

Министерство сельского хозяйства РФ  
Департамент научно-технологической политики и образования  
ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия»  
Институт повышения квалификации кадров агробизнеса

---

---

**Ториков В.Е., Мельникова О.В.,  
Малявко Г.П. Волков А.В.**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**  
для слушателей системы профессиональной переподготовки  
и повышения квалификации руководителей и специалистов АПК  
по направлениям учебных программ «Агроэкология»,  
«Устойчивое развитие сельских территорий»,  
«Организация и функционирование крестьянских (фермерских) хозяйств»

Брянск – 2012

УДК 631.95 (075.8)

ББК 40.1

Т 59

**Ториков В.Е. Экологическая безопасность продукции растениеводства / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, Г.П. Малявко, А.В. Волков. – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2012. – 98 с.**

Рассмотрены и описаны основные загрязнители агросферы: пестициды, тяжёлые металлы, радионуклиды, возбудители инфекционных болезней.

Приведены мероприятия, способствующие производству экологически безопасной продукции растениеводства. Особое внимание уделено использованию биогумуса, копролита, вермикомпоста. Рассмотрены средства защиты сельскохозяйственных культур, стандартизация, сертификация и контроль качества продукции растениеводства.

Предназначено для руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий, работников органов управления АПК, глав КФХ, научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов аграрных вузов и колледжей.

Рецензенты:

доцент кафедры экологии и рационального природопользования Брянского государственного университета, кандидат с.-х. наук Н.А. Сковородникова

профессор кафедры биологии, кормопроизводства, селекции и семеноводства, доктор с.-х. наук А.В. Дронов

*Рекомендовано к изданию кафедрой растениеводства и общего земледелия ФГБОУ ВПО «Брянская государственная сельскохозяйственная академия» 28 февраля 2012 года, протокол № 7.*

© Брянская ГСХА, 2012

© В.Е. Ториков, 2012

© О.В. Мельникова, 2012

© Г.П. Малявко, 2012

© А.В. Волков, 2012

## ВВЕДЕНИЕ

В XX в. резко возросла антропогенная нагрузка на окружающую среду, возникла реальная опасность для цивилизации в результате бурного развития промышленности, энергетики, транспорта и химизации сельского хозяйства, возросла интенсивность техногенных выбросов в окружающую среду.

В сельском хозяйстве и лесоводстве для уничтожения вредителей применяют ядохимикаты, воздействующие не только на вредителей растений, но и на естественных врагов этих вредителей.

Результатом широкого использования искусственных химических веществ без должного контроля и учёта их биологических эффектов стали следующие тяжелейшие и не всегда обратимые последствия:

- накопление вредных для человека веществ в почве, пищевых продуктах, лекарственных и кормовых растениях;
- уменьшение площади функционально полезных плодородных почв, лесных массивов, сенокосных и пастбищных угодий;
- нарушение биологических взаимоотношений между обитателями почвы, воды и других объектов;
- сокращение и гибель ценнейших дикорастущих продовольственных и лекарственных культур, водорослей и других природных пищевых и лекарственных субстратов, сокращение численности и гибель редких и весьма полезных обитателей планеты – насекомых, рыб, птиц, животных;
- снижение активности и сокращение продолжительности жизни человека, изменение потенциального генофонда вследствие мутаций.

Постоянно возрастающие масштабы эрозии почвы, уменьшение видового разнообразия фауны и флоры, унификация агроландшафтов и загрязнение окружающей среды пестицидами, нитратами, тяжёлыми металлами обусловлены сельскохозяйственной деятельностью.

Известно, что в сбалансированных агроэкосистемах не должны накапливаться отходы до уровня, при котором механизмы их самоочищения не смогут обеспечить очистку среды. Неразложившиеся вещества накапливаются в окружающей среде и нарушают жизнедеятельность живой системы, а при высоких нагрузках загрязнителей не исключается её гибель.

Вследствие непомерной техногенной нагрузки и активной антропогенной деятельности в России происходят серьёзные изменения в экологической ситуации. Почвенный покров утрачивает экологическую устойчивость, значительные территории деградируют от эрозии, засоления, заболачивания, превращаются в пустыни. Примерно 64% пашни подвержено водной и ветровой эрозии. Ежегодно на 0,4-0,5 млн. га возрастает площадь эродированных земель, а потери плодородной почвы достигают 1,5% млрд. т.

Сокращение площади земельных угодий и их загрязнение, а также уменьшение плодородия почвы явилось не только причиной снижения производства сельскохозяйственной продукции, но и отразилось на качестве продуктов питания. Эти проблемы стали актуальными еще в начале XX в., но особенно обострились в 80-е годы в результате загрязнения окружающей среды токсическими веществами, образования в воздухе, почве и воде новых, часто трудно идентифицируемых соединений с высокой мигрирующей способностью.

Агросфере угрожают супертоксики (диоксины, дибензофураны, нитрозосоединения, микотоксины), пестициды, тяжёлые металлы и другие загрязнители.

В России около 15% территории относится к зоне экологического неблагополучия.

Наиболее объективным критерием, по которому можно отличить благополучную местность от территории экологического кризиса, является здоровье человека. Территория, где увеличивается заболеваемость, считается зоной экологического неблагополучия и зоной бедствия при увеличении смертности.

Полноценное питание людей в условиях загрязнения биосферы зависит не только от количества потребляемых продуктов, но и в значительной степени от их качества. Под качеством пищевых продуктов понимают совокупность их свойств, обеспечивающих физиологические потребности организма человека в пищевых веществах, органолептические показатели продукта, безопасность его для здоровья потребителя, стабильность состава и сохранение потребительских свойств. Следовательно, это понятие определяет пригодность продуктов для употребления в необходимом количестве использование которых не может отрицательно влиять на здоровье человека.

## ОСНОВНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ АГРОСФЕРЫ

Основные загрязнители агросферы, влияющие на качество продовольственного сырья и получаемые из него продукты, рассматривают с точки зрения их химической и биологической природы. Ниже они представлены по степени убывания экологической опасности.

### **Химические загрязнители.**

*Металлы:* ртуть, свинец, кадмий, сурьма, мышьяк, хром, кобальт, никель, олово.

*Пестициды, метаболиты и продукты их деградации.*

*Радионуклиды:*  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ .

*Азотные соединения:* полинитраты, нитриты, нитрозоамины.

*Полициклические ароматические углеводороды, полигалогенные дифенилы и терфенилы* (включая полихлорированные дифенилы).

### **Биологические загрязнители.**

*Микотоксины:* афлатоксины B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, охратоксин А, патулин, стеригматоцистин, трихотeciны (Т-2 токсин, НТ-2 токсин, диацетоксискиренол, дезоксиниваленол), цитринин, зеараленон.

*Бактерии и бактериальные токсины:* *Bacillus cereus*, токсин *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, сальмонеллы, шигеллы, энтеротоксины стафилококковые, *Vibrio parahemolyticus*.

*Паразиты:* *Cysticercus bovis*, *Echinococcus granulosus*, *Fasciola hepatica*, *Fasciola gigantica*, *Paragonimus Westernomi*, *Taenia saginata*, *Taenia solium*, *Trichinella spiralis*.

*Вирусы, стимуляторы роста животных, антибиотики.*

Наибольшую опасность для природной среды, здоровья людей и животных представляют пестициды, соли тяжёлых металлов, радионуклиды, нитраты, нитриты, нитрозоамины и токсины, продуцируемые грибами и бактериями.

Такие загрязнители, накапливаясь постепенно в живых организмах, способны длительное время воздействовать на них.

## ПЕСТИЦИДЫ

Пестициды применяют для борьбы с разными вредными организмами. В зависимости от действия на те или иные виды организмов их классифицируют следующим образом: *инсектициды* – для борьбы с вредными насекомыми; *акарициды* – с клещами; *гербициды* – с сорными растениями; *фунгициды* – с грибными болезнями растений и различными грибами; *зооциды* – с вредными позвоночными; *родентициды* – с грызунами; *бактерициды* – с бактериями и бактериальными болезнями растений; *алгициды* – для уничтожения водорослей и сорной растительности в водоёмах и др.

Пестициды представляют угрозу не только перечисленным организмам, но и людям (схема). Поэтому их часто называют биоцидами (т.е. действующими на различные формы организмов).

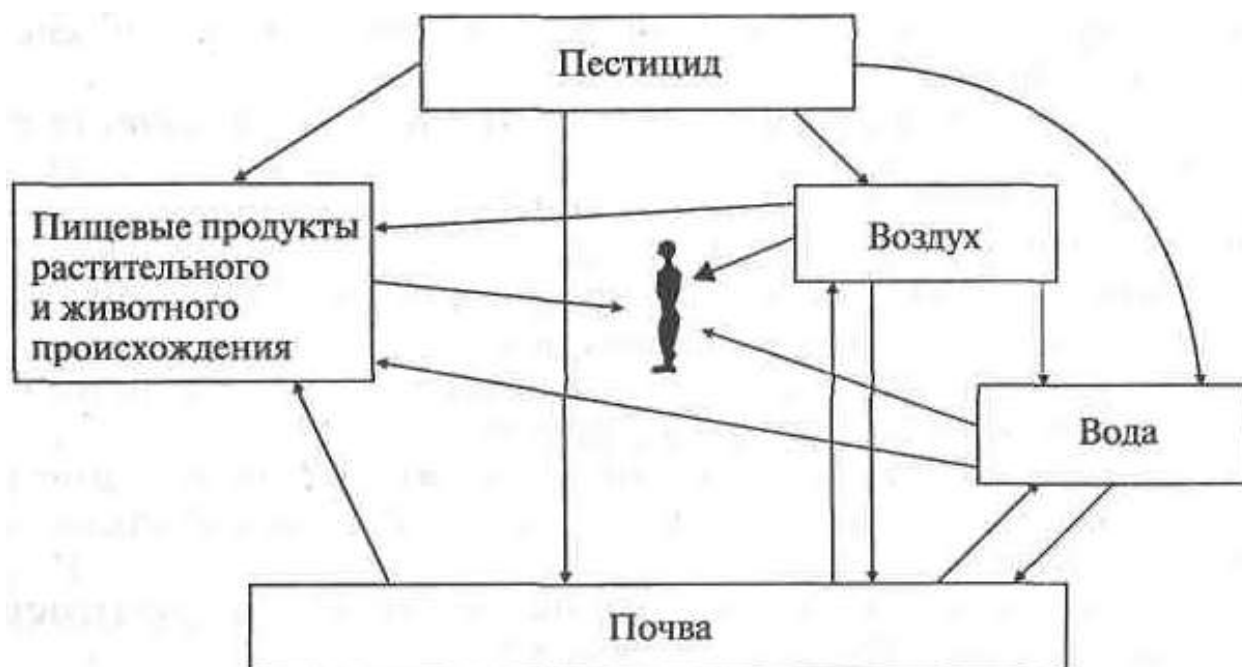


Схема. Поступление пестицидов в организм человека.

По массе использования пестицидов во всём мире на первом месте стоят гербициды (50-55%), затем фунгициды (35-38%), дефолианты (8-10%), инсектициды (5-8%), остальные пестициды в сумме составляют 2-3%.

Сельскохозяйственное сырьё и продукты питания загрязняются пестицидами прямым и косвенным путями.

***К прямым путям относится обработка:***

- различных сельскохозяйственных культур для защиты от вредных насекомых, возбудителей заболеваний, сорной растительности;
- домашних животных, птиц в целях защиты от эктопаразитов (подкожный овод, блохи, вши, слепни и др.);
- хранящегося продовольственного и фуражного зерна, продуктов его переработки и других запасов продовольствия для защиты от амбарных вредителей;
- транспортируемых продуктов питания и сельскохозяйственного сырья.

***Косвенные пути загрязнения продуктов пестицидами:***

- транслокация в растения из почвы;
- загрязнение растений аэрогенным путём при рыхлении почвы либо в результате возгонки пестицидов;
- использование загрязненной пестицидами воды для повторных обработок растений и поения животных;
- скармливание сельскохозяйственным животным и птице кормов, содержащих остаточные количества химических средств защиты растений;
- обработка пестицидами лесных насаждений, где произрастают грибы, ягоды, обитает промысловая дичь;
- миграция пестицидов по пищевым цепям: растения → пчёлы → человек, растения → животные → человек, вода → водные организмы → рыба → животные → человек.

Всего насчитывается более 1000 химических соединений, на основе которых выпускают десятки тысяч препаративных форм пестицидов.

***Применяемые в настоящее время пестициды классифицируют по составу и химическим свойствам:***

- хлорорганические пестициды ХОП – галоидопроизводные полициклических и ароматических углеводородов, углеводородов алифатического ряда;
- фосфорорганические пестициды ФОП – сложные эфиры фосфорных кислот; карбаматы – производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот;
- азотсодержащие пестициды – производные мочевины, гуанидина, фенола.

Наиболее стойкими и одновременно обладающими чётко выраженными кумулятивными свойствами являются хлорорганические пестициды, для которых наиболее характерно концентрирование в последующих звеньях пищевых цепей.

Особенностью пестицидов является не только многократное накопление их в биосистемах по мере передвижения по трофическим цепочкам, но и трансформация. При этом происходит не только детоксикация их, но и образование высокотоксичных веществ. В табл. 1 приведена характеристика пестицидов по токсичности.

Таблица 1

Группа токсичности, характеристика токсичности, ЛД <sub>50</sub> мг/кг	Препараты
Сильнодействующие вещества, ЛД <sub>50</sub> , меньше 50	Гранозан, крысид, фосцид цинка, оксаметил, хлор-смесь
Высокоядовитые вещества, ЛД <sub>50</sub> , 50-200	Бромистый метил, гексахлорбутадиен, гептахлор, ДНОК, дихлорэтан (и его кубовые остатки), зоокумарин, гамма-изомер ГХЦГ, метафос, метилмеркаптофос, пентофлорфенолят натрия, пентахлорнитробензол, ратиндан, фентиурам, фенкаптон
Среднеядовитые вещества, ЛД <sub>50</sub> , 200-1000	Алипур, бутифос, все препараты ГХЦГ, препарат ДДТ, 2,4-Д (все формы), хлорная известь, карбатион, карбин, карбофос, кельтан, медный купорос, сернокислая медь, метилацетофос, метилнитрофос, милон, нитрафен, полихлоркамфен, препараты полихлорпилена, полихлорбутан-80, реглон, сайфос, севин, тиазон, фосфамид, цианамид кальция, формалин, хлор-ИФК, ИФК
Малоядовитые вещества, ЛД <sub>50</sub> , свыше 1000	Атразин, бордоская жидкость, гексахлорбензол, далапон, диурон, дихлоральмочевина, каратан, железный купорос, монурон, поликарбацин, пирамин, пропазин, прометрин пропанид, препараты серы, симазин, сульфат аммония, тедион, трихлорацетат натрия, фигон, хлорат магния, цинебэптам.

Мерой токсичности пестицидов является их доза, способная вызвать летальный исход (табл. 2).



Таблица 2

Пестицид	Летальная доза ЛД <sub>50</sub> мг/кг	
	для крыс	для рыб
<b>Хлорорганические пестициды (инсектициды)</b>		
Альдрин	40-70	0,005-0,008
ГХЦГ	25-500	0,03-0,06
Гептахлор	500	0,008-0,019
ДДТ	300	0,002-0,02
Дильдрин	40-90	0,005-0,05
Метоксихлор	6400	0,04
Токсафен	45-90	0,002-0,004
Хлордан	450-600	0,02
Эдосульфат	30-75	0,002
Эндрин	7,5-17	0,0008
<b>Фосфорорганические инсектициды</b>		
Базудин	75-130	0,02
Метафон	35	3
Дихлорофос	23-87	1000
Карбофос	1400	0,1
Фонофос	12	0,1
Хлоринрифос	130-160	0,1-0,4
Фосфамид	20	20-600
Фозалон	80-100	12
Тиофос	6-50	–
Хлорофос	200-1200	5-20
Этион	20-200	–
<b>Сим-триазиновые гербициды</b>		
Атразин	1500-3300	4,5-6
Метрибузин	220	80
Прометон	3000	10-20
Прометрин	1800-5500	5-7
Пропазин	5000	–
Симазин	1300-4000	40-50
Цианазин	180	10
<b>Пестициды на основе соединений органических кислот</b>		
Диурон	3400	1-60
Дифенамид	2500	–
2,4-Д (все производные)	500-1500	2,5
Карбофуран	8-14	0,28
Линурон	2100-2400	3-4
Ялан (ордрам)	500-750	0,2
Пропанид	130-250	0,35-0,55
Пропахлор	300-700	13
Севин	300-800	2,4
Трифлуралин	3500-5000	0,012-0,07
2,4.5Т	500	350
Фенак	570	–
Фенорам	1500-3700	20

По степени комплексного воздействия на организм пестициды разделены на четыре класса:

I – чрезвычайно опасные;

II – высокоопасные;

III – умеренно опасные;

IV – малоопасные.

Большинство пестицидов – кумулятивные яды. Они медленно разрушаются, стойкие в природных комплексах. Например, у ДДТ три периода полураспада, каждый около 20 лет.

К нестойким соединениям пестицидов относятся синтетические органические вещества. Они разлагаются в природной среде на неядовитые продукты в течение нескольких дней или недель, но по токсичности многие из них превосходят ДДТ. При использовании таких препаратов в большинстве случаев погибают птицы и насекомые, питающиеся растительной пищей. В водоёмах резко увеличивается масса фитопланктона, гибнут в почве хищные популяции паразитов, поэтому возрастает численность популяций почвенных вредителей.

Полезные насекомые (например, пчёлы), как правило, менее стойки к пестицидам, чем вредные. Устойчивость насекомых к нестойким пестицидам вырабатывается также быстро, как и к стойким. Однако первые из них по-разному токсичны, что зависит от дозы и времени применения.

Пестициды испаряются и переносятся на большие расстояния. Ими загрязняются поверхностные и грунтовые воды. Однако даже самые вредные из них были запрещены лишь спустя десятки лет после широкого применения. Отравление пестицидами зависит, как правило, от особенностей их применения:

- преднамеренное многократное внесение пестицидов на больших территориях;

- высокая токсичность многих препаратов, связанная с их главным назначением – уничтожением определенных видов вредных биоорганизмов и с трудностями подбора избирательно действующих веществ, уничтожающих вредные виды при сохранении полезных;

- постоянное увеличение в мире масштабов применения и обновление ассортимента пестицидов, предназначенных для борьбы с новыми видами вредителей, болезней и сорняков;

○ возникновение устойчивости вредных организмов при длительном применении препаратов и повышение доз внесения пестицидов.

В табл. 3 приведены пестициды запрещённые к применению.

Таблица 3

Пестицид	Физико-химические свойства при хранении
Фталан	При наличии 1% воды гидролизуется с выделением хлористого водорода. Разложение происходит и в присутствии щелочей
Цианамид кальция	При увлажнении выделяется сильно ядовитый цианистый водород
Цинеб	При увлажнении, на свету или при хранении в кучах выделяется сероуглерод, у которого температура воспламенения 43°C
Цирам	Кислоты (серная, ортофосфорная), а также гидроксиды (при нагревании) полностью разрушают препарат с выделением сероуглерода и сероводорода

Без обработки сельскохозяйственных культур пестицидами значительно увеличиваются потери урожая (табл. 4).

Таблица 4

Культура	Потери урожая, % от			
	вредителей	болезней	сорняков	всего
Пшеница	5,0	9,1	9,8	23,9
Кукуруза	12,4	9,4	13,0	34,8
Просо, сорго	9,6	10,6	17,8	38,0
Соя	4,5	11,1	13,5	29,1
Картофель	6,5	21,8	4,0	32,3

Из приведенных данных следует, что наиболее высокие потери урожая (38%) в мире наблюдаются при производстве проса и сорго. Потери от вредителей, болезней растений и сорняков оцениваются в мире в 75 млрд. долл. в год.

Следует отметить, что при использовании пестицидов с увеличением производства растениеводческой продукции появились насекомые, не оказывавшие вредного влияния на растения и не представлявшие большой опасности для них, а также редкие сорняки.

При использовании пестицидов в теплицах у работников через 5 лет возникают необратимые болезни, а через 10 лет работы в таких условиях они приобретают инвалидность. При уничтожении вредных организмов пестицидами почти всегда гибнут и полезные. Пестициды подавляют биологическую активность почвы, являются мутагенами, ухудшают качество растениеводческой и животноводческой продукции, отрицательно влияют на здоровье людей. На земном шаре прямое отравление пестицидами каждый год поражает 2 млн. га и уносит до 50 тыс. жителей.

В США обрабатывают пестицидами 61% сельскохозяйственных земель, в России – 42%, при этом в Америке на половине обрабатываемых земель выращивают только технические культуры.

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве, в качестве альтернативы предлагаются трансгенные растения.

## **ТЯЖЁЛЫЕ МЕТАЛЛЫ**

Качество и экологическая безопасность растениеводческой и животноводческой продукции зависят от содержания в них тяжёлых металлов.

В группу тяжёлых металлов входят свыше 40 химических элементов (ртуть, свинец, олово, кадмий, медь, кобальт, марганец, хром, цинк, никель, селен, молибден и др.), имеющих плотность не менее 5 г/см<sup>3</sup> или атомную массу больше 50 единиц. Вместе с тем следует отметить, что ряд элементов из этой группы (медь, цинк, кобальт, марганец, железо, молибден и др.) является составной частью ферментных систем и участвует в жизненно важных процессах организма. Недостаток или отсутствие их опасно, так как они являются незаменимыми элементами для живых организмов. В малых количествах их используют в качестве удобрения сельскохозяйственных культур и минеральных подкормок, в рационах животных. Тяжёлыми металлами их называют в случае высоких концентраций.

