

9.1 Основные формы воздействия человека на плодовые растения

Человек как представитель гетеротрофного звена экосистем уже с незапамятных времен оказывал влияние на растительный покров. С развитием трудовой деятельности его влияние становится новым, мощным и весьма разнообразным фактором, действующим на среду обитания.

По А. П. Шенникову, основные типы воздействия человека на растения – это **прямое влияние** (например, обрезка деревьев, кольцевание, выкопка саженцев и др.) и **косвенное изменение** человеком природной среды обитания растений. Последнее может быть результатом непосредственного влияния на среду (орошение, загрязнение почвы и воздуха). Но и при прямых влияниях человека на растительность среда может изменяться через изменение растительности (например, при посадке новых видов). Таким образом, разграничение прямых и косвенных влияний человека на растения очень условно (Горышина, 1979).

В последние десятилетия чрезвычайно действенным фактором изменения среды для растений служат загрязнения воздуха, почвы и воды в результате производственной деятельности человека.

При работе промышленных предприятий и энергетических установок в воздух выбрасываются *огромные количества отходов в виде газов, пыли, жидких аэрозолей*. Их концентрация особенно велика в крупных промышленных центрах, а с воздушными потоками они проникают и в удаленные местности.

Среди веществ, загрязняющих воздух, весьма токсичны для растений продукты сгорания, содержащие серу, и прежде

всего диоксид серы (SO_2), который вызывает разрушение хлорофилла, недоразвитие пыльцевых зерен, нарушает функции сосудистой системы и т. д. Токсичны также соединения фтора (HF), оксиды азота и др. Вредные вещества проникают из воздуха в растения в результате газообмена, а также с дождем и при осаждении тумана и пыли на поверхности побегов. Токсическое действие зависит от концентрации вредного вещества и длительности его воздействия. Признаками повреждения могут быть: аккумуляция вредных веществ в растении, сдвиги pH на поверхности побегов и в тканях, пониженная или, наоборот, повышенная активность определенных ферментов, распад хлорофилла, депрессия фотосинтеза, изменения в белковом обмене и во вторичном метаболизме, нарушения роста и, наконец, изменения проницаемости и паралич замыкающих клеток.

У деревьев нарушается механизм всасывания воды и водный режим, листья опадают, верхушечные побеги засыхают. При менее сильном повреждении деревья не погибают, но их продуктивность и прирост заметно снижаются. Рост побегов замедляется, годовые кольца в древесине становятся заметно более узкими. Иногда физиологические повреждения не сопровождаются внешними изменениями, но обычно признаки поражения растений токсикантами выражаются в некрозе края листа, побурении листьев, уродливых формах роста («смятые» листья и т. д.), скручивании, «ожогах». У пораженных токсикантами растений снижается общая устойчивость к засухе, холоду, вредителям.

Разные виды растений неодинаково чувствительны к вредным газам. Например, к фтористому водороду очень чувствительна слива, а к оксидам азота – земляника (Горышина, 1979; Кирюшин, 1996).

Наиболее вероятные и опасные загрязнители окружающей среды *«тяжелые металлы»*. К ним относятся более 40 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева, масса атомов которых составляет свыше 50 атомных

единиц. Уместно отметить, что «тяжелые металлы» и «микроэлементы» во многом совпадают. Однако, если речь идет о повышенных концентрациях элементов (кадмия, свинца, цинка, меди и др.), применяют термин «тяжелые металлы». Эти металлы, широко используемые в промышленности и транспорте, попадают с отходами или выбросами в окружающую среду.

Основное количество металлов (более 95 %) от предприятий поступает в почву в виде техногенной пыли.

Вблизи крупных автодорог весьма ощутимо влияние на растения соединений свинца, поступающих в воздух и в почву с выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания (в бензин добавляют антидетонатор – тетраэтилсвинец, повышающий октановое число).

