история применения пестицидов, связанные с пестицидами преимущества и риски, тенденции в их использовании.

Что такое пестициды?

> Словом «пестицид» (от лат. pestis — зараза и caedo — убиваю) обозначают химические соединения, предназначенные для уничтожения паразитов и вредителей, то есть вредных организмов (в английском языке — pests).

Однако в природе «вредные организмы» не существуют; люди назвали так любое животное, растение или микроорганизм, который подвергает опасности наши запасы пищи, здоровье или комфорт. По большому счету, «вредными» эти организмы достаточно произвольно названы людьми, поскольку они, так или иначе, ухудшают качество жизни. Для контроля этих вредных организмов и используются пестициды, которые предназначены для их уничтожения или отпугивания. Они применяются не только в сельском хозяйстве, но и в жилищах, а также в других местах, где вредные организмы могут причинить определенный ущерб.

В зависимости от того, против каких объектов они используются, пестициды делятся на следующие основные группы:

- Акарициды — для борьбы с клещами.
- Альгициды — для уничтожения водорослей и другой водной растительности.
- Антисептики — для предохранения различных материалов от разрушения микроорганизмами; к этой же группе относят препараты, используемые для дезинфекции с целью уничтожения опасных для человека и животных микроорганизмов.
- Арборициды — против нежелательной кустарниковой и деревянистой растительности.
- Бактерициды — против бактериальных болезней.
- Гербициды — для борьбы с сорной растительностью.
- Зооциды — для борьбы с грызунами. В зарубежной литературе эту группу веществ часто называют родентицидами или ратицидами.
- Лимциды или моллюскоциды — для борьбы с различными моллюсками, в том числе брюхоногими.

- Нематоциды — для борьбы с паразитическими круглыми червями (нематодами).
- Инсектициды — для борьбы с вредными насекомыми. Отдельные группы инсектицидов могут носить и специальные названия, например афициды, предназначенные для борьбы с тлями.
- Фунгициды — против возбудителей грибных болезней.

К пестицидам также относят регуляторы роста растений — химические вещества для стимуляции и торможения (ретарданты) роста растений, препараты для удаления листьев (дефолианты) и подсушивания растений (десиканты), препараты для отпугивания (репелленты), привлечения (аттрактанты) и стерилизации (половые стерилизаторы) насекомых, а также препараты, отпугивающие насекомых от пищи (антифиданты).

Наиболее широко используемыми пестицидами являются гербициды, инсектициды и фунгициды.

Краткая история пестицидов

Пестициды не являются чем-то новым, придуманным человеком только в последнее время. Поскольку вредители, возбудители болезней и сорные растения с самого начала эры земледелия ставили под угрозу урожай, люди издавна пытались каким-то образом контролировать вредные организмы.

Сорные растения в посевах чаще всего удаляли вручную прополкой. Примерно 2500 годом до н. э. датировано первое письменное упоминание об использовании серы в качестве инсектицида против насекомых и клещей на территории древнего Шумера. За 1200 лет до н. э. в древнем Китае пытались использовать отвары и экстракты некоторых растений в качестве инсектицидов и фунгицидов, а препараты ртути и мышьяка использовали для борьбы с платяной вошью. Около 200 года до н. э. римский цензор, оратор и писатель Маркус Порциус (Marcus Porcius) призывал опрыскивать растения маслом для борьбы с вредителями и болезнями. Также древние римляне использовали горящую серу для уничтожения насекомых и соль для борьбы с сорняками. На рубеже IV и V веков нашей эры китайский алхимик Ко Ханг (Ko Hung) рекомендовал обработку корней белым мышьяком при высадке риса для защиты от насекомых-вредителей. В 1600-х годах для борьбы с муравьями использовали смесь меда и мышьяка.

Реально научную основу защита растений приобрела в XIX столетии, когда произошла аграрная революция в Европе и США. Защита растений начала становиться распространенной и международной, чему способствовало открытие инсектицидов растительного происхождения — пиретрума и дерриса (первый получают из цветков некоторых видов ромашек, второй — из корней некоторых тропических растений).

В конце XIX века земледельцы использовали ацетоарсенит меди (парижскую зелень), арсенат кальция, серу и некоторые другие вещества для контроля насекомых-вредителей сельскохозяйственных растений и бордосскую жидкость для борьбы с болезнями винограда. Однако эффективность этих методов была часто невелика из-за примитивной химической промышленности и методов применения.