Функции некоторых химических элементов в ценозах приведены в таблице 5.

Таблица 5

Элементы	Функции
Хром	В животных организмах кофактор инсулина (глюкозный фактор толерантности)
Кобальт	В составе витамина В <sub>12</sub> , необходим для метилирования, фиксации азота в сине-зеленых водорослях
Никель	Содержится в уреазе, стабилизирует структуру РНК, ДНК и структуру рибосом
Молибден	В составе нитратредуктазы, альдегидоксидазы, антагонист меди
Медь	Содержится в окислительно - восстановительных системах хлоропластов (пластоцианин), в аскорбат- и полифенолоксидазе, участвующих в метаболизме фенольных соединений, переносчик О <sub>2</sub> в реакциях сшивания коллагена и в образовании пигментов
Цинк	Входит в состав 70 цинкосодержащих ферментов, включая карбоангидразу, дегидрогеназу, щелочную фосфатазу, участвует в усвоении силикатов, метаболизме нуклеиновых кислот и клеточном делении
Марганец	Окислительно-восстановительные реакции, фотосистема-2 в фотосинтезе, метаболизм жиров в диатомеях, синтез мукополисахаридов в хрящах
Ванадий	Фиксация азота, окислительно - восстановительный катализ в превращениях эфиров, метаболизм железа
Железо	Обратимые реакции 2- и 3-валентного железа, фундаментальные для многих процессов. Метаболизм кислорода в концевых оксидазах необходим для синтеза порфина в гемоглобине, миоглобине

Токсичность указанных элементов может быть обусловлена анионами, катионами или физико-химическими свойствами их солей.

По степени опасности тяжёлые металлы разделяют на три класса.

I класс – высокоопасные	II класс – среднеопасные	III класс – малоопасные
Ртуть	Бор	Барий
Мышьяк	Кобальт	Ванадий
Кадмий	Никель	Марганец
Свинец	Молибден	Вольфрам
Селен	Сурьма	Стронций
Цинк	Хром	

Разные организмы проявляют разную чувствительность к ним. Степень токсичности тяжёлых металлов приведена ниже.

Организм	Ряд токсичности
Водоросли	Hg > Cu > Cd > Fe > Cr > Zn > Co > Mn
Грибы	Ag > Hg > Cu > Cd > Cr > Ni > Pb > Co > Zn > Fe
Цветущие растения	Hg > Pb > Cu > Cd > Cr > Ni > Zn
Рыбы	Ag > Hg > Cu > Pb > Cd > Al > Zn > Ni > Cr > Co > Mn > Sr
Млекопитающие	Ag > Hg > Cd > Cu, Pb, Co, Zn, Be > Mn, Zn, Ni, Fe, Cr > Sr > Cs, Zn, Al

Токсичное действие тяжёлых металлов может быть прямым и косвенным. В первом случае блокируются ферменты, что приводит к уменьшению либо к прекращению их каталитического действия.

Косвенное влияние тяжёлых металлов на организм проявляется в переводе питательных веществ в недоступное состояние и создании «голодной» среды.

Наиболее опасными считаются подвижные формы тяжёлых металлов в почве, что в значительной степени зависит от почвенно-экологических факторов (содержание органического вещества, кислотность и плотность почв, окислительно-восстановительные условия и т. д.).

Восемь металлов – ртуть (Hg), кадмий (Cd), свинец (Pb), мышьяк (As), стронций (Sr), медь (Cu), цинк (Zn), железо (Fe) – объединённая комиссия ФАО и ВОЗ включила в число тех компонентов, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания (1985 г.). В РФ подлежат контролю ещё 6 химических элементов: сурьма (Sb), никель (Ni), хром (Cr), алюминий (Al), фтор (F), йод (I).

Наиболее опасными признаны ртуть, кадмий, свинец и мышьяк.

**Ртуть** – классический токсикант, в экологический круговорот вовлекается техногенным путём, накапливается в растениях, организме животных и человека.

Источники ртути – органические фунгициды, отходы предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, сточные воды, активный ил очистных сооружений, компосты из твёрдых бытовых отходов, люминесцентные лампы.

Ртуть – яд кумулятивного действия. В организме животных накапливается в основном в печени и почках, вызывая необратимые повреждения их клеток при достижении определенной концентрации.

Механизм токсического действия ртути связан с её взаимодействием с сульфгидрильными группами белков. Блокируя их, она изменяет свойства или инактивирует ряд жизненно важных ферментов. Неорганические её соединения нарушают обмен аскорбиновой кислоты, пиридоксина, кальция, меди, цинка, селена. Органические соединения изменяют обмен белков, цистеина, аскорбиновой кислоты, токоферолов, железа, меди, марганца, селена.

**Кадмий** – высокотехногенный элемент. В чистом виде в природе не встречается, а является сопутствующим продуктом при получении цинка и меди. В воздух он поступает вместе со свинцом при сжигании топлива на ТЭЦ и с газовыми выбросами предприятий, производящих или использующих кадмий. Используется в химической и металлургической промышленности, автомобиле- и самолетостроении.

В большом количестве этот элемент накапливается в растениях; его обнаруживают за сотни километров от предприятий-загрязнителей. При длительном поступлении кадмия с кормом в организме животных он накапливается в основном в печени, почках и семенниках, в незначительных количествах – в мышечной ткани. При этом отмечается снижение поедаемости кормов, уменьшается прирост живой массы животных, происходят дегенеративные изменения в семенниках и др.

Механизм токсического действия кадмия связан с блокадой сульфгидридных групп белков. Он является также антагонистом цинка, кобальта, селена, ингибируя активность ферментов, содержащих указанные металлы, способен нарушать обмен железа и кальция.

В организм человека 80% кадмия поступает с пищей, 20% – через лёгкие из атмосферы и при курении. Это наиболее токсичный элемент, разрушает печень, почки, кальций в костях, вызывает перерождение сердца.

**Свинец** – один из самых распространенных и одновременно опасных элементов в токсикологическом отношении.

При постоянном поступлении свинца с кормом он накапливается в основном в костях, в волосяном покрове, печени, почках и незначительно – в мышечной ткани.

Механизм токсического действия свинца определяется по двум основным направлениям:

1. Блокада функциональных SH-групп белков, что приводит к ингибированию многих жизненно важных ферментов. Наиболее ранний признак свинцовой интоксикации (сатурнизма) – снижение активности гидротаза дельтааминолевулиновой кислоты – фермента, катализирующего процесс формирования протобилиногена и гемсинтетазы;

2. Проникновение свинца в нервные и мышечные клетки, образование лактата свинца в результате взаимодействия с молочной кислотой, затем фосфатов свинца, которые создают клеточный барьер для проникновения ионов кальция в нервные и мышечные клетки. Развивающиеся на основе этого парезы, параличи служат признаками свинцовой интоксикации.

С пищей взрослый человек получает ежедневно 0,1-0,5 мг свинца, с водой около 0,02 мг. Общее его содержание в организме составляет 120 мг. Из организма выводится с фекалиями 90% свинца, а остальное количество – с мочой и другими биологическими жидкостями. Биологический период полувыведения свинца из мягких тканей и органов – около 20 дней, из костей – до 20 лет.

**Мышьяк.** Данные о канцерогенности мышьяка и его неорганических соединений основаны на клинических наблюдениях (производства, получения и применения мышьяка и его соединений). Канцерогенность мышьяка в эксперименте на животных окончательно не доказана. Мышьяк при длительном контакте (извлечение его из руд, производство и применение инсектицидов, гербицидов) может быть причиной рака кожи, легких, придаточных пазух, печени, желудочно-кишечного тракта.



## НИТРАТЫ, НИТРИТЫ, НИТРОЗОАМИНЫ

Основными питательными веществами растений являются нитраты, так как они содержат главный строительный материал для них – азот. В почве они образуются в процессе минерализации органического вещества под воздействием нитрифицирующих бактерий. Содержание их в растениях невысокое, однако их обнаруживают во всех выращиваемых культурах. В организме растений они восстанавливаются в аммоний, который участвует в образовании аминокислот и белковых веществ.

Нитраты не обладают высокой токсичностью. Они есть в любом организме (растительном и животном), являясь нормальными метаболитами (промежуточные продукты обмена веществ в живых клетках). В результате деятельности в почве нитрифицирующих и денитрифицирующих бактерий вследствие промежуточного окисления аммиака и восстановления нитратов образуются нитриты, которые в несколько раз токсичнее нитратов. Содержание их в растениях невелико. Резко увеличивается количество нитритов в процессе длительного оттаивания замороженной продукции при комнатной температуре. Накоплению их способствуют микроорганизмы *E. coli* и *P. fluorescens*.

Нитриты используют для посола мяса и рыбы, консервирования колбасных и мясных изделий, рыбной продукции. Обработанное мясо приобретает розово-красный цвет, в нём не образуются опасные бактериальные яды (например, ботулизма). Но безопасность такого способа использования нитритов сомнительна, хотя в некоторых странах продолжают его применять.

При воздействии повышенных количеств нитратов и их производных на организм человека происходит:

- нарушение иммунного статуса;
- метгемоглобинообразование;
- нарушение функций ферментных систем;
- действие на функции центральной нервной, сердечно - сосудистой, эндокринной систем, обмен веществ;
- канцерогенное действие нитрозоаминов, образовавшихся в организме;
- снижение устойчивости организма к действию канцерогенных, мутагенных и других факторов.

В организме животных и человека они взаимодействуют с гемоглобином, образуя метгемоглобин, который не способен связывать и переносить кислород в организме. В результате наступает кислородное голодание тканей. Хроническое воздействие нитритов вызывает снижение в организме витаминов А, Е, С, В<sub>1</sub>, В<sub>6</sub>, что уменьшает устойчивость его к инфекционным болезням.

Нитраты и нитриты способны кумулироваться в органах и тканях, отрицательно влияя на качество животноводческой продукции.

Из нитритов в организме в присутствии различных аминов образуются нитрозоамины, 80% которых обладают канцерогенным, мутагенным и тератогенным действием. Нитрозоамины могут образовываться и в окружающей среде (в почве, растениях и воде), а также в продуктах, в тёмном старом пиве, табачном дыму и т. д. В организм они попадают экзогенным путём и вследствие эндогенного синтеза (эндогенный путь). Болезни желудочно-кишечного тракта и глистные инвазии могут инициировать эндогенный синтез нитрозосоединений. Многие нитрозоамины даже при небольших концентрациях способны вызвать у животных опухоли различных органов.

Ниже приведена канцерогенность N-нитрозосоединений (табл. 6).

Таблица 6

N-нитрозосоединения	Орган
Диалкилнитрозоамины, циклические нитрозоамины	Печень
Диалкилнитрозоамины	Почки и мочевой пузырь
Циклические нитрозоамины	Органы дыхания, пищевод
Ацилалкилнитрозоамины	Нервная система

Нитрозоамины, распадаясь в организме, превращаются в электрофильные продукты, алкилирующие нуклеиновые кислоты и белки. Главной мишенью в мутагенезе служит ДНК.

Нитрозоамины накапливаются в основном в капусте, свекле кормовой и моркови. Указанные азотистые соединения можно обнаружить в молоке, мясе и другой сельскохозяйственной продукции.

Уменьшить содержание нитрозоаминов в организме до допустимой концентрации можно только путём проведения ветеринарно - санитарных, гигиенических и технологических мероприятий.

## РАДИОНУКЛИДЫ

На агроэкосистемы воздействуют радионуклиды природного радиационного фона (естественные) и техногенные (связанные с деятельностью человека). Основные источники приведены в табл. 7.

Таблица 7

Источник	Вид излучения	Длительность и характер облучения	Площадь действия	Воздействие на организм и сообщества
Естественная (фоновая радиация)	$\alpha, \beta, \gamma$	Миллиарды лет	Весь земной шар	Генетическое
Ядерные энергетические установки без надежной защиты и мощные сосредоточенные источники нейтронного и $\gamma$ -излучения	$\eta, \gamma$	Периодическое	Сотни гектаров	Лучевое поражение
Радиоактивные отходы <i>газообразные</i>	$\alpha, \beta, \gamma$	Хроническое	Сотни квадратных километров	Отдаленные генетические и соматические эффекты
<i>жидкие и твёрдые</i>	$\alpha, \beta, \gamma$	Хроническое	Сотни гектаров	Лучевое поражение
Аварийные выбросы: излучение из радиоактивного облака	$\alpha, \beta, \gamma$	Острое	Несколько гектаров	Лучевое поражение
Ядерные испытания, мгновенное излучение	$\eta, \gamma$	Острое	Несколько квадратных километров	Лучевое поражение
Локальное выпадение радиоактивных осадков	$\alpha, \beta, \gamma$	Преимущественно в течение недели	Несколько квадратных километров	Лучевое поражение
Мгновенное излучение в случае нанесения ядерных ударов	$\eta, \gamma$	Острое	Тысячи квадратных километров	Лучевое поражение
Загрязнение долгоживущими нуклидами стратосферных и локальных выделений	$\alpha, \beta, \gamma$	Хроническое	Весь земной шар	Лучевое поражение, неизбежны отдаленные генетические последствия

У радионуклидов очень длительный период полураспада. Наиболее важные из них калий ( $^{40}\text{K}$ ), тяжёлые радионуклиды: уран ( $^{238}\text{U}$ ), торий ( $^{232}\text{Th}$ ) и продукты их распада, а также поступающие из воздушной среды на землю  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  и др. К техногенным радионуклидам относятся продукты деления урана и плутония: стронций ( $^{90}\text{Sr}$ ), йод ( $^{131}\text{I}$ ), цезий ( $^{137}\text{Cs}$ ), а также металлы с наведённой активностью: марганец ( $^{54}\text{Mn}$ ), железо ( $^{55, 59}\text{Fe}$ ), кобальт ( $^{60}\text{Co}$ ), цинк ( $^{65}\text{Zn}$ ), трансурановые радионуклиды: плутоний ( $^{239}\text{Pu}$ ), америций ( $^{241}\text{Am}$ ) и др.

К радиоактивным загрязнителям биосферы вследствие антропогенных воздействий относятся и такие нуклиды, как: водород ( $^3\text{H}$ ), углерод ( $^{14}\text{C}$ ), стронций ( $^{90}\text{Sr}$ ), цезий ( $^{137}\text{Cs}$ ), уран ( $^{238}\text{U}$ ), радий ( $^{226}\text{Ra}$ ), радон ( $^{222}\text{Rn}$ ), полоний ( $^{210}\text{Po}$ ), плутоний ( $^{239}\text{Pu}$ ).

Приоритетными загрязнителями являются цезий ( $^{137}\text{Cs}$ ) и стронций ( $^{90}\text{Sr}$ ). Это наиболее опасные продукты деления тяжёлых радиоактивных элементов. Они обладают высокой биологической активностью и подвижностью, которая обусловлена тем, что цезий и стронций – близкие химические аналоги кальция и калия и очень сходны по поведению в биологических системах.

В загрязнённых радионуклидами агроэкосистемах растения подвергаются одновременно внешнему (от находящихся вне растений источников ионизирующих излучений) и внутреннему (от инкорпорированных в тканях радионуклидов) облучению. При этом биологические эффекты зависят от дозы облучения. Так, при дозе для семян – 5-10 г, а для вегетирующих растений – 15 г рост и развитие растений ускоряются. При высоких радиационных дозах может наступить их гибель.

Источниками внешнего облучения человека и животных являются радионуклиды, распределённые в окружающей среде, а внутреннего – радионуклиды, поступившие в их организм с пищей и водой, а также с воздухом и через кожные покровы. Радионуклиды могут накапливаться в органах и тканях, что вызывает дополнительное облучение соответствующих участков организма.

## МИКОТОКСИНЫ

Микотоксины – ядовитые продукты метаболизма плесневых грибов – относятся к классу природных токсинов, способных вызывать тяжёлые болезни животных и человека.

К грибам, паразитирующим на живых растениях, относятся головневые, ржавчинные, из рода фузариум и др.

Грибами, образующими микотоксины, поражается в основном растительная продукция. В процессе роста на кормах и продуктах питания они вызывают их порчу. Оптимальные условия для продуцирования микотоксинов: температура 30°C, влажность 85%.

В настоящее время выявлено и описано более 350 видов токсинообразующих грибов и свыше 300 видов токсинов.

Микотоксины обладают токсическим эффектом в чрезвычайно малых количествах. Они могут проникать вглубь субстрата, на котором растёт плесень, не изменяя его вида и консистенции. Микотоксины в порядке их токсичности приведены в табл. 8.

Таблица 8

Высокотоксичные	Среднетоксичные	Малотоксичные
Афлатоксины	Гликотоксины	Гризеофурен
Эрготалкалоиды и клавиалкалоиды	Цитринин	Койевая кислота
Патулин	Аспергиловая кислота и производные	Щавелевая кислота
Спородесмин	Пенициллиновая кислота	Фузариновая кислота
Лютиоскирин	Стеригматоцистин и производные	Фумагилин
Фузариогенин	Нитропропионовая кислота	Триотецин и триходермин
Стахиботриотоксин	Роридин и веррукарин	Микофеноловая кислота
Охратоксин и меллин	Иридиоскирин и рубраскирин	Биссохламиновая и глауконовая кислоты
Исландитоксин	Ругулозин	Гентизиновая кислота и производные
Зеараленон, Р-2 и Р-3	Эмодин	Виридин
Диацетоксискирпенол и Т-2 токсин	Псорален	Ксантоцилин
Ниваленол фузаренон	Дендродохин	Хетомин
Рубратоксин	Цианенин	Фузидиновая кислота
Цитриовиридин	Слафрамин	Геодин
Мультиорицин	Эндотоксин	Монорден
Нидулотоксин	Цитромечитин	Кротоцип
	Ипомеамарон и ипомеанин	Цитохалазин
	Аспертоксин	Тардин
	Бутенолид	

Большинство микотоксинов обладает иммунодепрессивными, мутагенными и канцерогенными свойствами, то есть они относятся к особо опасным природным загрязнителям продовольственного сырья и пищевых продуктов. Микотоксины могут загрязнять продукты не только растительного, но и животного происхождения, проникая в них глубже, чем мицелий плесневого гриба.

В организм животных плесневые грибы могут поступать через дыхательные пути, алиментарным путём, при попадании на кожу или слизистые оболочки. В результате у животных (и человека) могут развиваться микозы и микотоксикозы. Микоз – это болезнь, когда попавшие в организм грибы прорастают и размножаются в его тканях и органах. Примером является стригущий лишай – трихофития или дерматомикоз. Микотоксикозы возникают в результате действия токсинов, выделяемых плесневыми грибами, сами же грибы не способны паразитировать в тканях и органах.

В основных сельскохозяйственных регионах страны (Северный Кавказ, Поволжье, Центрально-Черноземный регион, Западная Сибирь и Южный Урал) возрастает поражённость пшеницы, ячменя, кукурузы и риса токсигенными штаммами возбудителей фузариоза и аспергиллёза. При этом образование и накопление токсикантов в зерне происходит как во время вегетации растений, так и при хранении зерна в неблагоприятных условиях (в плохо приспособленных помещениях). Зерно загрязняется микотоксинами, кормовая ценность продуктов его переработки, используемых в рационах для свиней, птицы, молодняка животных, снижается. Следует отметить, что растения могут быть заражены одновременно несколькими видами токсигенных грибов, что взаимно усиливает выработку токсинов. Поэтому качество сельскохозяйственных культур ухудшается сильнее, чем при заражении грибами одного вида.

Грубые корма чаще поражаются грибами *Stachibotrys*, *Dendrodochium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*. В грубых кормах грибы могут развиваться при относительно низкой температуре (+3...–5°C). В скошенных травах прекращается фотосинтез, и масса при определенных температуре и влажности является хорошей питательной средой для развития грибов. В результате их жизнедеятельности ухудшается каче-

ство грубых кормов, снижается содержание углеводов, белков, крахмала и жира. Поэтому грубые корма, предназначенные для хранения, должны быть хорошо высушенными. Влажность сена из злаковых трав не должна превышать 15%, бобовых – 17%, соломы – 15%.

Сену свойственны гигроскопичность и сорбционность. По этой причине влажность сена в зависимости от состояния воздушной среды меняется в различное время года и даже в течение дня, если оно хранится под открытым небом. Грубые корма с повышенной влажностью нередко подвергаются самосогреванию, причём сено чаще, чем солома. Увеличивается количество грибов, что ведёт к пыльности кормов. Поэтому необходимо поддерживать допустимую влажность кормов при их заготовке и хранении. Чаще увлажняются слои кормов, лежащие на земле. Поэтому во избежание поражения грибами перед скирдованием надо подстилать солому или хворост; скирды закрывать полиэтиленовой пленкой.

Очень чувствительно к влаге зерно. Увеличение влажности, потеря сыпучести, слеживание и самосогревание – признаки неудовлетворительного хранения зерна.

Основное условие хранения зерна – поддержание его влажности, обеспечивающей в нем наименьшую активность биологических процессов. Влажность зерна при хранении не должна превышать 14%. Зерно с влажностью 12-14% может храниться длительное время (независимо от температурных условий). Фуражное зерно с влажностью до 20% при 7-10°C сохраняется до 6 мес. Если зерно с высокой влажностью хранят в герметических хранилищах, то вследствие быстрого использования кислорода и накопления углекислого газа происходит его аутоконсервация. В таких условиях не развиваются грибы и сохраняются кормовые свойства зерна.