Часть соединений свинца оседает на поверхности листьев. Значительная его доля задерживается в тканях растений. В многочисленных исследованиях установлено повышенное содержание свинца в растениях и почве на расстоянии до 50 м в сторону от автодорог.

Ввиду высокой токсичности даже небольшой уровень загрязнения продукции свинцом представляет опасность для здоровья человека.

Между тем исследования, проведенные в придорожных яблоневых садах, показали, что свинец накапливается главным образом в листьях яблони.

Несколько повышенный уровень содержания свинца в плодах обнаружили только на очень близком расстоянии от дороги (8 м) (Глуховский, Сергеев, Ежов, 1994).

В результате многолетнего применения медьсодержащих пестицидов (фунгицидов) в почве плодовых насаждений резко возрастает концентрация меди. Значительное количество меди, цинка и свинца содержится и в минеральных удобрениях (таблица 12).

Повышение содержания тяжелых металлов в почве приводит к угнетению жизненных функций и снижению продуктивности растений яблони (Дорошенко, 2000). Более того, в

разных областях России отмечается интенсивное накопление тяжелых металлов в плодах яблони (Ерин, 1994).

Таблица 12 – Содержание тяжелых металлов в минеральных удобрениях, мг/кг (по Державину)

Тяжелые металлы	Удобрения		
	азотные	фосфорные	калийные
Свинец	174,4	138,1	196,5
Медь	201,9	1555,1	186,4
Цинк	186,4	1230,1	182,3
Кадмий	1,3	2,6	0,6
Ртуть	0,4	4,6	0,7

Дело осложняется еще и тем, что высшие растения могут без каких-либо визуальных признаков содержать опасные для человека количества тяжелых металлов.

Нами установлен следующий характер распределения ионов Cu^{2+} в органах и тканях надземной части растений яблони при повышении содержания элемента в почве: ткани приростов прошлых лет > ткани приростов текущего года > листья > плоды. Причем наиболее резкое снижение концентрации меди отмечено на границе «листья-плоды» (Дорошенко, 2000). Сделано заключение о существовании у растений яблони «барьеров», препятствующих транспорту избытка элемента к жизненно важным органам и структурам. Установлено, что у ореха грецкого значительную роль играют «барьеры» на границах: экзо-, эндодерма и эндодерма-семя (Глуховский, Сергеев, Ежов, 1994).

К источникам загрязнения окружающей среды относятся и *пестициды*.

Особое место среди них занимают химические средства защиты плодовых растений от вредителей и болезней.

Следует упомянуть и о таком химическом агенте, как гербициды. Действие гербицидов на растение многогранно: в малых дозах они оказывают стимулирующее влияние (усиливается рост, плодоношение, накопление витаминов, белков), в

больших – усиливают дыхание и приводят к расстройством обмена веществ. Следует также иметь в виду, что все гербициды со временем распадаются, и продукты их распада, вступая в реакции с другими веществами, могут образовывать не безвредные соединения. Через растения гербициды и их производные включаются в пищевые цепи, которые могут доходить до человека.

Случаи злонамеренного и варварского применения гербицидов и дефолиантов (веществ, вызывающих сбрасывание листьев) с целью уничтожения растений имели место во время войны, проводившейся США во Вьетнаме. С 1961 г. в течение нескольких лет этими веществами было обработано более 2 млн га (20 %) лесов Южного Вьетнама, в результате чего погибли или необратимо пострадали огромные лесные массивы (главным образом, джунгли и манговые леса) (Горышина, 1979).

В настоящее время химизация сельского хозяйства достигла такого уровня, когда на каждого человека в среднем приходится более 1 кг пестицидов. Вместе с тем, как утверждают некоторые исследователи, многократное применение широкого спектра химических средств не приводит к адекватному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Более того, значительная часть применяемых препаратов теряется в ущерб урожаю, загрязняя воздух, воду, и почву.