Рост использования пестицидов начался перед и особенно сильно — после Второй мировой войны. В 1939 году в Швейцарии был синтезирован первый хлорорганический инсектицид ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтан), который широко применяли для борьбы как со вшами, так и с вредителями растений. В этот же период были синтезированы другие хлорорганические инсектициды, такие как бензолгексахлорид, алдрин, диелдрин и целый ряд других. Все хлорорганические инсектициды блокируют функции нервной системы насекомых, вызывая судороги и гибель. Эти новые препараты оказались недорогими, эффективными и приобрели огромную популярность. ДДТ был осо-

Опрыскивание растений картофеля парижской зеленью против колорадского жука в конце XIX века в США

Современная технология опрыскивания сельскохозяйственных культур пестицидами

бенно востребован, поскольку имел широкий спектр активности против вредных насекомых и невысокую токсичность для млекопитающих.

Фосфорорганические инсектициды появились после разработки в Германии отравляющих веществ нервнопаралитического действия в период Второй мировой войны (в частности зарина). На основе этих работ был синтезирован ряд фосфорорганических инсектицидов, некоторые из них применяются и в настоящее время (базудин, актеллик, золон, волатон, дурсбан, пиринекс). У насекомых, а также и у млекопитающих эти соединения ингибируют холинэстеразу, что прерывает передачу нервных импульсов с участием нейромедиатора ацетилхолина. Это приводит вначале к гиперактивности насекомых, затем к параличу и гибели.

В течение 1940-х годов были разработаны гербициды, имеющие активность фитогормонального типа: 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота и ее производные), 2,4,5-Т (2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота и ее производные) и МСРА (2-метил-4-хлорфеноксиуксусная кислота и ее производные). Они избирательно токсичны для растений, и их применение не вызывает значительных экологических проблем. Эти препараты убивают в основном двудольные растения, слабо влияя в используемых концентрациях на злаки. Наиболее широкое распространение получил препарат 2,4-Д, который применяется и по сей день.

В качестве фунгицидов, помимо бордосской жидкости, до 60-х годов прошлого века широко использовали также хлорокись меди, препараты элементарной серы (молотую серу, коллоидную серу, известково-серный отвар) и органические соединения различной химической природы (дитиокарбоматы, производные фенола и др.). В качестве фунгицидов также применяли препараты, содержащие ртуть (гранозан, меркургексан).

Однако чрезмерное увлечение недорогими и, как казалось, эффективными препаратами быстро выявило опасности и риски, связанные с пестицидами. Так, при постоянном давлении отбора со стороны химических веществ многие вредные организмы приобрели устойчивость к пестицидам; первое сообщение об устойчивости насекомых к ДДТ появилось в 1946 г., в следующие два десятилетия устойчивые формы насекомых широко распространились по всему миру. К 1984 году 17 видов насекомых были устойчивы к инсектицидам всех химических групп. В настоящее время свыше пяти сотен видов насекомых, включая переносчиков заболеваний, таких как комары и клещи, устойчивы как минимум к одному инсектициду. Кроме этого, 270 видов сорных растений, 150 видов возбудителей болезней растений и примерно половина видов крыс являются устойчивыми, по крайней мере, к одному пестициду.

Также оказалось, что многие препараты медленно разрушаются в почве и воде, накапливаются в тканях позвоночных и беспозвоночных животных при поступлении с пищей, перемещаются по пищевым цепям вплоть до хищников верхнего уровня. По этой причине хлорорганические пестициды в период с 1973 г. до 1990-х годов были сняты с регистрации и запрещены к применению в большинстве стран мира. Кроме них в сельском хозяйстве были запрещены препараты, содержащие мышьяк и ртуть. Следует отметить, что фосфорорганические инсектициды, в отличие от хлорорганических, не накапливаются в организме животных и не вызывают существенных проблем.

После появления сообщений о потенциальной опасности пестицидов общественное мнение по отношению к ним начало изменяться. Пришло осознание рисков, связанных с их использованием, понимание достаточно серьезных отрицательных последствий бездумного и неправильного применения средств борьбы с вредными организмами в сельском хозяйстве, промышленности и в быту.