Для сохранения качества фуражного зерна используют консерванты (например, пиросульфит натрия). При добавлении 15 кг этой соли на 1 т зерно сохраняется 70-120 дней.

Ежегодно при хранении портится до 30% зерна. Испорченное зерно, как правило, используют в корм животным, что приводит к токсикозам, потере продуктивности, отходам животных.

Грибы растут интенсивно на обломках зёрен, на разной зерновой примеси, поэтому примеси надо удалять просеиванием. Такая очистка зерна, в том числе от семян ядовитых растений и обломков зерна, и сушка повышают стойкость зерна при хранении; если в нём были токсины, то концентрация их снижается до допустимой нормы. В партиях рассыпных комбикормов возможно гнёздное самосогревание. Такой очаг удаляют, а комбикорм охлаждают перелопачиванием или применяют соответствующие механизмы. При повышении температуры в затаренном комбикорме штабеля разбирают, проветривают, охлаждают или перетаривают. Такой комбикорм используют только после проверки на безвредность.

Ниже рассмотрены наиболее опасные по токсичности микотоксины.

**Афлатоксины.** Продуцентами их являются грибы рода *Aspergillus* (вид *flavus* и др.), паразитирующие на зерне арахиса, кукурузы, пшеницы, риса, кормах и др. Наиболее часто их обнаруживают в арахисе, кукурузе и семенах хлопчатника.

Семейство афлатоксинов включает четыре основных представителя (афлатоксины  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $G_1$ ,  $G_2$ ) и 10 соединений, которые являются производными или метаболитами основной группы ( $M_1$ ,  $M_2$ ,  $B_{2a}$ ,  $G_{2a}$ ,  $G$ ,  $M_1$ ,  $P_1$ ,  $Q_1$  афлатоксинол, стеригматоцистины, аспертоксин). По химической структуре это фуурокумарины. Оптимальная температура для образования токсинов 27-30°C, но синтез их может происходить при 12-13°C и 40-42°C. Максимальный синтез токсинов наблюдается при влажности выше 18% для субстратов, богатых крахмалом (пшеница, ячмень, рожь, овес, рис, кукуруза, сорго), и выше 9-10% – для субстратов с высоким содержанием липидов (арахис, подсолнечник, семена хлопчатника и др.). При влажности воздуха ниже 85% синтез афлатоксинов прекращается.

Токсическое действие афлатоксинов обусловлено тем, что они принадлежат к наиболее сильным гепатропным ядам, мишенью которых является печень. Они действуют практически на все компоненты клетки. Отдаленные последствия афлатоксинов проявляются в виде канцерогенного, мутагенного и тератогенного эффектов.

Афлатоксины обнаруживают в молоке и тканях животных, получавших загрязненные грибами корма. Афлатоксин  $M_1$ , например, обна-



ружен не только в цельном молоке, но и в восстановленном, в твороге, йогурте, сырах.

Летальные дозы зависят от вида афлатоксина.

По чувствительности к афлатоксину животных можно разделить на три группы: очень чувствительные, для которых ЛД<sub>50</sub> меньше 1 мг/кг; чувствительные, для которых ЛД<sub>50</sub> составляет 1-10 мг/кг, и резистентные, для которых ЛД<sub>50</sub> больше 10 мг/кг.

**Охратоксины.** Самые распространенные соединения высокой токсичности с ярко выраженным тератогенным эффектом. Продуцентами их являются грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium*. Основные продуценты – *Asp. ochraceus* и *P. viridicatum*. Они поражают преимущественно почки, но патологические явления отмечаются в печени и лимфоидной ткани, а также в желудочно-кишечном тракте. Механизм их действия недостаточно изучен.

Охратоксины загрязняют пшеницу, рожь, ячмень, овес от 10 до 27 500 мкг/кг, кукурузу – 15-200 мкг/кг. В организм человека могут поступать с загрязненным мясом свиней. Например, охратоксин А обнаружен в ветчине, беконе, колбасе.

**Зеараленон.** Этот микотоксин обладает гормоноподобными (эстрогенными) свойствами, действуя на матку и молочные железы. Доказано его тератогенное действие. Основные продуценты – грибы рода *Fusarium*: *F. graminearum* и *F. roseum*.

Зеараленон обнаруживают на кукурузе. Образование токсинов связано с развитием фузариоза на зерновых культурах при резкой смене температуры. Токсины могут образовываться в поле или при хранении зерна. Часто токсин обнаруживают в пшенице, ячмене, овсе, комбикормах. При тепловой обработке токсин не разрушается.

Эстрогенное действие зеараленона проявляется у свиней при содержании его в кормах 0,1-6,8 мг/кг.

Летальная доза метаболитов токсинов плесневых грибов выше, чем у стрихнина. Так, если у стрихнина она 0,5-1 мг/кг, то у афлатоксина В<sub>1</sub> равна 0,36 мг/кг.

Симптомы интоксикации у животных при загрязнении кормов микотоксинами приведены в табл. 9.

Таблица 9

Обнаруженные в кормах микотоксины	Корм	Содержание, мкг/кг	Симптомы отравления
Зеараленон, дезоксиниваленон	Зерно кукурузы	10 1000	Отставание в развитии у крупного рогатого скота
Зеараленон	Брикетированный корм	500	Желудочные и кишечные боли у кроликов
Зеараленон	Брикетированный корм	250	Отказ от корма, уменьшение удоев у коров
Зеараленон, дезоксиниваленон	Брикетированный корм	210 70	Гибель собак
Т-2 токсин	Комбикорм	300	Рвота и диарея у свиней
Зеараленон	Зерно кукурузы	6400	Отказ от корма у свиней
Т-2 токсин, зеараленон	Комбикорм	76 700	Кровавый стул у крыс
Дезоксиниваленон, зеараленон	Комбикорм	1000 следы	Отказ от корма у свиней
Дезоксиниваленон, зеараленон	Смешанный корм	1000 500	Рвота у собак
Дезоксиниваленон, зеараленон	Комбикорм в брикетах	40-60 3600	Отказ от корма и кровавой стул у свиней
Дезоксиниваленон, зеараленон	Зерно кукурузы	100 1700	Отказ свиней от корма
Дезоксиниваленон, зеараленон	Зерно кукурузы	1000 177	Отказ свиней от корма
Дезоксиниваленон, зеараленон	Зерно кукурузы	1800 250	Отказ свиней от корма

Микотоксины могут попадать в организм человека с загрязненными молоком и мясом.

Сельскохозяйственная продукция, загрязнённая микотоксинами, экологически опасна для животных и человека. Для предотвращения экологической опасности проводят профилактические мероприятия.

## ДИОКСИНЫ

Диоксины – это техногенные загрязнители. Они в миллион раз токсичнее цианистого калия, яда кураре и боевых отравляющих веществ. Общая их токсичность составляет  $3,1 \cdot 10^{-9}$  моль/кг; яда кураре  $7,2 \cdot 10^{-7}$ , стрихнина  $1,5 \cdot 10^{-6}$ , боевых отравляющих веществ  $1,6 \cdot 10^{-5}$  моль/кг. Лишь минимальные летальные дозы ядов, вырабатываемых возбудителями ботулизма и дифтерии ( $3,3 \cdot 10^{-11}$  и  $4,2 \cdot 10^{-12}$ ), превышают токсичность диоксинов и фуранов.

Экологическая опасность диоксинов и фуранов была установлена 26 мая 1971г., когда в американском городке Таймз Бич (штат Миссури) для уменьшения пыли при скачках на грунт ипподрома разбрызгали примерно  $10\text{м}^3$  химических отходов, названных техническим маслом. Через несколько дней ипподром был усеян мертвыми птицами. Заболели наездник и три лошади, а в июне пали 29 лошадей, 11 кошек и четыре собаки. В августе того же года заболело несколько взрослых и детей, после чего было проведено расследование, в результате которого в грунте ипподрома были обнаружены диоксины и фураны в концентрациях от 30 до 53 м.д. или ppm (*ppm – 1 часть на миллион, например, 1 мг/кг.*). В итоге все жители Таймз Бич были эвакуированы.

Так называемое техническое масло оказалось отходом при производстве 2,4,5-трихлорфенола VIII, который использовали в качестве промежуточного продукта при производстве 2,4,5 - трихлорфеноксисукусной кислоты IX. Препарат IX применяли во время войны во Вьетнаме как дефолиант (гербицид, вызывающий опадание листьев), известный под торговой маркой 2,4,5-Т «Оранжевый реагент».

К диоксинам относится большая группа ароматических трициклических соединений, в которых содержится от 1 до 8 атомов хлора – полихлорированные дибензодиоксины ПХДД. Родственными химическими соединениями их являются полихлорированные дибензофураны ПХДФ и полихлорированные бифенилы ПХБ. Последние могут присутствовать одновременно с диоксинами в компонентах окружающей среды, кормах и продуктах питания, накапливаясь в жировой ткани животных и человека.

В настоящее время обнаружено 75 ПХДД, 135 ПХДФ и более 80 ПХБ, 210 соединений из броморганических семейств и несколько тысяч смешанных хромбромсодержащих веществ. Классическим диоксином является 2,3,7,8-тетрахлордибензо-П-диоксин ТХДД.

Все диоксины чрезвычайно устойчивы, не разрушаются кислотами и гидроксидами, разрушаются только при высоких температурах 1200-1400°C. Период полураспада в почве 10-12 лет, в организме человека 6-7 лет, но загрязнение организма такими соединениями можно обнаружить и через 20 лет, полученное еще через молоко матери.

В большинстве стран на основе анализа риска возникновения заболеваний отправной точкой для нормирования содержания диоксинов в различных продуктах питания, воде и почве является допустимая суточная доза (ДСД) в пересчете на 2,3,7,8-ТХДД. В мировой практике приняты следующие дозы ДСД: Нидерланды – 4 пг/кг, в Германия и Канада – 10 пг/кг, Швейцария – 13 пг/кг, США – 1 пг/кг, Япония – 100 пг/кг, в Россия – 10 пг/кг (1 пиктограмм – 1 миллионная от 1 миллионной доли грамма). На основании этого в ряде стран были разработаны максимально допустимые уровни содержания диоксинов в продуктах питания.

В мае 1998 Европейский центр ВОЗ по проблемам окружающей среды и здоровья человека предложил новый уровень контроля за диоксинами в пределах 1-4 пг/кг массы тела человека в сутки вместо 10 пг/кг.

Исследованиями установлено, что превышение ДСД (10 пг/кг) резко повышает риск раннего старения организма, развития хронических заболеваний. С целью предупреждения неблагоприятных последствий был разработан и допустимый уровень содержания диоксина для основных групп продуктов: для молока и молочных продуктов (в пересчете на жир) – 5,2 пг/кг, для рыбы и рыбопродуктов (съедобная часть) – 11 пг/кг, в пересчете на жир – 88 пг/кг, для мяса и мясопродуктов (съедобная часть) – 0,090 пг/кг, в пересчете на жир – 3,3 пг/кг.

При обнаружении продуктов, в которых концентрация диоксинов превышает предельную норму, их изымают из продажи и уничтожают.

Диоксин ТХДД обладает тератогенными, мутагенными и сверхкумулятивными свойствами.

При большом количестве диоксинов в окружающей среде ограничить их поступление в организм до определенных нормативов сложно. Даже самые малые дозы их способны вызывать отдаленные последствия.

Воздействию диоксинов подвергается любой житель города. Попадая в клетки живой ткани, диоксин нарушает и искажает их функции. При этом молекула диоксина может годами не проявлять себя, но потом вдруг, нарушая механизмы наследственности, вызывает врожденные уродства, потери иммунитета и рак. Поражения передаются по наследству и распространяются на несколько поколений. Мужчины более чувствительны к диоксинам, чем женщины.

ТХДД способен повышать чувствительность к инфекциям, химическим и другим неблагоприятным факторам антропогенного и природного происхождения. Беременность, лактация, голодание и другие стресс-факторы отягощают действие диоксина.

Во время лактации женщины происходит экстракция диоксинов и фуранов из её организма в молоко. При скармливании грудного молока из него переходит в организм новорожденного 40% диоксинов и фуранов, содержащихся в организме матери. Известны случаи проникновения диоксинов в организм младенца через плаценту беременной женщины.

Основные источники поступления диоксинов в организм человека и животных – пища и корм, но не исключаются вода и воздух. Поскольку диоксины растворимы в жирах, то в организм они проникают через сальные железы, что приводит к накоплению их в жировой ткани.

В кормовых культурах наибольшее количество диоксинов содержится в вегетативной части растений, наименьшее – в зерне. В связи с повседневным загрязнением морских вод такими токсикантами сильно загрязнены диоксинами корма из рыбы. Не случайно опасные уровни диоксинов чаще содержатся в мясе, рыбе и молочных продуктах.

Следует отметить, что по результатам проведенного анализа пищевые продукты популярных в мире «фаст-фуд» часто не выдерживают критериев гигиенических нормативов в отношении диоксинов.

При отравлении диоксинами интоксикация развивается медленно. Вначале она может проявляться в виде дерматита, затем появляются фу-

рункулез, нарушения функции печени, желудочно-кишечного тракта, дыхательных путей, злокачественные новообразования и другие изменения.

Механизм действия диоксинов изучен недостаточно. Считается, что токсические эффекты таких соединений обусловлены блокировкой одного из рецепторов Ah, участвующих в биосинтезе белков. Таким образом, проблема загрязнения окружающей среды диоксинами и миграции их по биологической цепи является одной из наиболее актуальной.

Признано, что защитить окружающую среду от загрязнения диоксинами полностью невозможно. В связи с этим в экономически развитых странах принята концепция прекращения их выброса. С этой целью закрывают предприятия, где не соблюдаются нормы выбросов таких загрязнителей. Главный контролируемый источник диоксинов – мусоросжигательные заводы.

Без отказа от повсеместного использования хлора и его соединений проблему диоксинов практически невозможно решить. Для замены ПВХ многие лаборатории мира (в том числе в МГУ) ведут интенсивные исследования получения полимерных материалов, не содержащих хлора и обладающих свойствами, позволяющими успешно использовать их вместо ПВХ. Хлор и все токсичные хлорорганические продукты (пестициды, растворители, ПХБ, ПВХ и др.), получение, использование и утилизация которых приводят к появлению в окружающей среде ещё более токсичных диоксинов и фуранов, должны быть в максимально короткие сроки исключены из контакта с населением.

С продуктами животноводства в организм человека поступает от 80 до 98% диоксинов, поэтому необходим систематический контроль кормов и воды для сельскохозяйственных животных с соблюдением утвержденных действующих норм максимально допустимых уровней.

Следует осуществлять аналитический контроль диоксинов в объектах ветеринарного и агрономического надзоров (вода, почва, сельскохозяйственные культуры, удобрения, средства защиты, продукты питания человека, корм животных, продукция животноводства и технологии возделывания и производства).

## БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ТОКСИНЫ

Токсины, продуцируемые бактериями, делят на эндотоксины и экзотоксины.

**Эндотоксины** выделены из грамотрицательных бактерий после их гибели и разрушения. Состав их определен комплексом липополисахаридов с белками, которые находятся в наружных слоях клеточной стенки бактерий. Для таких токсинов характерна низкая специфичность действия.

**Экзотоксины** выделяются бактериями в окружающую среду при их жизни и не связаны со стромой соответствующих микроорганизмов. Токсины этой группы – белки, чувствительные к нагреванию. Они оказывают на организм специфическое действие, характерное для той или иной болезни.

В настоящее время есть данные, свидетельствующие о том, что многие экзотоксины высвобождаются только после гибели или лизиса (разрушения) бактерий. Ниже приведена сравнительная характеристика эндотоксинов и экзотоксинов.

Эндотоксины	Экзотоксины
Прочно связаны с микробной клеткой	Легко проникают в окружающую среду из микробных клеток
Менее ядовиты	Яды высшей активности
Чаще липосахариды в соединении с белком	Представляют собой белки
Термостабильны	Термолабильны
Сравнительно устойчивы к действию протеолитических ферментов	Разрушаются протеолитическими ферментами
Формалин мало понижает токсичность	Под воздействием формалина переходят в анатоксины

Иммунологические исследования позволяют рассматривать бактериальные токсины не только по сходству происхождения (эндо- или экзо-), химической природе (белки, липополисахариды), молекулярной организации, его антигенной структуре, но и по роли, какую играют от-

дельные структурные единицы или молекулы в патогенезе интоксикации на клеточном или субклеточном уровнях. Так, установлено, что экзотоксины шигелл, синегнойной палочки и дифтерийной бактерии почти одинаково блокируют синтез белков на субклеточном уровне. Два последних эндотоксина выводят из строя один и тот же фермент – трансферазу II. Обнаружено функциональное сходство холерного токсина и термолабильного токсина *E. coli*, поражающее действие которых связано со способностью активировать клеточную аденилатциклазу.

Есть данные, свидетельствующие о том, что экзотоксины имитируют отдельными участками своих молекул структуру ферментов, гормонов, нейромедиаторов макроорганизма. Возможно, этой особенностью токсинов обусловлено их вмешательство в обменные процессы у человека (табл. 10).

Таблица 10

Микроорганизмы	Экзотоксины	Мишень	Механизм действия
<i>Cl. botulinum</i>	Нейротоксин	Нервно-мышечный синапс	Подавляет выделение ацетилхолина
<i>Cl. perfringens</i>	а-токсин	Любая ткань в месте поражения	Лецитиназная активность (разрушает клетки)
<i>C. diphtheriae</i>	б-токсин	Любая ткань (по всему организму)	Подавляет синтез белка
<i>Bac. anthracis</i> , <i>Ver. pestis</i>	«Токсин морских свинок»	Любая ткань	Не изучен

Экзотоксины воздействуют на некоторые функции тканевых клеток организма или разрушают отдельные субклеточные структуры. Так, дифтерийный токсин, продуцируемый *C. diphtheria*, влияет на синтез ДНК, РНК и белка клетки, подавляя эти процессы путём инактивации фермента трансфераза II. Субклеточные структуры разрушаются токсином, продуцируемым *Cl. perfringens*. Возможно, это и является причиной распада тканей при газовой гангрене. Следует иметь в виду, что лецитиназу продуцируют и микроорганизмы родов *Bacillus*, *Staphylococcus*, входящих в группу пищевых токсикозов.



Эндотоксины идентичны О-антигенам (соматическим антигенам) целой клетки. Для них характерны два типа механизма активности – вызывать повышение температуры тела (пирогенность) и быть токсичными. Эндотоксины действуют на полиморфно-ядерные лейкоциты, освобождая пирогенное вещество. Очевидно, это вещество и вызывает повышение температуры тела.

В результате патогенетического действия эндотоксинов увеличивается проницаемость капилляров и разрушаются клетки. При этом развивается воспалительный процесс.

Токсинообразующие бактерии и продукты их жизнедеятельности (токсины) вызывают пищевые токсикоинфекции и пищевые токсикозы. В основу их различия положен принцип воздействия соответствующих агентов на организм, хотя эти различия нередко чисто символические.

Возбудителями пищевых токсикоинфекции являются представители семейства Enterobacteriaceae (*Proteus vulgaris*, *Proteus mirabilis*, *Citrobacter*, *Hafnia*, *Klebsiella*); семейства Vibrionaceae (*V. parahaemolyticus*); семейства Bacillaceae (*B. cereus*, *Cl. perfringens*); семейства Streptococcaceae (*S. faecalis*); семейства Pseudomonadaceae (*P. aeruginosa*).

**Пищевые токсикоинфекции.** Это болезни, вызываемые совместно бактериями и их токсинами (эндотоксинами), образующимися при отмирании и разложении бактерий в пищевых продуктах и желудочно-кишечном тракте. Нередко по типу пищевых токсикоинфекций протекают болезни, вызываемые сальмонеллами (брюшной тиф, паратифы А и В), эшерихиями, патогенными йерсиниями и др.

Пищевые токсикоинфекции развиваются после попадания возбудителей от больных людей, животных или бактерионосителей в пищевые продукты. Токсикоинфекции возникают только после употребления пищевых продуктов, содержащих живые микроорганизмы в большом количестве (не менее  $10^7$ - $10^8$  в 1 г). Заболевание начинается внезапно после короткого инкубационного периода (от 2 до 48 ч).

Интенсивное обсеменение условно-патогенными бактериями региональных лимфатических узлов кишечника и разрушение их ведут к высвобождению значительного количества эндотоксина. Действие его

на желудочно-кишечный тракт вызывает воспалительный процесс, нарушение всасывающей способности кишечника и перистальтики, синтеза простагландинов и других биологически активных соединений. С поглощением эндотоксина появляются общетоксические признаки: слабость, головная боль, повышение температуры, нарушение функций сердечно-сосудистой и нервной систем. Заболевание начинается с явлений гастроэнтерита – тошноты, рвоты, поноса, болей, вздутия и урчания в животе, частого жидкого стула. Продолжительность болезни – 1-3 дня. Часть переболевших остаётся бациллоносителями иногда на многие месяцы или годы.