Интересна деталь. В хозяйствах центральной и черноморской зон Краснодарского края с 1970 г. не применяется хлорорганический препарат ДДТ. Однако до сих пор остатки этого соединения обнаруживаются в почве. Наличие ДДТ и его метаболитов в контроле свидетельствует о сохраняемости препаратов на протяжении многих лет. Уместно отметить также, что в 12 хозяйствах Краснодарского края на 96 % территории в почве обнаружены остатки пестицидов (Глуховский, Сергеев, Ежов, 1994). Очевидно, специалистам следует обратить на эти факты пристальное внимание.

Один из источников загрязнения окружающей *среды-удобрения*.

В данном случае ухудшение экологической ситуации может быть связано с потерями удобрений при транспортировке, производстве, а также с неправильным их хранением и применением.

Доказано, что избыточное внесение *азотных удобрений* приводит к негативным последствиям: накоплению значительных количеств *нитратов* в продукции, загрязнению ими природных водных источников, увеличению потерь и снижению экономической эффективности внесенного азота. Более того, нитриты образующиеся из нитратов, вызывают разрушение гемоглобина крови, обладают канцерогенным, мутагенным и эмбриотоксическим действием.

Уровень накопления нитратов в плодах определяется действием многих факторов, среди которых сорт (подвой), возраст растений, световой, тепловой и водный режимы, обеспеченность растительного организма другими элементами питания. Причем каждый из этих факторов может оказывать существенное влияние на концентрацию нитратов в органах и тканях растений. Например, при снижении освещенности содержание нитратов в растении может возрасти до 10 раз.

Элементы – загрязнители попадают в почву при использовании для орошения сточных вод, а также отходов промышленности и оказывают негативное влияние на растение. Говоря о косвенном изменении человеком природной среды обитания растений, нельзя не обсудить еще одного аспекта этой проблемы – возможных последствий радиоактивного загрязнения почвы, воды и воздуха. Естественными источниками ионизирующего (или, как его стали называть по имени одного из элементов, радиоактивного) излучения служат космическое излучение и излучение элементов *радионуклидов (радиоактивных веществ – РВ)*: изотопов урана, радия, тория, калия (^{40}K) и продуктов их распада, а также природных изотопов некоторых других элементов. В последние десятилетия на земном шаре появились *РВ искусственного происхождения*. Их источники – радиоактивные отходы предприятий, атомных

электростанций, судовых и ракетных установок, научно-исследовательских и медицинских учреждений и др. При нарушении правил обращения с РВ и тем более при аварийных ситуациях возможно их проникновение в атмосферу, воду и почву. Радионуклиды перемещаются, накапливаются, проникают в биосферу и в биологические круговороты.

Наземная растительность – первый экран, задерживающий выпадающие из атмосферы радионуклиды. Другой источник поступления РВ в растения – поглощение их из почвы в случае проникновения РВ в почву из воздуха и при переносе их грунтовыми водами из мест захоронения радиоактивных отходов.

Поглощенные растениями радионуклиды сравнительно медленно выводятся из растительных тканей.

Действию ионизирующих излучений в наибольшей степени подвержен хромосомный аппарат ядра: при «остром» облучении (600–6000 р) происходит поломка хромосом, ведущая к нарушению управления обменом веществ и формообразовательных процессов. У растений очень чувствительны быстро делящиеся и наименее дифференцированные клетки верхушечных меристем, где под влиянием облучения нарушаются процессы митоза, останавливается деление. В результате в первую очередь отмирают верхушечные почки, что иногда приводит к усилению роста боковых побегов, ненормальному ветвлению (образованию «ведьминых метел») и уродливым формам роста. Нередко отмечается утолщение листьев, образование опухолей.

Более высокие дозы облучения вызывают замедление роста и развития, стерильность растений и, наконец, их гибель.

В небольших дозах (от десятков до нескольких сотен рентген) ионизирующая радиация оказывает на некоторые виды растений стимулирующее действие. Так, умеренное облучение деревьев увеличивает их прирост.