В результате дальнейшие исследования были направлены на синтез специфически действующих препаратов, безвредных для человека и окружающей среды, а также на разработку более совершенных методов их использования.

Многие из применяемых в настоящее время пестицидов являются практически «природными» препаратами. Например, так называемые «пиретроидные» инсектициды (каратэ, децис, шерпа, штефесин и др.) — это аналоги пиретринов, природных ядов растительного происхождения, которые сотни лет использовали для борьбы с насекомыми. Никотиноиды (регент, банкол, моспилан) и неоникотиноиды (актара, конфидор, калипсо) являются частично модифицированными продуктами морских кольчецов.

Начинают широко использоваться регуляторы роста и развития насекомых, которые имитируют действие естественных гормонов, контролирующих развитие насекомых. Препараты такого рода предотвращают формирование взрослых стадий насекомых из их личинок или препятствуют линьке. Ингибиторы роста насекомых (инсегар, димилин, номолт, аплауд) вызывают гибель насекомого во время перехода его с одной стадии развития в другую. Ингибиторы синтеза хитина насекомых (матч, сонет, римон) вызывают гибель личинок насекомого во время линьки.

Ряд новейших инсектицидов разрабатывается на основе авермектинов (avermectins) — природных продуктов, выделяемых патогенными для насекомых почвенными бактериями и обладающих инсектицидным действием при очень низких концентрациях. Например, инсектицидные токсины Bacillus thuringiensis являются протеинами, и при попадании в кишечный тракт насекомого они нарушают специфическую поглотительную способность стенок кишечника.

Продукты природного происхождения используются и при разработке фунгицидов. Одна из наиболее современных групп фунгицидов, так называемые стробилурины, являются аналогами стробилурина А, природного продукта сапротрофного гриба-базидиомицета Strobilurus tenacellus. Другая группа современных фун-

гицидов — фенилпирролы — это производные пирролнитрина, естественного продукта, выделяемого бактерией Pseudomonas pyrrocinia. Ряд новейших фунгицидов являются индукторами защитных реакций растений и вообще не обладают токсической активностью.

Подобные препараты практически естественного происхождения, которые используют для контроля насекомых, бактерий, вирусов, грибов и других вредных организмов, получили название «биорациональных» пестицидов.

Широким фронтом проводятся исследования по возможности контроля вредных организмов с использованием их естественных врагов — хищников, патогенных для вредных насекомых бактерий и вирусов, микроорганизмов, которые являются антагонистами возбудителей заболеваний растений. Препараты на основе подобных организмов называют «биопестицидами». Средства биологического контроля защиты растений занимают существенное место в арсенале предлагаемых для защиты растений препаратов, хотя практика однозначно доказала, что только за счет биопестицидов, без использования синтетических химических препаратов, невозможно обеспечить достаточно приемлемый уровень защиты растений.

Продолжают развиваться и гербициды. В сфере защиты растений от сорняков в 1970-х годах в производство был внедрен атразин, однако этот гербицид легко вымывался из почвы дождями и, поскольку медленно разрушался, мог быть источником загрязнения воды. В конце 1980-х годов в производство был внедрен раундап, производное глицина, для неселективного контроля сорных растений. Однако в настоящее время он используется как основной гербицид для селективного контроля сорняков, поскольку были сконструированы культурные растения, устойчивые к нему.

Ряд других современных гербицидов хотя и являются неселективными, быстро разрушаются в почве, и это позволяет высевать культурные растения вскоре после внесения гербицида. В конечном итоге ассортимент современных гербицидов позволяет практически полностью отказаться от ручного труда при уходе за посевами.

Помимо совершенствования самих препаратов, совершенствуются методы их применения. Повсеместное распространение получили инкрустация и дражирование семян, оборудование для ультрамалообъемного опрыскивания растений. Все это позволяет наносить пестициды именно на защищаемое растение, исключая их попадание в почву или воду.

Разрабатываются стратегии для предотвращения появления устойчивых форм вредных организмов. С этой целью используется чередование препаратов, имеющих различный механизм действия, или смеси подобных препаратов. В настоящее время в США или европейских странах новый пестицид не регистрируется, если при этом не прилагается стратегия по предотвращению появления устойчивых к нему форм вредителей и патогенов.