**Пищевые токсикозы (интоксикации).** В их возникновении важную роль играют не сами возбудители, а выделяемые ими токсины (экзотоксины). Следовательно, поступление бактериальных клеток в организм вместе с пищей не является обязательным условием для возникновения пищевого отравления. Токсин, выделенный микроорганизмом вместе с продуктом, поступает в желудочно-кишечный тракт, откуда всасывается в кровь и начинает проявлять своё действие, вызывая симптомокомплекс пищевого отравления. Болезнь протекает как острый гастроэнтерит: тошнота, рвота, боли в животе, понос, повышение температуры, головная боль. Интоксикация всегда начинается с тошноты и рвоты, понос необязателен, температура повышается редко.

Выздоровление при токсикозах наступает более быстро, внезапно (за исключением ботулизма!) и без последующего бациллоносительства; при токсикоинфекциях заболевание длится продолжительнее (иногда 3-5 дней и более). После выздоровления может некоторое время наблюдаться бактерионосительство. Летальный (смертельный) исход незначителен (менее 1%, кроме ботулизма).

Пищевые отравления имеют чётко выраженную сезонность: возникают весной и летом (ботулизм – осенью и весной).

Отравления чаще всего связаны с нарушениями технологического и санитарного режимов приготовления, хранения и реализации продуктов.

Ниже приведена краткая характеристика основных микроорганизмов, вызывающих отравления.

**Бактерии рода сальмонелла (*Salmonella*).** В настоящее время изучено более 200 серологических типов сальмонелл, из них у человека выделено 700 серовариантов.

Сальмонеллёзом болеют животные всех видов, в основном молодых. Выздоровление не всегда завершается полным освобождением от этих возбудителей; переболевшие животные могут оставаться носителями соответствующих микроорганизмов и выделять их в течение нескольких лет с калом, мочой, носовой слизью и слюной.

У животных-бактерионосителей возбудитель сальмонеллёза локализуется в желчном пузыре, печени, почках, иногда и в других органах. При этом патологические изменения в указанных органах не обнаруживаются, в связи с чем продукты убоя таких животных могут непреднамеренно реализовываться без ограничения.

В загрязнённых пищевых продуктах сальмонеллы могут образовывать экзо- и эндотоксины, которые обуславливают болезнетворность. В мясе сальмонеллы начинают развиваться при 5°C и выше. В процессе хранения сырого молока при 18-20°C и кислотности 26°Т сальмонеллы выживают в течение 11 сут., а при снижении до 5-8°C – до 20 сут.

Особую роль в этиологии сальмонеллёза играют заражённые яйца, мясо уток, гусей, кур, индеек. Источником сальмонелл часто бывают свиньи. В организме свиней и крупного рогатого скота преобладают наиболее опасные для человека сальмонеллы *S. typhimurium*.

Попав с пищей в желудочно-кишечный тракт человека, сальмонеллы проникают по лимфатическим путям через кишечные ворсинки в кровь и вызывают бактериемию. Болеющие скрытой формой сальмонеллёза являются бактерионосителями.

Во избежание опасности для здоровья людей, перед убоем животных необходимо тщательно обследовать. В случае подозрения на сальмонеллёз таких животных убивают отдельно от здоровых с обязательным бактериологическим исследованием туш и органов. При обнаружении сальмонелл органы и ткани направляют на техническую утилизацию, а тушу проваривают или перерабатывают на мясные хлеб и консервы.

**Бактерии рода эшерихии (*Escherichia*).** Это постоянные обитатели кишечника животных и человека. Они широко распространены в окружающей среде. Однако только патогенные сероварианты болезнетворны. Они, как и сальмонеллы, образуют экзо- и эндотоксины, но экзотоксины легко разрушаются и, по-видимому, не играют существенной роли в патогенезе болезни. Эндотоксин сохраняется при варке мяса в течение 2 ч и поэтому болезнетворная роль его очевидна.

Источниками патогенных серовариантов эшерихий являются животные и люди. Они размножаются в тонком отделе кишечника, вызывая токсикоинфекцию (основной симптом – водянистый понос). Эшерихиями могут быть обсеменены продукты животного и растительного происхождения. Источники заражения такие же, как и при сальмонеллёзе.

**Бактерии рода протеус (*Proteus*).** Род включает пять видов, но возбудителями токсикоинфекций у животных являются в основном *Pg. vulgaris*. Источниками заболевания человека являются мясные, рыбные и другие продукты.

Обсеменение пищевых продуктов такими бактериями возможно вследствие нарушений санитарного режима при выработке пищевых продуктов. Развитие их зависит от состава и условий хранения пищевых продуктов.

Заболевание развивается через 8-20 ч после приёма пищи. Патогенез пищевых токсикоинфекций, вызванных бактериями рода протеус и сальмонелл, во многом сходен. Выздоровление наступает через 1-2 дня.

**Бактерии *Yersinia enterocolitica*.** В пищевых отравлениях эти бактерии по своей значимости занимают второе место после сальмонелл.

Носителями этих бактерий являются животные более 30 видов, а также рыба и птица. В процессе жизнедеятельности бактерии выделяют термостабильный энтеротоксин. Однако не все штаммы способны продуцировать его. Чаще его выделяют из молока.

Патогенность йерсиний обусловлена способностью внедряться в ткань человека или животного и размножаться в ней, разрушая её.

Заболевание начинается с поноса, протекает в форме энтероколита с подозрением на аппендицит. Позднее появляется сыпь, сходная с

краснухой. В той или иной степени поражается печень, возможны артриты, узловая эритема (появление крупных болезненных узлов).

У сельскохозяйственных животных это заболевание недостаточно изучено, хотя известно, что до 50% свиней являются носителями йерсиний. Характерен понос, у коров возможны аборт и мастит.

Возбудителей обнаруживают у телят, коз, овец, индюков, кур, собак, кошек. Заражение животных может происходить через корм, воду и подстилку.

Санитарная оценка мяса и мясопродуктов не разработана; по видимому, она может быть такой же, как и при сальмонеллёзе.

**Бактерии *Clostridium perfringens*.** Это спорообразующие анаэробные бактерии, широко распространенные в природе вследствие своей стойкости к воздействию различных факторов. Изучено шесть штаммов этих бактерий (А, В, С, D, Е, F), которые продуцируют токсины с разными свойствами. Но токсикоинфекцию вызывают преимущественно штаммы А и D, а токсикологическую картину определяет А-токсин.

Энтеротоксины выделяются из вегетативных клеток микроорганизмов в период образования зрелых спор. Источниками их являются в основном продукты животного происхождения (мясные и молочные), обсеменение которых происходит как при жизни животных (больных и бациллоносителей), так и после их убой (в результате нарушения санитарно-гигиенических условий и норм переработки и хранения сырья). Источниками их могут быть также рыба, макароны с сыром и др.

С профилактической целью необходимо выполнять ветеринарно-санитарные и санитарно-гигиенические мероприятия в процессе производства продуктов животноводства, при переработке их и хранении.

**Бактерии *Bacillus cereus*.** Эти бактерии образуют споры, поэтому устойчивы к высоким температурам. Они широко распространены в природе. Различают до 20 серовариантов. Основная среда их обитания – почва, из которой микробы попадают в воздух и воду. Болезнетворными являются два штамма: термостабильный – не разрушается под действием температуры, вызывает рвоту; термолабильный – разрушается под влиянием температуры, вызывает понос.

Имеется мнение, что эти бактерии попадают в пищевые продукты из окружающей среды (почвы, воды, кожного покрова животных). Причиной отравлений чаще всего бывает употребление мясных блюд, колбас и консервов, обсемененных соответствующей микрофлорой.

С профилактической целью необходимо соблюдать чистоту при убое животных и осуществлять контроль в процессе переработки сырья и хранения пищевых продуктов. Наличие *V. cereus* в продуктах не допускается.

**Бактерии *Staphylococcus aureus*.** Эти бактерии продуцируют энтеротоксины А, В, С, D, Е. Источниками микроорганизмов могут быть животные с пораженной молочной железой. При мастите коров и овец токсикогенные кокки обнаруживают в молоке в 50-59% проб и в 6-12% – у клинически здоровых животных.

После убоя животных, переболевших травматическим перикардитом, воспалением лёгких и др., эти микроорганизмы обнаруживают в органах и тканях.

Источником их является и человек (стафилококки находятся в носовой полости, гортани, на коже). Носителями их являются 40-50% здоровых людей.

Основные признаки болезни – рвота, боли и спазмы в области живота. Такие симптомы интоксикации наблюдаются после употребления в пищу творога, сырковой массы, сметаны, мороженого, кондитерских изделий, студней, паштетов, котлет, колбасы и т. д.

Если перед убоем у животных обнаруживают мастит, гнойные раны и прочие воспалительные процессы, то во избежание токсикоза направляют в ветеринарную лабораторию пробы мышечной ткани и внутренних органов.

**Бактерии *Clostridium botulinum*.** Широко распространены в природе. В настоящее время известен ряд типов токсинов (А, В, С, D, Е, F), продуцируемый этими бактериями. Патогенное действие оказывают продуцируемые ими токсины, вызывающие заболевание – ботулизм. Это тяжёлый пищевой токсикоз, вызванный употреблением в пищу

продуктов (мясных, рыбных, овощных консервов и др.), содержащих токсин ботулизма. Иногда попавшие с пищей споры палочки ботулизма способны в кишечном тракте прорасти в вегетативные формы, то есть заболевание может протекать по типу токсикоинфекции, чем и объясняются случаи ботулизма с затяжным инкубационным периодом (от 2 до 10 дней и более). При этом редко наблюдаются диспепсические явления (рвота, понос и т. д.). Все основные симптомы вызваны действием токсина, который быстро всасывается из кишечника в кровь и поражает центральную нервную систему. Температура часто понижена. Затем наступают расстройство глотания, сиплость голоса, ослабление слуха и нарушение двигательных функций. На последней стадии течения болезни наступает паралич дыхания и сердечной деятельности, являющийся причиной смерти.

При таком заболевании у сельскохозяйственных животных отмечаются быстрая утомляемость, затрудненное движение, нарушается процесс жевания и глотания, ослабляется работа сердца и кишечника.

В консервах при тепловой обработке споровая форма *Bact. Clostridium botulinum* не уничтожается, а прорастает в вегетативную, которая и продуцирует токсин. При такой обработке погибают микробы-антагонисты, из продукта при нагревании удаляется часть кислорода и создаются благоприятные условия для развития и размножения *Cl. botulinum*. Продукты размягчаются, образуется газ с неприятным запахом. В консервах возникает бомбаж (вздувается банка). Такие продукты запрещается использовать в пищу и в качестве корма животным.

Для профилактики ботулизма необходимо выполнять следующие мероприятия.

1. Предотвращение загрязнения туш сельскохозяйственных животных частицами земли, навоза, содержимым кишечника; посол в условиях холода; соблюдение режимов термической обработки.

2. Использование свежего растительного сырья; предварительная мойка и тепловая обработка; стерилизация продукта во избежание прорастания спор, размножения вегетативных форм и образования токсинов.

Пищевые отравления – самые распространенные болезни, они ежегодно поражают 1,5 млрд. человек. Причиной их возникновения могут быть микробные, химические и физические агенты. Микробные пищевые отравления протекают наиболее тяжело и распространены повсеместно.

Мясо животных, птицы, молочные и рыбные продукты – главные источники передачи возбудителей ботулизма. Оценка годового экономического ущерба вследствие пищевых отравлений различной этиологии составляет около 23 млрд. долл., из них пищевыми токсикоинфекциями – 2,5-3,4 и паразитарными болезнями – около 2,6 млрд. долл.

В материалах ВОЗ отмечается, что в США, как и в других странах мира, качество мяса на бойнях и мясокомбинатах оценивают в основном по органолептическим показателям (цвет, запах, консистенция). Однако такая оценка недостаточна для защиты потребителя, поскольку многие патогенные для человека микроорганизмы (листерии, йерсинии, кампилобактерии, сальмонеллы, энтеропатогенные эшерихии) могут находиться в организме внешне здоровых животных, предназначенных для убой, или на поверхности туш без видимых отклонений от нормы.

В нашей стране вопросы безопасности сырья и продуктов животноводства решаются ветеринарной службой и определены в Законе «О ветеринарии». Кроме того, продукты животноводства, поступающие в торговлю, должны иметь сертификаты, выданные санитарно - эпидемиологической службой и органами Госстандарта. Однако даже при таком подходе нельзя гарантировать отсутствие в сырье или продуктах животноводства патогенных для человека микроорганизмов. Необходимо пересмотр действующих медико-биологических требований к пищевым продуктам с включением в них современных, научно обоснованных нормативов, касающихся в том числе и таких микроорганизмов, как йерсинии, кампилобактерии, энтеропатогенные эшерихии и др. В связи с этим потребуются соответствующие исследования, в частности по экологии, эпизоотологии и эпидемиологии данных бактерий; требуется объективная информация о масштабах и этиологии пищевых отравлений в стране, включая экономический ущерб.



## ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ АНТИБИОТИКИ

Естественные антибиотики содержатся в яичном белке, молоке, мёде, луке, чесноке, фруктах, пряностях и др. Их можно выделить, очистить и применять для консервирования пищевых продуктов. Они могут образовываться в продуктах, например при созревании некоторых сыров.

В настоящее время антибиотики получают и химическим синтезом.

Антибиотики применяют в животноводстве для улучшения усвояемости кормов и стимуляции роста животных. При этом действие их заключается в подавлении микрофлоры, ухудшающей качество кормов. С этой целью чаще используют хлортетрациклин и окситетрациклин.

В разных странах антибиотики как добавки применяют в супертерапевтических дозах (50-200 г на 1 т корма). Поэтому около половины соответствующих средств, производимых в мире, используют с указанной целью. Так, в Великобритании почти всё поголовье птицы, 90% свиней, стельных коров и 60% остального крупного рогатого скота получают корма с антибиотиками. В США более 90% кормов для свиней, птицы и 82% для телят содержат антибиотики.

При применении в животноводстве, крупных птицеводческих предприятиях и ветеринарии антибиотики в больших дозах становятся загрязнителями производимой продукции. В молоке, например, антибиотики обнаруживаются чаще при лечении мастита у коров. В 1 кг молока концентрация их может достигать несколько миллиграммов. Второе место по частоте выделения антибиотиков принадлежит мясу. Так, в говядине, свинине и мясе птиц их обнаруживают до 1-2 ед.

В нашей стране с учётом результатов гигиенических исследований рекомендовано исключить тетрациклины из кормовых добавок. Для профилактики же желудочно-кишечных болезней молодняка кур и других животных используют тетрациклин, стрептомицин, олеандомицин, тирозин, но только по назначению ветеринарного врача. При откорме сельскохозяйственных животных допускаются в соответствии с действующей инструкцией только кормовые препараты бацитрацин и гризин.

Применение кормовых антибиотиков для стимуляции роста животных небезопасно.

До сих пор актуальна проблема остаточных количеств антибиотиков в животноводческой продукции.

Антибиотики применяют для обработки мяса и рыбы в качестве консервантов. В случае транспортировки продукции на дальние расстояния или в случае доставки рыбы с мест улова на рыбоперерабатывающие предприятия наиболее приемлемы в качестве консервантов антибиотики из группы тетрациклинов (хлортетрациклин и тетрациклин).

При этом применяют следующие приёмы:

- хранение пищевого продукта во льду, содержащем антибиотик;
- погружение пищевого продукта в раствор антибиотика на определенный срок;
- орошение поверхности пищевого продукта раствором антибиотика определенной концентрации;
- введение антибиотиков в организм животного непосредственно перед убоем.

Антибиотики накапливаются в молоке, мясе, яйцах, рыбе и мёде. В процессе переработки этих продуктов большая часть антибиотиков разрушается, и остаточное количество их создает риск для здоровья людей.

Широко используемый в ветеринарии хлорамфеникол (левомицетин) вызывает токсикозы, пластическую анемию, переходящую в лейкемию (лейкоз).

Наличие левомицетина в продуктах смертельно опасно для людей, чувствительных к этому антибиотику. При длительном использовании он действует на систему кроветворения. Применение его в больших дозах может угнетать функции костного мозга, понижать количество гемоглобина в эритроцитах. У людей эти явления проявляются чаще, чем у сельскохозяйственных животных. Указанный антибиотик противопоказан при заболеваниях почек, грибковых поражениях и во время беременности. Препарат токсичен в дозе 10-40 мг/кг массы.

Наиболее сильными аллергенами считают пенициллин, стрептомицин, олеандомицин. Высокой сенсibiliрующей способностью обладают пенициллин, стрептомицин, тирозин. Аномалии в развитии эмбрионов вызывают стрептомицин и тетрациклин.

При использовании антибиотиков в качестве кормовой добавки убой животных на мясо допускается через 3 сут. после исключения их из рациона. Животные, подвергшиеся лечению антибиотиками, можно направлять на убой после преубойной выдержки: 1 сут. после применения пенициллина, эритромицина, олеандомицина; 3 сут. – хлортетрациклина, окситетрациклина, тетрациклина и полимексина; 7 сут. – стрептомицина, неомицина, мономицина; 6 сут. – бициллинов; 30 сут. – дибиомицина; 25 сут. – дитетрациклина.

В пищевой промышленности из более чем 50 видов антибиотиков контролю подлежат только тетрациклиновая группа, стрептомицин и пенициллин. Применяемые антибиотики не должны быть токсичными и отрицательно влиять на качество пищевых продуктов: должны иметь широкий спектр действия и легко инактивироваться в процессе хранения и тепловой обработки продуктов. Таким требованиям в наиболее высшей степени удовлетворяют биомицин, окситетрациклин и тетрациклин.

Применение в пищевой промышленности окситетрациклина, нистатина и низина разрешено ФАО/ВОЗ.

## **СУЛЬФАНИЛАМИДЫ И НИТРОФУРАНЫ**

**Сульфаниламиды.** Эти препараты применяют в ветеринарии при лечении и профилактике болезней сельскохозяйственных животных. К ним относятся стрептоцид, норсульфазол, этазол, сульфацил, сульфатрол, сульфадимезин, уросульфан и др. Антимикробное действие их менее эффективно, чем антибиотиков, но они более доступны.

Сульфаниламиды способны накапливаться в организме сельскохозяйственных животных и пищевых продуктах.

Для снижения остаточного количества сульфаниламидов в организме животных необходимо строго соблюдать рекомендованные преубойные сроки, в течение которых животные не получают такие препараты.

В нашей стране содержание сульфаниламидов в продовольственном сырье и продуктах не регламентируется.

**Нитрофураны** – высокотоксичные антимикробные химические вещества, получаемые на основе фурфурола. Они обладают бактерицидным и бактериостатическим действием. Используют их как кормо-

вые добавки для уничтожения возбудителей инфекций, устойчивых к антибиотикам и сульфаниламидным препаратам.

При однократной дозе более 5-10 мг/кг массы животных поражаются почки и печень, наблюдается тяжёлая форма диспепсии. Эти препараты могут вызвать эмбриотоксическое действие, при концентрации более 25 мкг/кг продукта возможен и мутационный эффект.

Предельно допустимые концентрации нитрофуранов в пищевых продуктах не установлены, остаточных количеств их в пище человека не должно быть.

## ГОРМОНЫ

Гормоны вырабатываются гипофизом, надпочечниками, половыми и щитовидной железами. Химическая природа их различна – белки, пептиды, производные аминокислоты, стероиды. Гормоны выделяют из соответствующих органов животных или получают химическим синтезом.

Гормоны участвуют в регуляции всех жизненно важных процессов организма – роста, развития, размножения, обмена веществ.

В животноводстве и ветеринарии их применяют для улучшения усвояемости кормов, стимуляции роста животных, ускорения их полового созревания, многоплодия, регламентации сроков беременности, для повышения мясной и молочной продуктивности животных, увеличения яйценоскости.

В производственных условиях применяют преимущественно искусственные гормональные препараты, которые эффективнее естественных примерно в 100 раз. Они более устойчивы, плохо метаболизируются, накапливаются в значительных количествах в организме животных и передаются по пищевой цепи. Перечисленные преимущества синтетических гормонов и их дешевизна стали условием широкого использования таких препаратов в животноводстве.

Наиболее широко применяют половые гормоны, их синтетические аналоги и анаболические стероиды – эстрадиол, тестостерон, прогестерон, тренболон-ацетат, ацетат мегестрола, ралгро (зеранол); антигипофизарные, тормозящие функцию щитовидной железы, – бетазин, ХКА, ХКМ, белковые гормоны и их индукторы – гормон роста, инсулин, про-

лактин, анаболин, субстратные индикаторы (биогенные амины, аминокислоты); фитогормоны – фитоэстрогены, гибберелин, а также комплексы гормональных препаратов.

В нашей стране используют главным образом антитиреоидные препараты (бетазин, ЖКМ), белковые гормоны и их индукторы, так как они более физиологичны и безвредны. Животным, откармливаемым на мясо, эти препараты дают с кормом, инъекцируют или имплантируют. Как правило, препараты пролонгированной формы или имплантируемые длительное время находятся в организме животных. При нарушении сроков применения препаратов, продолжительности выдержки животных препараты остаются в мясных продуктах, полученных от откармливаемых животных.

В зарубежной практике чаще применяют половые гормоны и их аналоги.

В США наибольшее распространение получили гормоны роста – бычий (бСТ) и свиной (рСТ) соматропин, которые получены на основе генетически измененных микроорганизмов, способных вырабатывать в большом количестве специальные белки. В дальнейшем стали использовать перспективный стимулятор роста другого класса, известный как  $\beta$ -адренэргетический агонист.