Необходимо отметить, что лиственные древесные породы довольно устойчивы к облучению, поскольку их кроны

задерживают меньше РВ (особенно в необлиственном состоянии), а значительная часть РВ удаляется при осеннем листопаде.

Еще менее чувствительны к радиационным воздействиям многие травянистые растения.

Результат действия радиоактивности на растения в большой степени зависит от общего экологического фона. Если облучение происходит на фоне сильной засухи, высокой температуры и прочих экстремальных влияний, то гибель растения возможна при дозах радиации, не достигающих летальных величин. Этим объясняется кажущееся уменьшение радиоустойчивости в природных условиях по сравнению с лабораторными опытами, где все остальные условия обычно близки к оптимуму.

Особого внимания заслуживает проблема накопления радионуклидов на поверхности и в теле растений до концентраций, вредных для человека, и включения их в цепи питания, ведущие к человеку (Горышина, 1979).

9.2 Охрана окружающей среды в плодоводстве

Экологическая охрана среды обитания, особенно среды производства ценной (питательной и лечебной) продукции плодовых культур, является по своей сути охраной здоровья и жизни людей. Совершенно очевидно, что решение этой сложной и ответственной задачи в первую очередь связано со снижением химического пресса, остро ощущаемого в различных отраслях сельского хозяйства, в том числе плодоводстве.

В этой связи необходим более тщательный подход к разработке рекомендаций по применению пестицидов, введение строжайшего контроля за содержанием этих соединений и продуктов их распада в сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время уже доказана возможность снижения загрязнения окружающей среды пестицидами за счет внедрения устойчивых к болезням сортов (например, сортов яблони отечественной и зарубежной селекции Имрус, Аленушкино,

Слава победителям, Прима, Флорина и т. д.), а также постепенного увеличения доли биологических средств в защите садов от вредителей. В последние годы опубликованы серьезные учебники и методические рекомендации по биологической защите плодовых растений. Предложены, например, приемы максимального использования природных врагов вредных организмов, а также физиологически активные вещества природного происхождения (антибиотики) и др.

Мы полагаем, что работы в этом направлении будут способствовать получению стабильных и достаточно высоких урожаев экологически чистых плодов в различных регионах России.

В результате многолетних исследований нами установлено, что при правильном выборе доз минеральных (и особенно азотных) удобрений с учетом биологической потребности в них возделываемых привойно-подвойных комбинаций можно обеспечить не только охрану окружающей среды, но и получение высоких урожаев плодов хорошего качества.

В литературе последних лет отмечена необходимость поиска путей устранения угрозы загрязнения продукции сельского хозяйства вредными веществами. Наиболее перспективен с этой точки зрения подбор сортов и подвоев плодовых культур, обладающих повышенной устойчивостью к избытку тяжелых металлов (Косицын и др., 1983). По нашим данным, достаточно устойчивы к токсическому действию тяжелых металлов (например, меди) сорта яблони Зимнее МОСВИР, Ай-доред, Корей, привитые на подвое ММ106. Подвой ММ106 более устойчив к неблагоприятному фактору, чем М9 (Дорошенко, Кондратенко, 1998). Агротехнические приемы – известкование кислых почв, оптимизация минерального питания плодовых культур, внесение органических удобрений – также существенно снижают возможность поступления металлов в растения (Глуховский, Сергеев, Ежов, 1994).

Для предотвращения употребления в пищу плодов с избыточным количеством нитратов, тяжелых металлов, а также

с остаточным количеством пестицидов и продуктов их распада во многих странах, в том числе и в России, введены ограничения на содержание этих веществ.

Например, допустимый уровень содержания нитратов в яблоках и грушах – 60 мг/кг. На современном этапе важно организовать глобальный мониторинг, охватывающий весь спектр природных объектов; проводить дальнейшее изучение теоретических основ питания плодовых растений, гигиенических аспектов негативного действия загрязнителей. Это позволит своевременно и эффективно контролировать состояние окружающей среды.