С 1960-х годов специалисты по защите растений начали разрабатывать научно обоснованный подход к контролю вредных организмов, названный интегриро ванным контролем вредных организмов (integrated pest management, IPM). В нашей стране такой подход называют интегрированной защитой растений от вредителей, болезней и сорняков. Целью этого подхода является сдерживание численности вредных организмов на таком уровне, на котором они не могут причинить экономически ощутимого вреда. На основе глубокого изучения биологии защищаемых растений и вредных организмов в рамках интегрированной защиты используют методы возделывания растений, которые препятствуют деятельности вредных видов, способствуют распространению хищников и паразитов, атакующих вредные организмы. При интегрированной системе защиты пестициды используют только в наиболее подходящий период, когда их минимальное количество оказывает максимально положительный эффект, например на начальных стадиях ожидаемой вспышки численности вредителей или при возникновении опасности массового поражения растений болезнями (эпифитотии).

При использовании интегрированных систем защиты допускается определенный уровень численности вредных организмов. Их полное уничтожение не является необходимым для защиты, более того, полное уничтожение вредного организма может оказать отрицательное воздействие на численность полезных хищников или паразитов, которым этот вредный организм необходим для выживания.

Интегрированные системы защиты не отменяют необходимости применения пестицидов, однако они позволяют использовать пестициды в сниженных количествах и более эффективно. В то же время даже с использованием интегрированных систем применение пестицидов часто является единственным способом предотвратить недопустимо большой экономический вред, который могут причинить вредные организмы.

Кроме этого, в некоторых случаях любое количество вредных организмов является недопустимым. Например, большинство людей не хотят делить свой дом даже с одной-единственной крысой или мышью. Подобным же образом большинство поставщиков овощей и фруктов не покупают продукцию с повреждениями, вызванными вредителями или болезнями (такая продукция может оказаться опасной и для потребителя, например из-за накопления микотоксинов). По этой причине в развитых странах мира фермеры используют пестициды в тех случаях, когда имеется опасность даже незначительных повреждений продукции.

Польза пестицидов

Используя тщательно подобранные препараты в нужное время в нужном месте в необходимом количестве, производитель сельскохозяйственной продукции практически полностью устраняет потенциальный вред, который могли бы нанести вредители и паразиты. Этот вред выражается не только в экономических потерях — незащищенное фунгицидами продо-

вольствие и фураж часто содержат значительное количество крайне опасных микотоксинов, которые при хроническом употреблении могут вызвать такие заболевания как рак.

Очень характерными являются данные по коричневой гнили плодов персика в США. Потери урожая от этого заболевания в 1850-х при отсутствии защитных обработок составляли в среднем 75 %, в 1920-х годах при обработке препаратами серы потери снизились до 13 %, и, наконец, в настоящее время при обработке современными синтетическими препаратами потери уменьшились до 1–2 %.

В случае полного отказа от применения пестицидов в земледелии такая страна как США уже не только не могла бы экспортировать продовольствие, но и вынуждена была бы его импортировать, поскольку урожаи, например, пшеницы и кукурузы снизились бы на 30–50 %, моркови — на 26 %, картофеля — на 45 %, томатов — на 29 %, арбузов — на 61 %. Такая же ситуация сложилась бы и в других странах с высокопродуктивным сельским хозяйством.

Применение гербицидов в мировом масштабе обеспечивает от 10 до 20 % повышения урожайности хлебных злаков; этой прибавки достаточно для выпечки 15 батонов хлеба для каждого жителя планеты Земля.

С использованием систем экстенсивного земледелия практически без применения пестицидов в неразвитых странах в среднем 95 % населения производят количество продукции, которая почти полностью идет на обеспечение жителей этой же страны. В то же время в развитых странах картина обратная: 3–5 % населения производят достаточное для всех остальных количество продуктов питания; довольно значительный избыток идет и на экспорт. Производство такого количества продуктов питания в развитых странах было бы невозможным без применения пестицидов.