В результате введения бычьего гормона роста в рацион молодняка крупного рогатого скота повышается эффективность использования корма на 15%, достигается экономия 1 ц зерна кукурузы и 1,4 ц кукурузного силоса из расчёта на одно животное, увеличивается мясность туши на 7,5%, продуктивность коров повышается на 5-20%. Применение рСТ способствует повышению содержания сырого протеина в туше свиней на 3%, снижению оплаты корма – на 25% (на каждое животное скармливается кукурузы на 25 кг меньше), повышению мясности туши на 11%. Скармливание  $\beta$ -агониста при откорме молодняка крупного рогатого скота и свиней повышает эффективность использования корма соответственно на 18 и 15%, увеличивает мясность туши на 6 и 12%, снижает толщину спинного жира на 20%.

Остаточное количество гормональных препаратов в мясе может оказывать на людей тот же эффект, что и на животных, т. е. существен-

но нарушать или изменять гормональные процессы в организме, а иногда вследствие гормональных расстройств даже вызывать тяжёлые заболевания. Из стероидов – самых активных гормональных стимуляторов роста наиболее опасно для здоровья людей остаточное количество синтетических эстрогенов.

В США нет единого мнения о негативном влиянии гормонов роста на здоровье человека. Вместе с тем в случае использования гормонов роста возникают сомнения, связанные с экспортом мяса и молочных продуктов. Правомерны также требования о более низкой стоимости и специальной маркировке продуктов.

В нашей стране предусмотрены следующие допустимые нормы содержания гормональных препаратов в продуктах питания (мг/кг), не более: мясо сельскохозяйственных животных, птицы и продукты их переработки – эстрадиол  $17\beta$  и тестостерон соответственно 0,0005 и 0,015; молоко и молочные продукты, казеин – эстрадиол  $17\beta$  – 0,0002, масло коровье – 0,0005.

Фоновый уровень природных гормонов и гормоноподобных соединений в пищевых продуктах невелик. Они могут быть растительного и животного происхождения, содержаться в незначительном количестве и принимать определенное участие в процессах жизнедеятельности организма.

Во избежание отрицательного влияния гормональных препаратов на организм человека перед их использованием в животноводстве и ветеринарии требуются проверка и апробация всех препаратов, стимулирующих продуктивность животных, и строгое соблюдение инструкции по их применению.

Препараты, применяемые как стимуляторы продуктивности животных, проверяют на соответствие «Основным требованиям к препаратам, предлагаемым для применения в качестве стимулирующих средств с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных животных» и другим нормативным документам. Одно из основных требований – определение длительности пребывания препарата в организме животных и сроков его выведения из организма, а также наличия (или отсутствия) остаточного количества или продуктов распада его в мясе, молоке и яйцах.

## ПОЛУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Для выработки экологически безопасных пищевых продуктов требуется экологически безопасное сырьё, которое можно получить только при условиях, обеспечивающих соответствующее состояние окружающей среды (почвы, воды, воздуха, флоры), а также состояние здоровья животных. Продукты должны быть биологически полноценными, т. е. их химический и биологический состав должен обеспечивать нормальный обмен веществ в организме человека.

«Чистота» сельскохозяйственных культур определяется самоочищающейся и буферной способностью почвы, что в значительной степени зависит от содержания в ней гумуса, кислотности, плотности, гранулометрического и минерального состава, окислительно - восстановительной реакции.

В самоочищении почвы большую роль играет гумус. Он не только сорбирует вещества, но и активизирует почвенную биоту, нормализует структуру микробного ценоза. Поэтому на почвах подзолистого типа, бедных органическими веществами, экологическая опасность выращиваемых культур значительно выше, чем на черноземах.

Кислотность почвы влияет на растворимость токсикантов и их поступление в растения. В почвах, реакция которых близка к нейтральной, опасность загрязнения их (например, Тяжёлыми металлами) снижается. С повышением как кислотности, так и щелочности растворимость тяжёлых металлов возрастает и миграция их в растения увеличивается. Кислотность почвы влияет на структуру микробного ценоза, снижая или повышая его активность. Для получения безопасной продукции очень важно учитывать фактическую кислотность почв при размещении сельскохозяйственных культур.

В случае избыточной кислотности требуется известкование почвы.

Гранулометрический и минеральный состав почвы влияет на ёмкость катионного обмена, определяющую подвижность токсикантов, а следовательно, степень поступления их в растения. Так, на почвах, гранулометрический состав которых характеризуется большой площадью, поверхность частиц, ёмкость катионного обмена выше, что уменьшает подвижность токсикантов и поступление его в растения.

Сельскохозяйственные культуры, выращиваемые на почвах, в состав которых входят минеральные вещества с невысокой ёмкостью катионного обмена (например, каолиниты), легче загрязняются токсикантами, чем выращенные на почвах, содержащих минеральные вещества монтмориллонитовой группы.

На переувлажнённых почвах (глееватых, глеевых) возрастает опасность загрязнения сельскохозяйственной продукции тяжёлыми металлами вследствие увеличения их подвижности. Избыток воды в почве способствует появлению в ней металлов с низкой валентностью в более растворимой форме. Почвы с нарушенным гидрологическим режимом следует использовать для выращивания сельскохозяйственных культур только после мелиоративных работ.

С уплотнением почвы увеличивается подвижность тяжёлых металлов, что делает опасным выращивание сельскохозяйственных культур. Так, с увеличением плотности почвы с 0,6-1 до 1,3-1,5 г/см<sup>3</sup> подвижность тяжёлых металлов возрастает в несколько раз.

На качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции влияют населяющие почву живые организмы, особенно микробиота. Дальнейшее поведение токсикантов, попавших в почву, зависит от активности и структуры микробных ценозов, которые определяют самоочищающую способность почвы, взаимосвязанную с почвенно-экологическими факторами. Поэтому, например, пестициды наиболее интенсивно изменяются в черноземах, характеризующихся высоким содержанием гумуса, благоприятной реакцией среды, повышенной биологической активностью и микробным разнообразием. Черноземные почвы способны также противостоять действию поступающих в почву токсикантов, т. е. обладают хорошей буферностью.

Следовательно, сохранение и увеличение содержания гумуса в почве, осушение и разуплотнение её – важнейшие условия выращивания экологически безопасных сельскохозяйственных культур.

Проблема получения экологически безопасной продукции растениеводства заключается в снижении содержания ксенобиотиков и повышении биологического качества сельскохозяйственных культур. Решение этой проблемы возможно по трём направлениям.

1. Подбор культур и сортов (особенно при повышенном содержании в почве радионуклидов), обеспечивающих получение безопасной растениеводческой продукции.



2. Выбор почвы и условий рельефа, оптимальных для культуры и сорта и минимизирующих накопление в них ксенобиотиков. Контурно-экологические севообороты позволяют наиболее полно учитывать почвенные условия возделывания конкретной сельскохозяйственной культуры и её биологические особенности.

3. Совершенствование технологии возделывания сельскохозяйственных культур, научно обоснованное применение пестицидов, микро- и макроудобрений. Для получения экологически безопасной продукции необходимо соизмерять внесение удобрений со способностью культуры ассимилировать содержащиеся в них питательные элементы без загрязнения продовольственной и фуражной продукции вредными веществами, а нагрузки пестицидов на сельскохозяйственный ландшафт – с интенсивностью физико-химических и биологических процессов их деструкции в окружающей среде и продуктах урожая.

Для получения экологически безопасной растениеводческой продукции необходимы:

- ресурсосберегающие и природоохранные технологии, создание на их базе замкнутых оборотных и безотходных производственных циклов на животноводческих предприятиях и на мелиоративных системах, а также на предприятиях перерабатывающей промышленности;

- оптимизация природных механизмов регулирования численности вредителей, сорняков и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур; на базе адаптивных агроландшафтов интегрированная защита растений;

- эффективное управление биологическими процессами, создание экосистем и ландшафтов с заданными свойствами.

С целью минимизации обработки почвы при загрязнении её радионуклидами применяют известкование, внесение фосфорно-калийных удобрений, микроудобрений и др.

Большое значение имеют мероприятия по защите окружающей среды и сельскохозяйственного производства от химического и микробиологического загрязнения. При существующей системе земледелия значительная часть площади сельскохозяйственных угодий эродирована, переуплотнена, загрязнена и т. д. Ежегодная интенсивная обработка почвы тяжеловесными машинами, нерегламентированное применение удобрений и ядохимикатов отрицательно влияют на экологическую систему

почва – растение – животное – человек, что приводит к снижению плодородия почв, продуктивности полей, химическому загрязнению производимого сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов.

Таким образом, производство экологически безопасной продукции является важнейшей компонентой социально-экономического развития.

### **Конструирование севооборота.**

Для предотвращения почвы от эрозии необходимо:

- включать в севооборот многолетние бобовые травы (25-40% площади); при этом потери от эрозии в 3-8 раз меньше, чем при традиционной системе;

- использовать разнообразные культуры, отличающиеся основными характеристиками (биология развития, повреждаемость вредителями, поражаемость болезнями, конкурентоспособность, мощность корневой системы, интенсивность поглощения отдельных элементов питания, влаги и др.);

- не допускать длительных периодов «парования» пашни;

- включать в севооборот хотя бы одну промежуточную культуру, используемую в качестве сидератного удобрения или в кормовых целях;

- создавать гибкость севооборота для вынужденной замены той или иной культуры при экстремальных условиях.

### **Особенности обработки почвы.**

В органическом земледелии целесообразна только поверхностная обработка почвы без оборота пласта, что содействует биологической активности почв (растительные остатки и навоз, заделанные в верхний слой, способствуют активному развитию микрофлоры). Неглубокая вспашка почвы (15-20 см) рекомендуется только в том случае, если ее нельзя избежать, например при обработке пласта.

### **Применение удобрений и плодородие почв.**

Рекомендуется восполнять элементы питания в основном за счёт трёх источников: различных органических удобрений, труднорастворимых минеральных веществ и азотфиксирующих растений. В обеспечении энергетическим материалом микрофлоры (следовательно, и в поддержании продуктивной способности почвы), в снабжении растений питательными веществами основная роль принадлежит органическим удобрениям. Органические удобрения рекомендуется использовать с

ферм, где производство продукции животноводства организовано на биологических принципах. Критерием применения этих удобрений является норма внесения на 1 га севооборотной площади, обеспечивающая бездефицитный баланс гумуса в почве.

#### **Подбор культур и сортов; семеноводство.**

В условиях земледелия целесообразно использовать сорта, устойчивые к вредителям, болезням и экстремальным погодным условиям. Они должны иметь относительно высокую продуктивность при низком уровне внесения химических средств. Семена рекомендуется завозить из тех сельскохозяйственных предприятий, в которых производство их организовано на биологических принципах. Запрещается использовать семена, обработанные химическими протравителями, за исключением частных случаев (например, установлено, что необработанные семена не взойдут).

#### **Защита растений от вредителей и болезней.**

В борьбе с вредителями и болезнями большое значение придается механизму саморегулирования агроэкосистемы. Решающее значение имеют севооборот и правильное чередование культур в нём, а также агротехнические приёмы по уходу за растениями. Очень важно сбалансированное внесение удобрений, использование сидератных культур, смешанных посевов сельскохозяйственных культур, расширение посевов растений, устойчивых к вредителям и болезням, сохранение полезных организмов (энтомофагов) против вредителей растений, грибов, бактерий, нематод и вирусов, а также насыщение агрофитоценозов полезными организмами. При этом необходимо снижать плотность популяции вредных организмов до экономически безопасного уровня.

#### **Борьба с сорняками.**

При освоении альтернативного метода ведения земледелия непременными условиями успеха являются предотвращение заноса на поля новых семян сорняков, уничтожение имеющихся в почве жизнеспособных семян и органов вегетативного размножения сорняков, подавление и уничтожение растущих сорняков в посевах культур и естественных кормовых угодьях. В качестве предупредительных мер рекомендуются следующие:

- применение для посева тщательно очищенных от сорняков семян;

- скармливание животным отходов очистки семенного и продовольственного зерна и других продуктов с предварительной механической и термической обработкой;
- обкашивание участков, межей, обочин полей до обсеменения сорных растений;
- содержание в чистом состоянии всех сельскохозяйственных машин, особенно уборочной техники;
- рыхлое хранение навоза с целью уничтожения жизнеспособных семян сорняков при самосогревании;
- своевременная уборка зерновых культур на низком срезе (уменьшение высоты среза с 20 до 10-12 см сокращает количество осыпавшихся семян сорняков примерно в 10 раз).

В борьбе с сорняками применяют следующие высокоэффективные приёмы:

- включение в севооборот пожнивных культур, обладающих способностью биологического подавления сорняков и оздоровления почвы;
- сочетание различных по глубине и интенсивности основных, предпосевных и междурядных обработок;
- применение специальных машин, использование мульчирующих веществ, соблюдение густоты стояния растений.

### **Система машин.**

Основными требованиями, реализуемыми при подборе рабочих машин, являются энергосбережение, экономическая эффективность, обусловленная в первую очередь высокой производительностью машин и орудий, а также экологичность как показатель качества выполняемых технологических операций. При этом приоритет принадлежит экологичности и экономичности техники. Почвообрабатывающие машины и орудия должны обеспечивать эффективное уничтожение сорняков, особенно многолетних, благоприятное сложение пахотного и корнеобитаемого слоев почвы, повышать ее противэрозионную устойчивость.

Критерием экологичности машин и орудий является уровень уплотняющего воздействия на почву по контактному давлению и расчетному напряжению на глубину 0,5 м. Этому критерию удовлетворяют отечественные гусеничные трактора сельскохозяйственного назначения и колесные трактора.

## **ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

В нашей стране природоохранные мероприятия регламентируются Федеральным законом «Об охране окружающей среды».

В законе, (ст. 42) изложены требования в области охраны среды при эксплуатации объектов сельскохозяйственного назначения.

1. При эксплуатации объектов сельскохозяйственного назначения должны соблюдаться требования в области охраны окружающей среды, проводиться мероприятия по охране земель, почв, водных объектов, растений, животных и других организмов от негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду.

2. Сельскохозяйственные организации, осуществляющие производство, заготовку и переработку сельскохозяйственной продукции, иные сельскохозяйственные организации при осуществлении своей деятельности должны соблюдать требования в области охраны окружающей среды.

3. Объекты сельскохозяйственного назначения должны иметь необходимые санитарно-защитные зоны и очистные сооружения, исключающие загрязнение почв, поверхностных и подземных вод, водосборных площадей и атмосферного воздуха.

Изложены требования в области охраны окружающей среды при мелиорации земель, размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию и эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений. Мелиорация земель не должна приводить к ухудшению состояния окружающей среды, нарушать устойчивое функционирование естественных экологических систем (ст. 43).

Предусмотрены требования в области охраны окружающей среды при использовании радиоактивных веществ и ядерных материалов (ст. 48).

При использовании в сельском и лесном хозяйствах химических веществ юридические и физические лица должны выполнять правила производства, хранения, транспортировки и применения химических веществ, используемых в сельском и лесном хозяйствах, а также при-

нимать меры по предупреждению негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности и ликвидации вредных последствий для обеспечения качества окружающей среды, устойчивого функционирования естественных экологических систем и сохранения природных ландшафтов (ст. 49). Запрещается применение токсичных химических препаратов, не подвергающихся распаду.

При размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации опасных производственных объектов, применении технологий, связанных с негативным воздействием микроорганизмов на окружающую среду, должны соблюдаться требования в области охраны окружающей среды, природоохранные нормативы, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций микроорганизмов, государственные стандарты и иные нормативные документы в области охраны окружающей среды (ст. 50).

### **Требования в области охраны окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления (ст. 51).**

1. Отходы производства и потребления, в том числе радиоактивные отходы, подлежат сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению, условия и способы которых должны быть безопасными для окружающей среды и регулироваться законодательством Российской Федерации.

2. Запрещается:

- сброс отходов производства и потребления, в том числе радиоактивных отходов в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площадки, в недра и на почву;

- размещение опасных и радиоактивных отходов на территориях, прилегающих к городским и сельским поселениям, в лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зонах, на путях миграции животных, вблизи нерестилищ и в иных местах, в которых может быть создана опасность для окружающей среды, естественных экологических систем и здоровья человека;

- захоронение опасных и радиоактивных отходов на водосборных площадках, подземных водных объектах, используемых в качестве ис-

точников водоснабжения, бальнеологических целях, для извлечения ценных минеральных ресурсов и др.

В целях охраны условий жизнедеятельности человека, среды обитания растений, животных и других организмов вокруг промышленных зон и объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, создаются защитные и охранные зоны (ст. 52).

Для наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе в районах расположения источников антропогенного воздействия и воздействия этих источников на окружающую среду, а также в целях обеспечения потребностей государства, юридических и физических лиц в достоверной информации, необходимой для предотвращения и (или) уменьшения неблагоприятных последствий изменения состояния окружающей среды осуществляется государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг) в соответствии с законодательством Российской Федерации (ст. 63).

Закон предусматривает контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль) в целях обеспечения органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, юридическими и физическими лицами исполнения законодательства в области охраны окружающей среды, соблюдения требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны окружающей среды, а также обеспечения экологической безопасности (ст. 64), т. е. должен осуществляться государственный, производственный, муниципальный и общественный контроль в области охраны окружающей среды.

В целях формирования экологической культуры и подготовки специалистов в области охраны окружающей среды предусматривается система всеобщего и комплексного экологического образования, включающая в себя дошкольное и общее образование, среднее, профессиональное и высшее профессиональное образование, послевузовское про-

фессиональное образование, профессиональную переподготовку и повышение квалификации специалистов, а также распространение экологических знаний, в том числе через средства массовой информации, музеи, библиотеки, учреждения культуры, природоохранные учреждения и другие организации (ст. 71).

За нарушение закона в области охраны окружающей среды устанавливается имущественная, дисциплинарная, административная и уголовная ответственность в соответствии с законодательством (ст. 75).

В Конституции Российской Федерации и в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» закреплено положение о праве каждого на благоприятную окружающую среду. При этом каждый гражданин обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам, которые являются основой устойчивого развития, жизни и деятельности народов, проживающих на территории Российской Федерации.

Соблюдение перечисленных требований и нормативов в области охраны окружающей среды может обеспечить устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, в том числе агроэкосистем.

Однако в настоящее время масштабы загрязнения окружающей среды имеют опасную тенденцию вследствие прямого воздействия на живые организмы и опосредованно в результате резкого изменения физико-химических параметров литосферы, атмосферы и гидросферы.

Возрастающее количество отходов создает прессинговую нагрузку на почвенно-растительный покров.

В биосферу попадают чуждые ей вещества, отрицательно воздействующие на живые организмы.

Проблема охраны окружающей среды неразрывно связана с проблемой качества сельскохозяйственной продукции.



## ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЭКОСИСТЕМ УДОБРЕНИЯМИ

В зависимости от использования удобрения могут улучшать или ухудшать качество растениеводческой продукции. При неправильном применении удобрений получается отрицательный эффект, т. е. наблюдается загрязнение природной среды, ухудшается качество выращиваемых сельскохозяйственных культур.

**Навоз и помёт.** Традиционные (подстилочные) навоз и помёт используют как органическое удобрение. Однако не во всех хозяйствах их правильно подготавливают, хранят и используют. Навоз и помёт, используемые в нативном (свежем) состоянии, могут быть источниками семян сорных растений, возбудителей заразных болезней животных и человека.

Навоз и помёт лучше хранить в составе компостов в хранилищах или штабелях, а после внесения на поля быстро запахивать.

Использование бесподстилочного навоза и помёта технологически сложнее, поскольку они имеют более высокую влажность и накапливаются в больших объёмах.

**Биогумус, копролит, вермикомпост.** Ценнейшим органическим удобрением является биогумус – продукт, вырабатываемый червями.

Биогумус, копролит, вермикомпост – удобрение, получаемое в результате переработки компостными дождевыми червями и сопутствующими гетеротрофными организмами органических веществ. В таких субстратах преобладающим видом являются компостные дождевые черви, так как именно из массы их копролитов (экскрементов) и образуется удобрение. В его формировании принимают участие микрофлора и микрофауна, входящие в состав биоценоза компостного бурта. Копролит в зависимости от исходных органических отходов и технологии их компостирования имеет определенные качественные и количественные параметры, которые можно контролировать.

Вермикомпост превосходит все известные органические удобрения, по содержанию необходимым растениям питательных элементов и гумуса, богат микрофлорой, стимуляторами роста, лишен запаха, семян сорняков, хорошо хранится, обладает высокой влагоёмкостью и прочностью гранул, повышает урожайность, обеспечивая более ранний выход продукции (на одну-две недели), повышает стойкость против болезней и вредителей как при выращивании, так и при хранении, служит

средством для воспроизводства плодородия почв, их реанимации, уменьшает расходы на транспортировку и применение, и, главное, гарантирует получение экологически чистой продукции.

Содержащиеся питательные вещества находятся в хорошо сбалансированной форме, медленно растворяются в воде и тем самым обеспечивают растения питанием длительное время.

Из 1 т подготовленного субстрата в пересчёте на сухое вещество получают до 600 кг ценнейшего органического удобрения с содержанием от 25 до 40 % гумуса, влажностью 60-65 %, остальные 400 кг трансформируются в 100 кг полноценного белка в виде биомассы червя.

Копролиты составляют основную часть биогуруса или вермикомпоста (не менее 80 %), отличаются повышенной концентрацией питательных веществ.