Значение пестицидов выходит за пределы сельского хозяйства. Несмотря на отрицательные последствия, которые имело применение ДДТ, этот инсектицид, тем не менее, сохранил миллионы жизней, обеспечив эффективный контроль численности переносчиков малярии. И сегодня многие болезни, распространение которых связано с клещами или насекомыми (желтая лихорадка, чума, брюшной тиф, малярия, сердечные черви собак, пятнистая лихорадка Скалистых гор), сдерживаются на низком уровне благодаря пестицидам. Во многих странах, например в США, пестициды длительного действия сохраняют миллионы домов от термитов.

Иногда пестициды позволяют восстановить баланс в экосистемах, нарушенных вторжением экзотических видов. Например, морская минога вторглась в Великие Озера после открытия судоходства по каналу из района Ниагарского водопада, построенного в 1929 г. Миноги атаковали местные виды рыб, и к 1950-м популяции форели уменьшились в десятки раз. Для контроля их численности был использован пестицид TFM, и к настоящему времени популяции форели восстановились.

Таким образом, можно ли отказаться от пестицидов? Эти химикаты улучшают количество, качество и разнообразие продуктов питания, оказывают положительное действие на здоровье людей посредством контроля продуцентов токсинов, загрязняющих пищу, повышают продукцию фруктов и овощей и обеспечивают контроль давно забытых большинством людей болезней. Они защищают дома и имущество людей. Они позволяют фермерам развитых стран оставаться конкурентоспособными в глобальной торговле сельскохозяйственными продуктами. И, несомненно, высокие стандарты жизни в развитых странах также были бы невозможны без использования пестицидов.

Риски при использовании пестицидов: опасности реальные и мнимые

Осознанно относясь к пестицидам, нельзя замалчивать и неблагоприятные последствия, связанные с их применением. Собственно говоря, мы должны вычислить «сальдо» из соотношения между их очевидной пользой и столь же очевидными рисками. Вот здесь-то и заключена суть конфликта между сторонниками и противниками использования пестицидов, так как пользу и вред обычно сравнивают с использованием разных «единиц измерения». Пользу обычно измеряют в экономических категориях, например в количестве или цене прибавки урожая, обусловленной пестицидами. В то же время когда говорят о потенциальном вреде, то упоминают обычно здоровье людей или загрязнение окружающей среды. Однако люди различаются по своим приоритетам. Невозможно сопоставлять количество денег и человеческую жизнь. Вероятно, наилучшим будет сосредоточить усилия на поиске решения, которое было бы благоразумным как в отношении воздействия на окружающую среду, так и реалистичным с экономической точки зрения.

Во всех развитых странах пестициды применяются после регистрации в соответствующих государственных органах. Также необходимо иметь лицензию для производства, хранения, продажи и применения пестицидов.

Пестициды по своей природе являются веществами, токсичными для живых существ, поэтому изначально они могут представлять собой угрозу. Риск от применения химических веществ является функцией их токсичности и длительности воздействия. Как говорили древние фармацевты, «яд делается дозой». Токсические вещества могут проникать в тело через кожу, рот, глаза или легкие. Выделяют два типа токсичности: острую токсичность, которая проявляется при кратковременном воздействии вещества, и хроническую токсичность, или эффект длительного действия вещества (до нескольких лет).

Для измерения острой токсичности используют величину ЛД50, то есть летальную дозу, необходимую для того, чтобы убить 50 % лабораторных животных, использованных в тесте по определению острой токсичности. Обычно ее выражают в миллиграммах вещества на килограмм веса тела животного. Чем меньше

ЛД50, тем более ядовитым является вещество. Нужно помнить, что практически любое вещество может быть токсичным при достаточно высоких дозах, например, обычная поваренная соль имеет величину ЛД50, равную примерно 3 г/кг тела. Для маленьких детей летальная доза поваренной соли составляет примерно две столовых ложки.

Хроническую токсичность определить сложнее, поскольку она зависит от природы проверяемого вещества, длительности экспозиции, дозы, особенностей жизненного стиля испытуемого организма и других факторов. Но именно хроническая токсичность пестицидов вызывает наибольшую озабоченность людей.

Общественное беспокойство относительно опасности хронической токсичности пестицидов усиливается по мере развития технологий. В 1950-х годах минимальное количество вещества, которое можно было определить аналитическими методами, составляло одну часть на миллион*; любой более низкий уровень определялся как нуль. В середине 1960-х уже определяли одну часть на миллиард, в середине 1970-х — одну часть на триллион; в настоящее время — одну часть на квадриллион (квадриллион — единица с 24 нулями). Истинный нуль в содержании каких-либо веществ становится все труднее найти.