Чистый биогурус (при влажности до 50 %) представляет собой сыпучий крупнозернистый субстрат с частицами около 1 мм в диаметре.

Копролиты – образуются в кишечнике дождевых червей за счёт склеивания органических и минеральных частичек, чему способствуют выделяемые микроорганизмами слизь и каменистые вещества. За сутки каждый червь пропускает через свой кишечник количество земли и растительных остатков, примерно равное массе его тела.

Проходя через кишечник червя, остатки разлагаются до более простых соединений, почвенные частицы обогащаются кальцием, магнием, нитратами, фосфорной кислотой – происходит биохимическое преобразование растительного материала и формирование гумусовых веществ.

Большинство минеральных соединений в кишечнике дождевого червя превращаются в доступные для растений формы. Кроме того, благодаря выработке в особых известковых железах пищевода червей кальцита, нейтрализуются содержащиеся в субстрате кислоты.

Биогурус превосходит традиционные органические удобрения по действию на рост, развитие и урожайность различных сельскохозяйственных культур. В нем содержится 40-60% сухой органической массы и значительно больше азота, фосфора, калия относительно традиционных органических удобрений.

Особую ценность биогурусу придают гуминовые кислоты, содержание которых колеблется от 5,6 до 17,6% на сухое вещество.

Гуминовые кислоты способны проникать через растительные мембраны, играя роль стимуляторов роста.

Кроме того, молекулы гуминовых кислот образуют комплексные соединения с минеральными компонентами (прежде всего с биогенным кальцием), что позволяет долго сохраняться в виде стойких образований. Это даёт возможность использовать биогумус для улучшения агрофизических свойств почв, предназначенных для выращивания сельскохозяйственных культур, и совмещать посев с внесением биогумуса или вермикомпоста сеялками.

Биогумус содержит подвижную (водорастворимую) фракцию гуматов – гуматы лития, калия, натрия. Это самые ценные и легко усваиваемые для растений вещества. При очень низких концентрациях они стимулируют развитие корневой системы, ассимиляционного аппарата, усиливают фотосинтез, поступление в растение минеральных солей из почвы и почвогрунтов, происходит снижение содержания нитратов в готовой продукции на 50%. Физиологически активные вещества повышают коэффициент использования минеральных удобрений. Они рекомендуют применять их в смеси с минеральными удобрениями или на их фоне. При таком использовании урожайность повышается в полевых и лабораторных опытах более чем на 25-35%.

Рассчитано, что каждая тонна биогумуса содержит (при 50% влажности) около 150 кг гумуса и 30-40 кг элементов питания в доступной для растений форме.

Одним из важнейших свойств биогумуса является наличие в нем огромного количества микроорганизмов кишечника червя. В кишечнике червей происходит массовое размножение микрофлоры. Известно, что в процессе трансформации веществ в биогумус участвуют >2000 видов бактерий и около 50 видов грибов.

В 1 грамме биогумуса присутствует до  $1,7 \cdot 10^{17}$  микроорганизмов, большая часть которых – актиномицеты и нитрифицирующие бактерии, что в 100 раз больше, чем в навозе животных (150-350 млн. клеток).

В процессе вермикомпостирования возрастает численность целлюлозоразрушающих микроорганизмов и нитрификаторов, численность гетеротрофных микроорганизмов и нематод заметно уменьшается.

Использование биогумуса в качестве почвосмеси в закрытом грунте увеличивает количество аммонифицирующих бактерий и азотобактера.

Внесение биогумуса значительно улучшает микробную структуру почвы и тепличных грунтов, увеличивая общее число бактерий. Это, в свою

очередь, интенсифицирует «активность» микробных процессов в почве и улучшает усвоение растениями необходимых питательных элементов.

После переработки навоза дождевыми червями в биогумусе не только сохраняются питательные для растений вещества, но и снижается концентрация токсичных элементов и количество болезнетворных микроорганизмов. При замене навоза на биогумус можно ожидать постепенного снижения концентрации тяжёлых металлов, радионуклидов и других токсичных элементов в почве, последующего улучшения биогенности почвы и общего состояния агроценозов. Однако в вермикомпосте помимо агрономически полезных групп микроорганизмов, могут развиваться патогенные грибы и бактерии – возбудители болезней растений, что обуславливает необходимость микробиологического контроля.

Отличительная особенность биогумуса и в том, что он не содержит жизнеспособных семян сорных растений. В навозе и компосте традиционного приготовления количество сорняков достигает нескольких миллионов в одной тонне.

Органический субстрат проходит через мускулистый желудок и кишечник червей, семена при этом перетираются с частицами песка, повреждают семенную оболочку и теряют жизнеспособность.

За счёт интенсивной ферментации в биогумусе аккумулировано большое количество биологически активных веществ: ауксинов, цитокининов, гиббереллинов, ферментов, витаминов, ростовых веществ, антибиотиков, полезной микрофлоры. Они являются продуктами жизнедеятельности микроорганизмов кишечника червя и благоприятно влияют на растения.

Копролиты дождевых червей являются достаточно прочными структурными компонентами почвы и при пребывании в ней в течение длительного времени сохраняют свою форму и микростроение; они долго сохраняют повышенное, относительно почвы, содержание подвижных форм элементов и соединений калия, кальция, хлора, натрия и нитратной и аммиачной форм азота.

Химический состав биогумуса зависит от вида органических отходов, наполнителей, используемых при составлении субстратов, технологии их подготовки и других факторов. Согласно международному стандарту, биогумус должен соответствовать следующим требованиям: влажность – 30-40%; органическое вещество – 20-30%; водорастворимые соли – 0,5%; значение pH – 6,5-7,5; общий азот – > 1,5%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,2-

1,3%;  $K_2O$  – 1,1-1,2%; соотношение углерода к азоту (C:N) – 15; Mg – 1,0%; Ca – 4,0%.

В базе данных Минсельхоза России имеются ТУ 9891-007 - 11158098 – 96, разработанные для копролита (табл. 11).

11. ТУ 9891-007-11158098 – 96 для биогумуса  
(по данным Минсельхоза РФ)

Наименование показателя	Группа А	Группа В	Группа С
Влажность, %	35-45	45-55	55-65
Степень гумификации органической составляющей (по органическому углероду), %	20 и более	17-20	15-17
Общее (валовое) содержание азота ( $N_{\text{общ.}}$ ) в пересчете на сухое вещество, %	0,5 и более	0,5 и более	0,5 и более
Фосфор ( $P_2O_5$ ), мг/100 г сухого вещества	850 и более	220-850	170-220
Калий ( $K_2O$ ), мг/100 г сухого вещества	650 и более	200-650	120-200
Наличие патогенов и фитопатогенов	Не допускается (отс.)		
Наличие жизнеспособных семян сорных растений, тыс. шт. в тонне	Не допускается (отс.)		

Но, в рекомендациях и рекламных проспектах по применению различных видов биогумуса и почвогрунтов приведены сведения только об общем содержании азота, фосфора и калия (NPK), магния (Mg) и значений pH, и в большинстве случаев они не соответствуют требованиям ни ТУ РФ № 949-91, ни международным стандартам.

Таким образом, очевидны следующие преимущества биогумуса в отличие от традиционных компостов:

- содержит необходимые для растений элементы питания в легкоусвояемой форме (калия больше в 10-11 раз, фосфора в 7 раз, кальция и магния в 2 раза);

- микрофлора составляет 2000 млрд. колоний в 1 г, что в 1000 раз больше, чем в навозе. Микроорганизмы биогумуса стимулируют биохимические почвенные процессы, способствуют переводу токсичных форм тяжелых металлов в малоподвижные соединения, разложению пестицидов и агрохимикатов, обеззараживанию компоста, подавлению развития патогенных бактерий;

- содержит значительное количество (от 5,6 до 21% в расчете на сухое вещество) гуминовых кислот, которые являются показателем качества биогумуса. Коэффициент гумификации 20-25%, что в 1,5-2 раза больше, чем в компосте. Гранулированные гумусные удобрения превосходят навоз по содержанию гумуса в 4-8 раз;

- биогумус не содержит семян сорных растений, гельминтов, личинок и яиц насекомых, остатков пестицидов, хлоридов, нитратов;

- при хранении не загрязняет окружающую среду, срок хранения не ограничен;

- увеличивает урожайность в среднем в 1,3-1,5 раза по сравнению с навозом.

Биогумус (копролит) наиболее эффективен в защищенном грунте и при возделывании культур особенно требовательных к условиям питания, а также в цветоводстве, садоводстве, виноградарстве.

Применяют 3 основных способа внесения биогумуса:

- равномерное распределение крупной фракции по поверхности почвы под культивацию (разбросное внесение);

- внесение в рядки при посеве семян, посадке картофеля, рассады и деревьев (локальное внесение);

- опрыскивание растений раствором водного экстракта биогумуса мельчайшей фракцией (внекорневая подкормка).

Наиболее эффективно локальное внесение, так как обеспечивает максимальное использование питательных элементов растениями.

Водные настои гумусного удобрения (в 1 л воды размешивают один стакан биогумуса и настаивают около суток) высокоэффективны при проращивании семян овощных культур. Замоченные семена дают дружные всходы, повышается устойчивость рассады к болезням.

Фенологические наблюдения свидетельствуют о том, что вермикомпост стимулирует рост и развитие растений, увеличивает сопротивляемость растений к поражению болезнями и вредителями, способствует более быстрому созреванию урожая.

В тепличных грунтах оптимальной дозой биогумуса является: с почвой – 15%; с нейтральным наполнителем – 40%.

Применение вермикомпоста, стимулятора роста (РР) и их сочетания в защищенном грунте обеспечивает получение высококачественной рассады, хорошую завязываемость плодов, раннее вступление в плодоношение, равномерную отдачу урожая.

Использование биогумуса в овощеводстве экономически эффективно. При сплошном внесении 2,5-3 т/га и локальном – 250-300 кг/га биогумуса производственные затраты сокращаются в 3-5 раза на 1 га по сравнению с внесением традиционных органических удобрений. Условно чистый доход от применения биогумуса в овощеводстве в 20 раз выше по сравнению с навозом КРС.

Расходы на производство биогумуса перекрываются сокращением затрат на его внесение, повышением количества и качества урожая.

Итак, копролит или биогумус всё шире и шире применяют в овощеводстве. Экспериментально доказано положительное влияние этого удобрения на продуктивность и качество овощных культур открытого грунта.

**Минеральные удобрения.** Загрязнение почвы минеральными удобрениями зависит от технологии внесения и физико-механических свойств удобрений; конструкции, пропускной способности машин и дозы вносимых удобрений; неравномерности, периодичности и дробности внесения удобрений; условий экологически безопасного применения машин для внесения удобрений.

Минеральные удобрения вносят, применяя наземную технику и сельскохозяйственную авиацию. Однако при использовании авиации загрязняются обширные территории (земли, леса) и акватории.

Основные недостатки применения авиации:

- требуется высокая культура проведения работ;
- повышается расход удобрений и снижается эффективность их внесения.

При использовании наземной техники применяют два способа внесения удобрений: внутрпочвенное, осуществляемое, как правило, при посеве или посадке, и поверхностное.

При использовании машин для внесения удобрений необходимо учитывать следующие факторы, обеспечивающие экологическую безопасность:

- максимальную рабочую скорость, от которой зависит расход удобрений;
- виды удобрений, пригодные для данной машины;
- максимальную и минимальную дозу внесения каждого вида удобрений.

Каждая машина должна быть укомплектована защитными устройствами, исключающими возможность рассыпания, выветривания или потери удобрений.

Периодичность внесения удобрений необходимо устанавливать с учётом результатов агрохимического обследования почвы. Количество загрязняющего вещества не должно превышать его фонового содержа-

ния. Заданную норму удобрений лучше вносить в несколько приёмов и прекращать подкормки за 4-10 недель до уборки урожая.

Чтобы с талыми водами удобрения не попали в другие экосистемы, не допускается их внесение на замерзшую и (или) покрытую снегом почву.

По окончании работы машины для внесения удобрений должны быть вымыты при переходе на другие виды удобрений. Образующиеся при этом стоки необходимо собирать и очищать до норм сброса в водоемы.

### ***Экологически безопасные удобрения и почвенные мелиоранты.***

Некоторые сельскохозяйственные культуры, используемые на зелёные удобрения, могут быть эффективными источниками повышения плодородия почв. Так, в условиях неустойчивого увлажнения более эффективны сидеральные культуры – многолетние бобовые травы. Максимальное количество сухого вещества поступает в почву с биомассой донника жёлтого и белого (5,3-6,6 т/га). При этом в почву возвращается из расчета на 1 га до 415 кг азота, 97 кг фосфора, 338 кг калия и 240 кг кальция, 38-74% общего азота в доннике, эспарцете, клевере и вике поступает из атмосферы.

Для повышения продуктивности подсолнечника рекомендуется предпосевная обработка семян микроэлементными композициями на лигниновой основе МиБАС или на основе микроэлементнофосфатидного комплекса, разработанного во ВНИИ масличных культур. Использование этого комплекса повышает урожайность семян на 0,22-0,27 т/га и сбор масла на 1,4-1,6 ц/га.

Разработана технология аэробной твёрдофазной смеси птичьего помёта с компонентами на основе термофильного процесса, позволяющая получать высокоэффективное удобрение «Россис». По удобрительной ценности его можно отнести к самому высокому классу. В 1 кг удобрения содержится органического вещества – 483 г, органического углерода – 242 г, общего азота – 11,4 г, фосфора – 8,4 г, кальция – 47,5 мг-экв./100 г, магния – 15,4 мг-экв./100 г. Однако из-за невысокого содержания калия (3,3 г) его необходимо обогащать калием, особенно для культур с повышенной потребностью в этом элементе.

Донским селекционным центром рекомендовано использовать экоплодогумус. Это органо-минеральное удобрение, способное повышать содержание гумуса в почве более чем на 1%. Оптимальная его доза под зерновые культуры 0,5-1 т/га с обязательным внесением азотных удобрений ( $N_{10} - N_{20}$  на 1 га посева) в рядки. Учитывая влияние экопло-



догумуса на другие культуры, дозу можно увеличивать до 1,5-3 т/га. Лучший способ внесения этого удобрения – под основную обработку почвы. Применение экоплодогумуса повышает урожайность и содержание белка в зерне, улучшает фитосанитарную обстановку.

## **ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ**

В настоящее время признано, что наиболее приемлемыми и эффективными методами борьбы с вредными организмами являются интегрированные системы защиты растений, которые предусматривают: высокий уровень агротехники; выращивание растений, устойчивых к вредителям и болезням; использование биометода и приёмов, сохраняющих и активизирующих деятельность природных энтомофагов и других организмов, регулирующих численность вредителей, развитие фитопатогенов и сорняков; использование агрохимических мер подавления вредителей на основе анализа агробиоценоза с учетом порогов вредоносности.

*Агротехнические приёмы.* Высокий уровень агротехники – лучшее средство борьбы с вредителями, болезнями и сорняками. При этом создаются хорошие условия для роста и развития растений и неблагоприятные для жизнедеятельности вредителей и возбудителей болезней. Например, ежегодная смена культур в севообороте сдерживает размножение злаковых тлей, трипсов, проволочников, гусениц капустной моли, капустной совки, исключает бактериозы, переноспороз и другие болезни.

В результате плужной вспашки эрозионное разрушение почвы приняло огромные масштабы, что сопряжено с ущербом для природной среды. За границей (США, Канада, Австралия) замена отвального плуга почвозащитными плоскорезными орудиями позволила полностью отказаться от применения пестицидов, получить большой экономический эффект. Наряду с мелиоративными приёмами рекомендуется отбирать растения, отличающиеся высокой устойчивостью к болезням и вредителям, что позволяет получать экологически безопасную растениеводческую продукцию.

Действенным биологическим средством защиты растений от вредителей является топинамбур, или земляная груша (подсолнечник клубненосный). Эта культура даёт огромную биомассу, неприхотлива к почвам, может использовать промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды, а также навозные стоки, рекультивирует илонакопители,

восстанавливает плодородие почв. До недавнего времени топинамбур возделывался преимущественно на кормовые цели. Клубни его содержат все незаменимые аминокислоты, богаты фосфором (3,7% от общей золы) и калием (47,7%), железом (3,7%), кремнием (10%), натрием (10,2%), кальцием (3,3%) и хлором (3,9%), а также витаминами: каротина 12-42 мг в 1 кг, С – осенью 318 мг, весной 42-124 мг, В<sub>1</sub> – 7,6 мг, В<sub>2</sub> – 0,8-3 мг, РР – 10,7-27,2 мг, холина – 1936-3100 мг.

Эта культура не накапливает загрязнители до уровней, отрицательно влияющих на живой организм; не нуждается в обработке ядохимикатами, поскольку устойчива против многих болезней и вредителей, в том числе фитофторы, колорадского жука и нематоды, что даёт очень здоровую и биологически чистую растительную продукцию для человека и животных.

**Экологическая селекция растений.** Это новое научное направление, представляющее собой совокупность приёмов и методов, обеспечивающих получение сортов и гибридов с максимальной и устойчивой продуктивностью при соблюдении экологически безопасной технологии культивирования и минимального накопления загрязнителей в продукции. Экологическая селекция растений объединяет при взаимосвязанных направлениях адаптивную селекцию энергетически эффективных сортов и селекцию, обеспечивающую снижение содержания пестицидов в продукции (создание форм с минимальным накоплением нитратов, тяжёлых металлов, радионуклидов в растениях).

Цель адаптивной селекции – повышение устойчивости растений к биотическим факторам среды. Селекция энергетически эффективных сортов основана на изучении генетической природы энергетически эффективных сортов: определение наследования в различных условиях среды, доноров высокой энергетической эффективности, её морфофизиологической и биохимической природы.

**Трансгенные растения.** Это направленно изменённые растения и их потомки, которые содержат гены как минимум одного неродственного вида.

Сорта и виды трансгенных сельскохозяйственных культур созданы методами генной инженерии, включающими перенос генов от неродственных видов. Первоначально они предназначались в основном для использования в системе защиты растений, в частности, как альтерна-

тива пестицидам. В настоящее время они являются потенциальным фактором эволюции растениеводства.

Для получения растений-пестицидов, т. е. сортов, синтезирующих белок, летальный для личинок многих вредителей, чаще использовали ген *Bacillus thuringensis* (сокращенно Btсорта). С 1996-1997 гг. эти растения преобладали в сое, кукурузе, картофеле и других культурах.

Отношение к трансгенным культурам неоднозначно. В Европе относятся к таким культурам очень осторожно и в производстве их практически не используют. В странах Азии и Латинской Америки трансгенные растения применяют в растениеводстве, но с определенными оговорками.

По мнению многих исследователей, широкое использование трансгенных сельскохозяйственных культур может вызвать следующие негативные последствия:

- нарушение экологического равновесия в результате получения и распространения новых, не существующих в природе растений, а также более широкого использования гербицидов на культурах, устойчивых к ним;
- появление резистентных к пестицидам популяций вредителей, микроорганизмов и сорняков;
- отрицательное влияние на здоровье людей, обусловленное возможным аллергенным или иным воздействием чужеродных белков и генетического материала.

Однако есть мнение, что трансгенные культуры не представляют опасности для здоровья человека. Имеет значение только морально-этический аспект данной проблемы. Однако результаты исследований, проведенных в США, свидетельствуют о необходимости тщательного изучения безопасности трансгенных продуктов массового потребления. В связи с этим различные организации выступают против применения трансгенных пищевых продуктов.

**Энтомофаги.** Одним из направлений биологической защиты растений является использование полезных насекомых (энтомофагов) для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур.

В природе имеется большое количество таких насекомых: божьи коровки, златоглазки, галлицы, личинки мух сирфид и др. Они поедают много яиц, личинок вредных насекомых, предотвращая таким образом их воздействие на растения. Отдельные энтомофаги (например, трихограмма, энкарзия, фитосейулюс) способны размножаться в лаборатор-

ных условиях. Поэтому их культивируют и широко используют в растениеводстве.

Накоплен опыт интродукции и акклиматизации паразитов и хищников. В большинстве случаев их использование позволяет защитить растения от вредителей и полностью отказаться от химических средств защиты.

Для повышения эффективности природные энтомофаги можно использовать следующим образом:

- природные популяции разводят в искусственных условиях и периодически выпускают для насыщения ими окружающей среды;
- посев нектароносных культур для дополнительного питания взрослых насекомых, что увеличивает их плодовитость и продолжительность жизни;
- выращивание в лесополосах, на обочинах дорог и на границе многолетних плодовых насаждений культур-хозяев других насекомых, являющихся альтернативными хозяевами для паразитов.

Регулирование сроков проведения агротехнических мероприятий (без ущерба для урожая) позволяет воздействовать на вредителей путём создания благоприятных условий для развития паразитов. Например, поздний посев озимых культур приводит к очищению популяции гессенской мухи от паразитов, так как муха вылетает раньше их.

С целью реализации способов биологической защиты растений разработаны технологические процессы и оборудование для массового разведения и применения габробракона, элазмуса, дибрахиса, подизуса, яйцеедов клопа, вредной черепашки и других энтомофагов. Габробракона и элазмуса разводят на гусеницах мельничной огневки; дибрахиса, элазмуса и габробракона – на гусеницах вошинной моли. При этом для поддержания высокой жизнеспособности паразитов проводится плановая смена насекомых-хозяев. Чтобы исключить близкородственное скрещивание, приводящее к нарушению половой структуры лабораторных популяций и инбридинговой депрессии, требуется регулярное обогащение их особями из природных биоценозов.