Таким образом, с развитием аналитической техники после десятков лет применения пестицидов их можно обнаружить почти везде, где мы захотим их найти. Поэтому в настоящее время проблема состоит не в том, что их остаточное количество можно найти в пище, воздухе или воде, а в том, сколько их там содержится. Если мы можем найти пестицид в количестве, например, одной части на 1 000 000 000 000, то означает ли это, что его токсичность имеет какое-либо значение?

На основании данных по токсичности препарата соответствующие государственные органы устанавливают максимально допустимое количество препарата, которое может быть обнаружено в продуктах питания. Эти величины устанавливаются на основании данных по дозе препарата, которая в исследованиях не оказывает никакого видимого эффекта. Затем эта величина делится на 100, 1000 или другой делитель, в зависимости от количества продукта питания, которое в среднем потребляется в течение года или другого периода каждым жителем страны. Анализируется также скорость вывода или распада препарата в организме, токсичность продуктов его распада и другие необходимые показатели. На основании всех этих данных в конечном итоге и определяют предельно допустимую дозу.

Подобный подход используется во всех развитых странах, и он показал свою эффективность. В инструкции по применению пестицида приведены такие его дозы, которые гарантируют, что в собранном урожае его содержание не будет превышать предельно допустимого количества. В 1989 году Агентство по охране окружающей среды США провело масштабные исследования содержания различных пестицидов в 14 492 случайно выбранных образцах продуктов питания, продаваемых США и производящихся в 79 странах. В 50 % продуктов никаких количеств пестицидов не было выявлено вообще, и только менее 1 % образцов содержали отдельные пестициды в количестве, достигающем или слегка превышающем предельно допустимые дозы. На основании этих исследований был сделан вывод об отсутствии риска со стороны пестицидов при употреблении продуктов питания; говоря другими словами, жители США употребляют безопасную чистую продукцию.

Аналогичная ситуация с продуктами питания сложилась и в других развитых странах. В условиях высокопродуктивного интенсивного земледелия с использованием интегрированных систем защиты и необходимых количеств пестицидов при строгом контроле со стороны соответствующих государственных служб производители сельскохозяйственной продукции предлагают на рынок безвредную, если угодно, экологически чистую продукцию. Этот факт находит отражение и в средней продолжительности жизни жителей этих стран, которая намного превосходит соответствующий показатель для стран с экстенсивным сельским хозяйством, в которых пестициды не применятся или применяются в незначительном количестве (но при этом часто неправильно, с нарушением соответствующих норм безопасности).

Вопреки реальному состоянию дел, многие люди, называющие и считающие себя специалистами в области охраны окружающей среды, пытаются доказать вред пестицидов на основании сомнительной аргументации и ратуют за полное запрещение применения данных препаратов.

Например, расхожей является точка зрения, что пестициды приводят к росту числа онкологических заболеваний. Однако подтверждается ли это достоверными фактами? Ни в одном исследовании не была доказана связь между пестицидами и онкологическими заболеваниями; из того факта, что различные формы рака имеют различное распространение в разных странах, никак не следует, что это различие обусловлено пестицидами. В любом исследовании, в котором утверждается, что пестициды или другие химикаты вызывают заболевания, необходимо рассматривать и другие факторы, такие как возраст, наследственность, курение и т. д. При тщательном рассмотрении всегда оказывалось, что эти факторы имеют намного большее значение, чем химикаты. Однако сторонники запреще-

* В западной научной литературе концентрации веществ часто выражаются в частях на миллион.

ния пестицидов либо не имеют соответствующей информации, либо игнорируют ее.

При этом не принимается в расчет и такой факт, что более 99,9 % канцерогенных веществ, которые люди потребляют с пищей, являются природными продуктами (например, продуктами вторичного метаболизма растений). Многие из этих веществ имеют канцерогенную активность, намного превосходящую активность синтетических пестицидов. Брюс Эймс (Bruce Ames), профессор университета Беркли в Калифорнии и ведущий эксперт в области злокачественных новообразований, в этой связи заметил, что одна чашка кофе содержит столько же канцерогенов, сколько человек в среднем получает в течение года в виде остаточных количеств пестицидов при употреблении в пищу овощей и фруктов, выращенных при обычном интенсивном земледелии. При этом, как заметили коллеги, профессор Эймс продолжает пить кофе.