Предложен способ защиты агроценозов с использованием пауков *Aganai*. Считается, что вместе взятые различные энтомофаги уничтожают гораздо меньше насекомых, чем пауки. Подсчитано, что общая масса уничтоженных пауками насекомых на площади 1 га за лето может составить 37,5 кг. Среди этих насекомых оказываются следующие вредители посевов: вредная черепашка, колорадский жук, луговой моты-

лек, различные виды тлей, молей, листоблошек, листоверток, растительноядных клещей, масса двукрылых. Среди уничтоженных вредителей могут быть и кровососы (эктопаразиты животных).

Ниже приведены энтомофаги для борьбы с полевыми вредителями.

Энтомофаги	Против чего используются, норма выпуска
Трихограмма эваценсенс	Яйцевой паразит комплекса совок и кукурузного мотылька. Эффективная норма выпуска 100-150 тыс./га
Трихограмма нубилали	Яйцевой паразит для борьбы с мотыльком кукурузным. Эффективная норма выпуска 100-150 тыс./га
Трихограмма пинтой	Яйцевой паразит для борьбы с совками на сахарной свекле и других культурах. Эффективная норма выпуска 100-200 тыс./га
Подизус макулицентрис	Хищник колорадского жука, полифаг. Эффективная норма выпуска не определена; зависит от стадии, на которой используется этот энтомофаг. Около 50 тыс./га; эффективен на раннем картофеле

Основные лимитирующие факторы, ограничивающие численность пауков в агроценозах:

- огромные масштабы сплошных посевов сельскохозяйственных культур, чередующихся с не менее обширными пастбищами, селитебными и промышленными зонами (отношение таких территорий к естественным составляет приблизительно 6:1 при оптимуме 1:1,5);
- обработка полей химическими препаратами;
- растянутая во времени вспашка, особенно зяблевая: наиболее «выгодна» для паучков вспашка полей под «пары» и под «зябрь» – до массового весеннего и осеннего лета паучков.

Оставляя на полях органические удобрения и поддерживая оптимальную влажность, можно ускорять воспроизводство пауков.

Таким образом, заменой инсектицидов биоагентами можно создать благоприятные условия для жизнедеятельности природных паразитов и хищников и обеспечить биологическую защиту растений.

**Энтомопатогенные микроорганизмы и микробиопрепараты.** Перспективным направлением в развитии биологического метода борьбы является использование микробиологических средств защиты растений.

Уничтожения вредных насекомых или снижения их плодовитости можно достичь, используя патогенные для них микробы.

У вредных насекомых выявлено и описано более 2000 вирусов из 19 семейств. Однако разрешены к применению только препараты на ос-

нове бакуловирусов, вирусы гранулеза и ядерного полиэдроза. В мире сейчас имеется около 40 коммерческих вирусных препаратов.

Наибольшее распространение получили бактериальные препараты на основе кристаллообразующих бактерий. Бактериальные средства защиты растений отличаются от химических тем, что они быстро инактивируются в природных условиях и не загрязняют окружающую среду токсическими веществами. Под воздействием солнечной радиации и фитонцидов листы они могут быстро (за 24 ч) потерять свою активность и в то же время в зависимости от погодных условий быть активными в течение 22 суток.

Бактериальные препараты не обладают фитотоксичностью, не влияют на запах и вкус обрабатываемых растений. После применения этих препаратов вред, наносимый насекомыми растениям, снижается уже через несколько часов после обработки. Очень важен эффект последствия биопрепаратов, выражающийся в снижении плодовитости обработанных насекомых, в рождении неполноценных особей.

Одним из наиболее перспективных микробиологических агентов являются грибы, обладающие гиперпаразитической и антибиотической активностью с достаточно высокой скоростью роста и размножения, конкурентоспособные, имеющие широкий диапазон адаптации к различным факторам внешней среды. В борьбе с возбудителями болезней растений широко используют энтомопатогенные грибы рода *Entomophthora*, *Aschersonia*, *Verticillium*, *Beauveria*, хищные грибы *Arthrobotrys*, грибы рода *Trichoderma*.

Для защиты сельскохозяйственных культур разработан ряд микопрепаратов: битоксибациллин и лепидоцид – бактериальные инсектицидные препараты на основе культуры *Bacillus thuringiensis*; ризоплан – на основе не образующей спор бактерии *Pseudomonas fluorescens*; бактофит – в качестве действующего вещества содержит бактерии - антагонисты *Bacillus subtilis* и выделяемый ими антибиотик, а также другие бактериальные препараты. *Trichodermin BL* – основа препарата – гриб *Trichoderma lignorum* (Tode) Nany, штамм М-10. *Nematophagin BL* – основа препарата – гриб *Arthrobotrys oligospora* Fres, штамм 3062 Д. *Verticillin* – основа препарата – гриб *Verticillium lecanii* и другие препараты. *Virin KS*, *Virin OS*, *Virin HS 2* – экологически чистые вирусные биопрепараты для борьбы с разными вредителями сельскохозяйственных культур.

В АО «Биотехнология» разработаны экологически безопасные биопрепараты, содержащие микроорганизмы-продуценты: азотовит, бактофосфин, резокомплекс, активаторы почвенной микрофлоры, прорастания семян, фотосинтеза, разложения стерни. Особенность их – они «включают» активность микроорганизмов в почве, повышая жизнедеятельность почвенного сообщества, происходит его оздоровление.

*Азотовит* обогащает почву биологическим азотом до 50 кг на 1 га. Он также синтезирует гетероауксин – регулятор роста, способствующий усилению процесса дыхания в клетках, что улучшает обмен веществ, продуцирует антибиотические вещества, подавляющие развитие в почве фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней растений: парши, бурой ржавчины, корневых гнилей и др.

*Бактофосфин* способствует мобилизации нерастворимых соединений фосфора в почве, повышению устойчивости растений к грибковым заболеваниям, улучшению экологии почв.

*Ризокомплекс* обогащает почву биологическим азотом, синтезирует биологические ростостимулирующие вещества, витамины, подавляет развитие фитопатогенной микрофлоры корневой зоны растений. Предназначен для предпосевной обработки семян бобовых культур.

*Активатор почвенной микрофлоры* способствует размножению полезной микрофлоры, вследствие чего повышается активность обменных процессов почва – растение, подавляется развитие фитопатогенной микрофлоры, оздоравливается биоценоз почвы.

*Активатор прорастания семян* увеличивает их всхожесть, подавляет рост возбудителей болезней семян, формирует здоровые крепкие всходы и ускоряет их появление.

*Активатор фотосинтеза* повышает интенсивность фотосинтеза, в результате чего увеличивается урожайность растений.

*Активатор разложения стерни* ускоряет разложение пожнивных остатков, обогащает почву углеродом, снижает содержание почвенной патогенной микрофлоры, активизирует формирование гумуса. Эффективен при получении компостов.

**Биологически активные вещества.** При защите растений используют вещества, регулирующие процесс роста, развития и поведения насекомых. К ним относят гормоны, феромоны, алломоны, ингибиторы синтеза хитина, антифиданты, хемотренизаторы. Эти соединения являются продуктами жизнедеятельности насекомых или растений-

хозяев. Их используют в малых дозах, поэтому они не опасны для человека и теплокровных животных, а также для окружающей среды. Но они нарушают закономерности процессов роста, развития, размножения или поведения насекомых-вредителей.

**Инсектицидные растения.** Для борьбы с вредными организмами можно использовать инсектицидные свойства растений, содержащих алкалоиды, гликозиды, сапонины, сложные эфиры, эфирные масла и другие химические соединения.

Применяют отвары и настои растений, которые обладают свойством отпугивать или уничтожать вредных насекомых. Они сравнительно безвредны для человека и теплокровных животных, недолго сохраняют токсичность на воздухе и солнце; их используют в более поздние сроки вегетации растений, чем пестициды.

Ниже рассмотрены широко культивируемые растения, которые можно применять для борьбы с вредными организмами.

*Белена черная* (*Hyoscyamus niger* L., сем. паслёновые – Solanaceae). Применяют в виде настоя порошка или отвара против тли, медяницы, паутинных клещей, растительноядных клопов.

*Девясил высокий* (*Inula helenium* L., сем. астровые – Asteraceae). Используют против листогрызущих и листососуших вредителей.

*Крапива двудомная* (*Urtica dioica* L., сем. крапивные – Urticaceae). Применяют для борьбы с тлей и как стимулятор роста.

*Лук репчатый* (*Allium cepa* L., сем. лилейные – Liliaceae). Шелуху и луковицы применяют против тли, паутинного клеща (на тыквенных), растительноядных клопов, уховертки обыкновенной, гусениц совки.

*Полынь горькая* (*Artemisia absinthium* L., сем. астровые – Asteraceae). Применяют для борьбы с листогрызущими гусеницами.

*Чемерица Лобеля* (*Veratrum lobelianum* Bernh., сем. лилейные – Liliaceae). Используют против рапсового цветоеда, жуков, свекловичного долгоносика, клубеньковых долгоносиков на бобовых растениях.

## БИОЛОГИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

В настоящее время состояние земельного фонда России можно оценивать как критическое, угрожающее экологической и продовольственной безопасности страны, поэтому наметился переход к экологически безопасным методам природопользования.



В сельскохозяйственной науке и практике экологизация земледелия имеет глубокие корни. Так, еще в XVIII в. П.Т. Болотовым были разработаны принципы «хозяйствования в согласии с природой». На Западе его иногда называют отцом экологического земледелия. В 30-е гг. XX в. В.Р. Вильямсом была предложена травопольная система земледелия, во многом согласующаяся с экологическими принципами.

В 60-е гг. XX в. Н.В. Тимофеев-Ресовский, опираясь на учение о биосфере В.И. Вернадского и теоретические концепции В.Н. Сукачёва, Б.Б. Полынова, а также ряда других учёных, сформулировал идею перевода сельского хозяйства на биогеоценологическую основу. При этом он указал на главные направления повышения биопродуктивности путём интенсификации всех основных звеньев биогеоценологического круговорота вещества и энергии в биосфере. К ним он отнёс интенсификацию фотосинтеза на входе в круговорот, интенсификацию биологического и почвенного круговорота и улавливание биопродукции в точке её выхода – «в геологию», в так называемый большой геологический круговорот вещества, куда вовлекаются глубокие слои литосферы.

В настоящее время существует несколько систем альтернативного земледелия.

### **Сэстейнинг (органическая система).**

Сущность ведения сельского хозяйства по этой системе состоит в полном использовании внутривозрастных ресурсов и создании условий для устойчивого роста производства безопасной для здоровья продукции при невысоком уровне затрат, охране окружающей среды, в первую очередь основных ее компонентов – почвы и воды.

Рекомендуется использовать навоз, компосты, костную муку, доломит, песок, мел, известь, базальтовую пыль и полевой шпат. Большое значение придается севооборотам, клеверу на зелёное удобрение. Для борьбы с вредителями применяют пиретрум, чеснок и никотин, бактериальные препараты.

### **Органо-биологическая система.**

Сущность системы – создание «живой и здоровой» почвы путём активизации жизнедеятельности микрофлоры. Хозяйство рассматривается как единый организм, в котором в совершенстве отлажены кругооборот и цикличность. Деятельность хозяйства базируется на принципах под-

ражания природной экосистеме: поля долгое время под растениями, остатки растений заделываются в верхний слой почвы, в севообороте возделываются бобово-злаковые травосмеси. Разрешено применять только органические (навоз, солома, сидераты) удобрения и минеральные медленно растворимые туки (томасшлак, калийная магнезия, базальтовая пыль). Разработан специальный тест на свежесть почвы.

Для борьбы с сорняками рекомендуются огневые и агротехнические меры, с вредителями и болезнями – предупредительные меры. Допускается применение нетоксичных препаратов – эфирных масел растений, порошков из водорослей и скальных пород, биодинамических препаратов (настой из крапивы, отвар из хвоща или полыни горькой). Допускается использование серных и медных препаратов, разрешены некоторые органические синтетические препараты (манеб, цинеб), рекомендуются растительные инсектициды (пиретрум, ротенон и никотин).

#### **Биологическая (экологическая) система.**

При этой системе земледелия также резко сокращается применение минеральных туков, особенно легкорастворимых. Основным источником питания растений – органические удобрения. Свежее органическое удобрение не следует глубоко заделывать в почву, так как при преобладании анаэробных процессов возможно образование токсичных для семян и корней продуктов. До заделки в почву органические вещества следует компостировать, чтобы они проходили фазу аэробной ферментации. Рекомендуется рыхлое хранение навоза и даже поверхностное его разбрасывание.

Для устранения кислотности почв рекомендуются базальтовая пыль, размолотые водоросли. Большое значение имеет обработка почвы, повышающая её биологическую активность. Один из элементов биологического земледелия – севооборот со щадящим режимом насыщения одними культурами и применением сидератов.

Для защиты растений рекомендуются такие же меры, как и в органико-биологической системе.

#### **Биодинамическая система.**

Основы биодинамической системы оригинальны. Наряду с принципами, общими для других систем альтернативного земледелия, они отличаются рядом положений:

- земледелие следует строить с учётом не только земных, но и космических ритмов. Всё живое – это хорошо сбалансированное целое;

○ использовать влияние космических и иных сил на сельскохозяйственное производство путём применения специальных биодинамических препаратов.

С помощью биодинамических методов делается попытка воссоединения земледелия с целостным ритмом земли. Обработку почвы, посевов, уход за посевами рекомендуется проводить в наиболее благоприятные периоды, наступление которых обусловлено нахождением луны в том или ином зодиакальном созвездии. Космическое влияние на растения оказывают и другие планеты.

Специальные биодинамические препараты должны придать растениям необходимые силы и активизировать определенные процессы в почве. Гумусовые препараты готовят из рогов и навоза, кремниевые – из рогов и размолотого кварца. Этим препаратам приписывают особые свойства. Широко применяют биодинамические препараты из различных растений тысячелистника, крапивы, ромашки лекарственной, одуванчика, дубовой коры, валерианы, хвоща и т. д.

ANDG-система основана на принципах экологического земледелия. В севооборотах зерновые культуры не должны превышать 70%, биологическими средствами должны обрабатывать все поля севооборотов. Цель системы – добиться максимально высокого содержания полезных веществ в продукции. Основные удобрения – сидераты, подстилочный навоз и компосты.

### **Травопольная система.**

Еще в 1859 г. в работе «О разведении кормовых трав на полях» А.В. Советов писал, что многолетние травы в условиях полевого посева способствуют обеспечению скота кормами, а следовательно, возрастает выход органических удобрений, они сохраняют силу производительности почвы, способствуют большему поступлению в почву растительных остатков; затеняя почву, заглушают сорняки; лучше используют питательные вещества из более глубоких слоёв почвы.

Многолетние травы занимают центральное место в травопольной системе земледелия, которую более полно развил и обосновал В.Р. Вильямс. Для этой системы характерно то, что исключительно важное значение придаётся бобовым многолетним травам, которые обогащают почву азотом, улучшают почвенную структуру.

Для достижения целей альтернативного земледелия в зависимости от специальных, почвенно-климатических и экологических условий можно реализовать следующие способы (табл. 12).

Таблица 12

Цели	Способы
Защита окружающей среды	Уменьшение числа обработок пестицидами. Использование органических отходов. Сокращение потерь минеральных веществ при удобрении. Промежуточные культуры
Улучшение качества продукции	Повышение уровня полезных веществ. Снижение содержания вредных веществ. Уменьшение обработок пестицидами
Активизация круговорота веществ	Биологическое связывание азота. Использование органических удобрений. Использование органических отходов. Внесение Р, К, Са
Экономия энергии	Биологическое связывание азота. Удобрение соломой. Биологическая обработка почвы. Снижение уровня использования средств химизации
Повышение плодородия почвы	Биологическое связывание азота. Внесение органических удобрений. Использование органических отходов. Известкование и фосфоритование. Уменьшение числа обработок пестицидами

Отечественные ученые для совершенствования растениеводства предлагают ландшафтные системы земледелия, суть которых состоит в приспособлении всех элементов систем земледелия к особенностям агроландшафта (организация территории по контурам, естественным рубежам и т. д.), а также систему адаптивного растениеводства.

***Система включает:***

- агроэкологическую оптимизацию землеустройства и районирование сельскохозяйственных угодий;
- видовую структуру посевов сельскохозяйственных культур;
- использование высокопродуктивных сортов и гибридов, устойчивых к болезням, вредителям и неблагоприятным почвенно - климатическим условиям;
- использование почвозащитных и фитомелиоративных свойств различных видов растений;

- конструирование высокопродуктивных экологически устойчивых агроценозов и агроэкосистем;
- всемерное ресурсо- и энергосбережение.

### **Сбалансированные сельскохозяйственные системы.**

Предусматривают использование современного оборудования, сертифицированных семян, охрану и рациональное использование почв и водных ресурсов, экологически безопасное и рентабельное ведение животноводства. Основное внимание уделяется правильному выбору севооборотов, восстановлению и сохранению плодородия почвы, разнообразию культур и домашних животных, борьбе с фитопатогенными микроорганизмами, вредителями и сорняками экологичными средствами и методами.

Такая форма ведения сельскохозяйственного производства должна опираться на источники энергии, базироваться на основных законах экологии, в частности на законе «Природа знает лучше».

Предложена методология формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия, соответствующих шести группам факторов:

- общественным потребностям (рынку продуктов);
- агроэкологическим требованиям сельскохозяйственных культур;
- природным условиям;
- уровням интенсификации производства;
- хозяйственным укладам;
- природоохранным требованиям.

В идеале это будут строгие модели для агроландшафтов определенных категорий (агроэкологическая группа земель – плакорные, эрозийные, переувлажненные, засоленные, солонцовые, мерзлотные). Проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия включает:

- агроэкологическую оценку земель (в соответствии с требованиями культур), которая осуществляется по каждому элементарному ареалу агроландшафта (первичная учётная единица земельной территории) на основе почвенно-ландшафтных карт;
- выделение однородных агроэкологических типов земель (путём объединения элементарного ареала агроландшафта близких по агроэкологическим требованиям культур или групп культур), для которых разрабатываются севообороты и технологии возделывания сельскохозяйственных культур;

○ формирование агроэкологических групп земель (путём объединения земель, сходных по лимитирующим экологическим факторам: эрозия, переувлажнение, засоленность), для которых определяется оптимальное соотношение угодий, системы севооборотов, сенокосооборотов.

Важнейший критерий формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия – обеспечение экологической устойчивости агроландшафтов и сопряжённых с ними природных ландшафтов. При этом стратегия использования земельных ресурсов должна быть ориентирована в первую очередь на интенсификацию использования лучших земель и перевод худших пашен в лесолуговые угодья, национальные парки и т. п.

Важная особенность реконструкции российского земледелия – расширенное размещение видового и сортового ассортимента выращиваемых культур. Большое значение имеет расширение посевов многолетних трав, особенно бобовых, рапса, тритикале, восстановление льноводства в южно-таежной и северо-лесостепной зонах; расширение посевов сорго, суданской травы в сухостепной зоне; восстановление коноплеводства на основе новых сортов, не содержащих наркотических веществ, в лесостепной зоне. Весьма перспективно расширение посевов чечевицы, сои, люпина, сераделлы, козлятника, возделывание амаранта, прутняка и других ценных культур.

В рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия должны получать качественно новое развитие оросительные, осушительные, лесные и другие системы мелиорации.

В адаптивно-ландшафтной земледелии предусматривается довольно высокий уровень применения минеральных удобрений наряду с органическими, количество которых возрастает по мере развития животноводства и улучшения его размещения. Для поступления в почву азота требуется увеличение посевов бобовых культур и применение активных штаммов азотфиксаторов. Удобрения целесообразно вносить в соответствии с условиями ландшафта (форм рельефа, экспозиции и крутизны склонов, микроклимата, геохимических потоков и барьеров, свойств почв), севооборотов, обработки почвы и другими элементами агротехнологий.

Защита растений осуществляется регулированием численности вредных организмов и сорняков с учётом биоценологических взаимодействий и ландшафтных связей.

Оптимизация фитосанитарного состояния посевов достигается изменением структуры пашни, севооборотом, долей чистого пара, обработкой почвы, сроками сева и нормами высева семян, использованием экологически безопасных биологических средств и применением пестицидов по мере создания растений, устойчивых к болезням и вредителям.

Такая методология управления агроценозами открывает перспективы минимизации обработки почвы с мульчированием её поверхности растительными остатками, обеспечивающими повышение биогенности почвы и самоулучшение её физических свойств, что ведёт к сокращению энергетических затрат.

### **Биологическое земледелие.**

Предусматривается полное использование биологических закономерностей в процессе производства полноценной и экологически безопасной растениеводческой продукции.

Экологическая роль биологического земледелия заключается в создании зон трофического комфорта для растений, при которых исключаются стрессы у растений от недостатка или избытка питательных веществ и микроэлементов, обеспечиваются доступность элементов питания корневой системой, пролонгированное действие удобрений, блокада загрязнителей на границе почва – корневая система. При этом приоритет принадлежит севооборотам с травосмесями, органическим удобрениям, сидератам, способствующим восстановлению запасов органического вещества и улучшению агрофизических свойств почвы.

По степени экологизации выделяют следующие формы земледелия.