Что ожидает пестициды в будущем?

С учетом растущего населения нашей планеты и повышения уровня его урбанизации потребность в пестицидах будет только возрастать. Фермеры должны увеличивать урожай на остающейся постоянной или даже уменьшающейся площади пахотных земель. Бедные страны не смогут поддерживать растущую численность населения без контроля переносчиков заболеваний. Население развитых стран, привыкшее к высоким стандартам жизни, будет предъявлять требования относительно наличия изобилия высококачественных продуктов питания, отсутствия распространяемых переносчиками заболеваний и вряд ли откажется от потребности жить в домах, свободных от нежелательных животных.

В то же время потенциальная опасность пестицидов будет способствовать развитию научных исследований в направлении снижения рисков при их применении, совершенствования технологий применения и самих препаратов. Совершенствование методов интегрированной защиты растений приводит к все уменьшающимся объемам применения пестицидов, поскольку в рамках интегрированных систем защиты пестициды являются только одним инструментом из арсенала средств контроля вредных организмов, а весь арсенал включает генетические методы, биологический контроль и совершенствование агротехнической практики. Для примера на рисунке ниже приведено использование фунгицидов в США. Хорошо заметно почти трехкратное снижение количества применяемых фунгицидов за период с 1944 по 2002 гг.

Год	1944	1971	1997	2002
Кол-во фунгицидов (млн фунтов в год)	300	150	110	100

Однако интегрированные системы защиты не снимают потребности в пестицидах, по крайней мере в обозримом будущем. Несмотря на меняющееся общественное мнение, выигрыш при применении пестицидов очевиден. Они обеспечивают быстрое и эффективное снижение вреда, причиняемого возбудителями и переносчиками болезней растений, человека и животных. В условиях растущей численности человечества нельзя рисковать количеством или качеством производимого продовольствия, и для обеспечения людей продуктами питания необходимо использовать все инструменты, включая пестициды.

И ответ на вопрос, поставленный в заголовке этой статьи, наверное, должен звучать примерно так: пестициды не благо и не зло, они только лишь инструмент современного земледелия, который необходим, но требует осторожного обращения.

Тот факт, что люди получают травмы и погибают в автокатастрофах, а сами по себе машины производят вредные выхлопы, не привел к запрету на автомобильный транспорт. Гибель людей в авиакатастрофах не приводит к требованиям запретить авиационный транспорт. Такое же отношение в обществе должно сформироваться и касательно пестицидов.

Использованная и рекомендуемая литература

1. Защита растений от вредителей / Под ред. В. В. Исачева. — М.: Колос, 2002. — 472 с.

2. Интегрированная защита растений / Под ред. Ю. Н. Фадеева, К. В. Новожилова. — М.: Колос, 1981.

3. Каспаров В. А., Промоненков В. К. Применение пестицидов за рубежом. — М.: Агропромиздт, 1990. — 224 с.

4. Мельников Н. Н. Пестициды. Химия, технология и применение. — М.: Химия, 1987. — 712 с.

5. Baldwin B. C., Rathmell W. G. Evolution of concepts for chemical control of plant disease // Annu. Rev. Phytopathol. — 1988. –V.26. — P. 265–283.

6. Berry C. Pesticides are good for you // http://www.policynetwork.net/main/article.php?article_id=868&printer_friendly=1

7. Delaplane K. S. Pesticide usage in the United States: history, benefits, risks, and trends // Cooperative Extension Service/The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin 1121. Reprinted November, 2000.

8. Knight S. C., Anthony V. M., Brady A. M. et al. Rationale and perspectives on the development of fungicides // Annu. Rev. Phytopathol. — 1997. — V.35. — P. 349–372.

9. McSpadden Gardener B. B., Fravel D. R. Biological control of plant pathogens: research, commercialization, and application in the USA // © 2002 Plant Management Network. http://www.plantmanagementnetwork.org/php/

10. Morton V., Staub T. A short history of fungicides // http://www.apsnet.org/online/feature/fungi/