**Экстенсивная форма.** Ландшафтная организация территории отсутствует, коэффициент использования пашни менее 1. Не применяются или почти не применяются пестициды, минеральные удобрения, инокуляция семян, сидераты, орошение. Применяется ограниченная обработка почвы, в среднем на 1 га пашни вносится в год до 2 т органических удобрений.

**Слабоинтенсивная форма.** Ландшафтная организация территории отсутствует, коэффициент использования пашни не более 1. Органических удобрений вносят до 5 т/га, минеральных удобрений – до 100 кг/га (действующее вещество), пестицидов – до 3 кг/га (действующее веще-

ство, орошается до 5% пашни. Обработка почвы слабоинтенсивная. Инокуляция семян применяется до 50%, площадь сидератов до 5% пашни.

**Интенсивная форма.** Ландшафтная организация территории отсутствует. На гектар севооборотной площади вносится до 10 т органических удобрений и более 100 кг (действующее вещество) минеральных удобрений, сидератов до 10% пашни. Пестицидов применяется более 3 кг/га (действующее вещество), орошается более 5% обрабатываемой площади. При инокуляции более 50% семян обработка почвы интенсивная, коэффициент использования пашни более 1.

**Адаптивная форма.** Ландшафтная организация территории отсутствует или осуществляется, коэффициент использования пашни более 1. На 1 га севооборотной площади вносится до 10 т органических удобрений и до 100 кг (действующее вещество) минеральных удобрений, орошается более 5% обрабатываемой площади. Обработка почвы адаптивно-интенсивная, инокуляция семян более 50%, площадь сидератов до 10%.

**Ландшафтная форма.** Организация территории ландшафтная. Коэффициент использования пашни более 1. Процент орошаемых земель к обрабатываемой площади зависит от структуры экосистем при ландшафтной организации территории. Производят параметризованную обработку почвы и подвергают инокуляции семена. Посевы сидератов составляют более 10%. На 1 га севооборотной площади вносят более 10 т органических удобрений.

В результате биологизации земледелия значительно сокращается применение химических средств в сельском хозяйстве, снижаются затраты труда, энергии, материалов и денежных средств, ускоряется воспроизводство плодородия почвы, достигается оздоровление окружающей среды, защита почвы от эрозии, подавление сорняков, улучшается фитосанитарное состояние полей. Не происходит заовсюженности.



## **НОРМИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ПОЧВЕ**

Под нормированием химических веществ в почве понимают установление концентрации того или иного химического элемента, снижающей плодородие почвы, вызывающей повреждение растений и накопление в них химического элемента до безопасного уровня.

Уровень загрязнения контролируется нормативами, входящими в систему стандартов и ГОСТов.

При санитарно-гигиеническом нормировании используют предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ в среде, которые не влияют на здоровье человека и его потомство, а также предельно допустимый выброс (ПДВ). При этом учитывают следующие основные показатели: транслокационный (загрязняющие вещества переходят из почвы в растение через корневую систему), миграционно-воздушный (загрязняющие вещества переходят в воздух), миграционно-водный (загрязняющие вещества переходят в воду), общесанитарный (загрязняющие вещества влияют на самоочищающую способность почвы и её биологическую активность).

С учетом ПДК загрязняющих веществ разработана принципиальная оценка почв сельскохозяйственного использования (табл. 13).

При экологическом нормировании рекомендуется использовать критерии физической деградации, химического и биологического загрязнений. Экологические характеристики при нормировании более адекватно отражают состояние экосистем, чем санитарно - гигиенические нормативы на основе ПДК.

Критерии экологической оценки состояния почв (по данным Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов) приведены в табл. 14.

Кроме химического и биологического загрязнения, на плодородие почв и их деградацию существенно влияют эрозия, дефляция, вторичное засоление, осолонцевание и заболачивание, дегумификация, ошибки в землеустройстве, землепользовании и т.п.



Таблица 14

Показатели	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Удовлетворительная ситуация
<b>Основные показатели</b>			
Площадь выведенных из сельскохозяйственного оборота земель вследствие их деградации, % от общей площади сельскохозяйственных угодий	> 50	30-50	До 5
Уничтожение гумусового горизонта	A+B	A <sub>пах</sub> (A <sub>1</sub> )	До 0,01 A
Перекрытость поверхности почвы абиотическими наносами, см	> 20	10-20	Отсутствие
Увеличение плотности почвы по отношению к равновесной, %	> 40	На 30-40	До 10
Превышение уровня грунтовых вод, % от критического	> 50	25-50	Допустимый уровень
Радиоактивное загрязнение, Ки/км <sup>2</sup> цезий-137 стронций-90 плутоний (сумма изотопов)	> 40 > 3 > 0,1	15-40 1-3 > 0,1	До 1,0 До 0,3 –
Мощность экспозиционной дозы на уровне 1 м от поверхности почвы, мкР/ч	> 400	200-400	До 20
Потери гумуса в пахотных почвах за 10 лет (относительные), %	> 25	10-25	< 1
Увеличение содержания легкорастворимых солей, г/100 г почвы	> 0,8	0,4-0,8	До 0,1
Увеличение доли обменного натрия, % от емкости катионного обмена	> 25	15-25	До 5,0
Превышение ПДК химических веществ I класса опасности (включая бензопирен, диоксины) II класса опасности III класса опасности (включая нефть и нефтепродукты)	> 3 > 10 > 20	В 2-3 раза В 5-10 раз В 10-20 раз	Превышения нет То же То же
Суммарный показатель химического загрязнения Zc	> 128	32-128	< 16
Снижение уровня активной природной массы	> 100	В 50-100 раз	До 5 раз
Фитотоксичность почвы (снижение числа проростков), % к фону	> 200	140-200	До 110
<b>Дополнительные показатели</b>			
Доля загрязненной основной сельскохозяйственной продукции, %	> 50	25-50	До 5,0
Число яиц гельминтов в 1 кг почвы	> 100	10-10 <sup>2</sup>	Отсутствие
Число патогенных микроорганизмов в 1 кг почвы	> 10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup> -10 <sup>-6</sup>	< 10 <sup>4</sup>
Коли-титр (для почвы – наименьшая масса почвы в г, в которой содержится одна кишечная палочка)	< 0,001	0,01-0,001	> 1,0
Генотоксичность почвы (рост числа мутаций по сравнению с контролем)	> 1000 раз	100-1000 раз	< 2раз

В качестве интегрального показателя экологического состояния почв и характеристики их потенциального плодородия предлагается использовать биопродуктивность ценозов, а для почв – среднюю урожайность. Важный дополнительный показатель степени загрязнения агроландшафта и его компонентов – доля продукции, не соответствующая требованиям нормативов экологической безопасности по содержанию остатков пестицидов, тяжёлых металлов, микотоксинов, нитратов, нитритов и прочих загрязнителей.

### **Стандартизация.**

Стандартизация в агропромышленном комплексе чрезвычайно актуальна, так как обеспечение населения продовольствием высокого качества возможно только при условии управления качеством.

Стандарт как нормативно-технический документ устанавливает комплекс норм, правил, требований к объекту стандартизации и утверждается компетентным органом.

В настоящее время пересматриваются и совершенствуются стандарты в соответствии с требованиями современного сельскохозяйственного производства.

### **Сертификация.**

Сертификация – это действие, проводимое с целью подтверждения посредством сертификата соответствия или знака соответствия, что изделие или услуга соответствует определенным стандартам или техническим условиям.

Сертификат – документ, удостоверяющий качество товара, продукта.

Под сертификацией понимают процедуру, посредством которой третья сторона дает письменную гарантию, что продукция, процесс или услуга (далее продукция) соответствуют заданным требованиям.

Сертификацию продукции на соответствие стандартам проводят с целью стимулирования производителя повышать качество продукции; она способствует продвижению её на рынке, защите интересов потребителей (от недоброкачественной и вредной для здоровья продукции и др.).

Сертификат, выданный независимым от продавца и покупателя компетентным органом, является гарантией их доброкачественности и

способствует продвижению товаров на внешний рынок, а также выбору качественных товаров покупателями.

Сертификацию подразделяют на обязательную и добровольную. Обязательную сертификацию применяют для обеспечения соответствия продукции требованиям безопасности, здравоохранения и охраны окружающей среды. Добровольную сертификацию проводят для повышения конкурентоспособности продукции.

В России имеется ряд законов, определяющих права и обязанности производителя, потребителя и третьей стороны, выдающей сертификат:

- закон о защите прав потребителей является базовым, он устанавливает права покупателя, механизм обеспечения этих прав и меру ответственности лиц, отвечающих за нарушение качества;

- закон о сертификации определяет документацию, удостоверяющую качество, процедуру удостоверения качества, ее соответствие нормативному документу (государственному стандарту, техническим условиям);

- закон о стандартизации;

- закон о единстве измерений создает материальную базу процессов сертификации и стандартизации.

Сертификация – довольно трудоёмкая и дорогостоящая процедура. Для мелких сельскохозяйственных производителей продукции (фермеры, индивидуальные частные предприниматели) затраты времени и денег на сертификацию могут быть сопоставимы с прямыми производственными затратами.

Сертификация производства позволяет получать более достоверную информацию о качестве выпускаемого продовольствия, значительно сократить количество испытаний. Её следует производить с периодичностью 1 раз в два-три года. Сертификацию производства осуществляют по схемам ИСО-9001, или ИСО-9002.

Продолжительность действия сертификата устанавливает орган по сертификации (полномочный представитель) с учетом срока годности (срока хранения) данной продукции, но не более одного года.

На основании сертификата фермерское хозяйство может получить лицензию на применение знака соответствия по ГОСТ Р 50460-92 и маркировать им продукцию (тару, упаковку).

## **Мониторинг.**

Под мониторингом понимают многоцелевую информационную систему наблюдения, анализа, диагноза и прогноза состояния природной среды в связи с хозяйственной деятельностью человека. Различают системы мониторинга глобального масштаба (охватывает планету в целом), регионального (наблюдение за явлениями и процессами в пределах региона) и локального (проводимый в сильно загрязненных местах: населенные пункты, водные объекты, агроэкосистема и т. д.). Локальный мониторинг называют также импактным, биоэкологическим и санитарно-гигиеническим.

Цель мониторинга – контроль изменений состояния окружающей среды под влиянием как природных, так и антропогенных факторов.

Основные задачи мониторинга:

- наблюдение за источниками и факторами антропогенного воздействия, а также за природной средой и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка физического состояния природной среды;
- прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

Агроэкологический мониторинг – важная составляющая общей системы мониторинга; он представляет собой общегосударственную систему наблюдений и контроля за состоянием и уровнем загрязнения агроэкосистем (и сопредельных с ними сред) в процессе сельскохозяйственной деятельности.

Цель агроэкологического мониторинга – создание высокоэффективных, экологически сбалансированных агроценозов.

В агроэкологическом мониторинге различают две взаимосвязанные по информационной базе подсистемы: научную и производственную. Научной базой подготовки исходных данных для применения технологических решений является полигонный агроэкологический мониторинг. Его можно использовать на делянках длительных опытов, постоянных участках слежения, реперных точках. Он позволяет проводить фундаментальные исследования по широкому спектру вопросов. Про-

изводственная подсистема включает мониторинг всех используемых сельскохозяйственных площадей страны по сравнительно небольшому набору показателей через 5-15 лет.

Объекты мониторинга необходимо закладывать во всех земледельческих зонах близ мест наиболее интенсивного антропогенного воздействия на агроэкосистемы, они должны отражать типичные природные и сельскохозяйственные ландшафты.

Сплошной агроэкологический мониторинг осуществляют Гипрозоём, Агрохимслужба и другие учреждения, которые периодически (через 5-15 лет) обследуют почвенный покров страны (рН, содержание гумуса, эродированность, засоленность, содержание подвижных форм N, P, K. По данным обследования составляют почвенные и агрохимические отчеты, в которых дают всестороннюю характеристику землепользованию хозяйств и рекомендации по его улучшению. Составляют также картограммы, карты и предусматривают ежегодную комплексную диагностику минерального питания по основным этапам органогенеза.

При проведении агроэкологического мониторинга основным является анализ на экологическую безопасность сырья на всех этапах его производства: перед уборкой, сразу после подработки и закладки на хранение, периодически во время хранения и непосредственно перед переработкой. При проведении анализов необходимо использовать не только общепринятые методы оценки содержания ксенобиотиков, но и тесты на мутагенность, канцерогенность и интегральную токсичность. Результаты мониторинга позволяют уже на первых этапах получения продукции дифференцировать её по показателям безопасности и решать вопрос о сроках и характере её использования.

При выполнении перечисленных мероприятий применительно к конкретным условиям можно обеспечить производство высококачественной растениеводческой продукции.

## ПРОИЗВОДСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ЗА РУБЕЖОМ

В переориентации сельскохозяйственного производства за рубежом на получение экологически безопасной продукции большая роль принадлежит международным организациям. Координирует и контролирует национальные экологические хозяйства Международная Федерация движения за экологическое сельское хозяйство IFOAM.

*Основопологающие цели экологизации сельского хозяйства* – производство продуктов питания в достаточном количестве высокой пищевой ценности; организация сельскохозяйственного производства в гармонии с природной экосистемой; стимулирование и укрепление биологических циклов; сохранение почвенного плодородия; широкое применение возобновляемых ресурсов; содержание животных в условиях, обеспечивающих им врожденное поведение; предотвращение загрязнения окружающей среды; сохранение генетического разнообразия в сельскохозяйственном производстве.

В связи с этим в США, Новой Зеландии и многих европейских странах в последние 10 лет была пересмотрена вся система ведения сельского хозяйства как в растениеводстве, так и в животноводстве.

Направление по производству экологически безопасной сельскохозяйственной продукции особенно характерно для стран Европейского Союза (ЕС).

В ЕС разработана программа перехода к экологически безопасному производству потребительских товаров одновременно с мероприятиями по охране окружающей среды. С этой целью предоставляют субсидии сельскохозяйственным производителям, получающим экологически безопасную продукцию, разработана концепция устойчивого земледелия, предусматривающая принципы производства высококачественной продукции.

Производство экологически безопасной продукции поддерживается фермерскими хозяйствами в Швеции.

В аграрном производстве Германии, Франции, Швеции, Австрии и других стран Европы сделан акцент на биологические методы защиты растений и повышение плодородия почвы, т.е. осуществляется биологическая система ведения сельского хозяйства. Для борьбы с вредителями и болезнями применяют настои растений и эфирные масла, в каче-



стве удобрения – сидераты и биогумус, организованы фабрики по выращиванию дождевых червей.

Правительство Норвегии поддерживает развитие экологического сельского хозяйства, уменьшая затраты сельхозпроизводителя на сертификацию.

В странах ЕС для обеспечения охраны окружающей среды в условиях агропроизводства предусмотрены регулирование использования химических средств защиты растений, загрязнения источников воды нитратами, утилизации навоза при высокой концентрации в хозяйстве животных, развития экологического (биологического) земледелия, оценка уровня агропроизводства и природоохранных критериев. Предусмотрены перечень химических средств защиты растений, апробированных на практике и рекомендованных к применению, а также возможность корректировки его каждой страной при обязательном соблюдении требований по охране окружающей среды и учёте их влияния на экологическое состояние конкретной местности.

Разработана законодательная основа регулирования рынка средств защиты растений и их применения, запрещена реализация на рынке Евросоюза средств защиты растений, содержащих вредные компоненты. Составлен перечень препаратов, запрещенных к использованию на территории стран ЕС. Перечень включает 18 соединений, в том числе хлорорганические препараты. Химические средства могут поступить в торговую сеть лишь после их испытаний, подтверждающих, что данные препараты не оказывают вредного воздействия на человека и/или окружающую среду. Установлены предельно допустимые концентрации средств защиты растений, используемых для получения пищевых продуктов, которые ниже гигиенических нормативов.

Обращено внимание сельских товаропроизводителей на необходимость охраны водоёмов от стоков животноводческих предприятий, попадания в водоёмы минеральных удобрений и средств защиты растений.

Государства ЕС установили нормативы использования минеральных удобрений не более 170 кг азота на 1 га, а также время и способы их внесения. В соответствии с требованиями охраны окружающей среды регулируется использование в сельском хозяйстве навоза.

В ряде распоряжений Совета ЕС предусмотрена финансовая поддержка экологического земледелия. Структурные фонды, предназначенные для развития фермерства, разрешается использовать на инвестиции для производства качественной агропродукции, в том числе экологически безопасной. Из бюджета Евросоюза 50% расходуется на компенсационные выплаты фермерам, ограничивающим использование агрохимикатов и применяющим в растениеводстве экстенсивные технологии. Кроме того, с целью охраны окружающей среды установлено ограничение содержания животных в расчете на единицу площади сельскохозяйственных угодий.

Предусмотренные меры позволяют:

- установить рациональное соотношение между поголовьем животных и площадью сельскохозяйственных угодий с ориентацией на использование кормов собственного производства и регулирование объема навозных стоков;
- обеспечить оптимальные условия содержания животных;
- производить животноводческую продукцию в соответствии с принципами экологического хозяйствования.

Законодательно запрещено использование генноизмененных растений для производства продовольствия, завоз вредных, небезопасных растений или продуктов растительного происхождения. В связи с этим во всех странах ЕС функционируют соответствующие национальные инспекции.

Программа вывода земель из сельскохозяйственного оборота (set-aside) предусматривает трансформацию части пахотных земель в залежь, их залужение или облесение. Фермерам, которые сократили часть пашни, предоставляются компенсационные выплаты (более 30%). Получаемые выплаты позволяют им повышать рентабельность непродовольственных отраслей сельского хозяйства. На освободившихся землях фермеры возделывают преимущественно технические культуры. Представляет интерес опыт стран Евросоюза по использованию земель, выведенных из сельскохозяйственного оборота, под лесонасаждения. При этом предусматриваются компенсации издержек, убытков вследствие выведения земель из сельскохозяйственного оборота, затрат на содержание лесных насаждений, включая противопожарные мероприятия.

Реформа аграрного рынка позволила фермерам использовать set-aside для вывода земель из сельскохозяйственного оборота на длительный срок (20 лет) для создания природных парков.

За ущерб, нанесенный окружающей среде, предусмотрены штрафные санкции. Так, могут быть снижены компенсационные выплаты, а в ряде случаев аннулированы льготы, предоставляемые сельхозпроизводителям. В Великобритании и Северной Ирландии стимулируют снижение нагрузки скота на пастбища, что предотвращает их деградацию. Фермер может содержать большое количество животных на тех участках, которым не угрожает деградация при условии, что в целом по хозяйству поголовье животных не превышает установленные лимиты.

Участие фермеров в реализации национальных и региональных программ охраны окружающей среды добровольное. Фермер может взять на себя такие обязательства минимально на 5 лет. Программы разработаны с таким расчетом, чтобы в них учитывались условия различных регионов.

В настоящее время в Европе насчитывается более 120 тыс. фермерских хозяйств с системами органического растениеводства и животноводства. При этом объемы продаж экологически безопасной продукции увеличиваются примерно на 20% в год. Годовое производство молока в среднем на одну корову, несмотря на большие региональные различия в странах ЕС, составляет 5000 л. Основным фактором регулирования увеличения производства молока в этих странах является правильное кормление, чему предшествовала большая работа по генетическому улучшению скота. При этом использование комбикорма ограничено: менее 100 г на 1 л произведенного молока. Зеленые корма, сенаж, силос могут обеспечить производство 25 л молока в день, т. е. более 8000 л на одну корову в год.

Примером экологической политики в аграрном производстве является Германия. При развитии экологически ориентированного сельского хозяйства одновременно решаются проблемы изменения сельскохозяйственного землепользования, ценообразования, технического оснащения, финансирования, создания рыночных структур для сбыта экологически безопасной продукции, определяются пределы развития производства, создаются фермерские объединения.

Фермерские хозяйства, производящие экологически безопасную продукцию руководствуются основными принципами биопроизводства: не применять в полеводстве и животноводстве химические средства защиты, минеральные удобрения и подкормки, гормональные препараты, антибиотики и биостимуляторы, содержать животных в условиях, близких к естественным. Характерна высокая рентабельность данного производства по сравнению с традиционным способом хозяйствования, особенно после принятия Евросоюзом постановления об экстенсификации сельскохозяйственного производства.

Германия является лидером по производству экологически безопасного молока. На право торговли таким молоком введен экологический контрольный знак.

Заслуживает внимания опыт производства и реализации экологически безопасной сельскохозяйственной продукции в Финляндии.

В фирме «Валио» 33 кооператива производителей молока, объединяющих 17200 ферм и 18 перерабатывающих предприятий. Все звенья этой цепи связаны договорами-обязательствами, четко регламентирующими качество и сроки поставок. При этом проводятся периодические перекрёстные проверки качества между отдельными предприятиями, которые обследуются службами ветеринарного контроля.

Производимая пищевая продукция соответствует нормативам международных стандартов ИСО 9001 и ИСО 1400.

В Финляндии осуществляется государственный контроль за экологическим состоянием сельскохозяйственных земель, в результате чего сокращаются объёмы использования химических удобрений. У каждой фермы есть программа по охране окружающей среды, что позволяет увеличивать площади биологического земледелия.

Работы по снижению количества образующихся отходов и получению экологически безопасной сельскохозяйственной продукции проводятся и в Чехии. Экологическое сельское хозяйство развивается по инициативе как самих производителей, так и государства.

В Литве законодательно закреплено экологическое земледелие, отчасти финансируемое государственной программой «Экологическое сельское хозяйство и порядок финансирования». Производящим и перерабатывающим экологическим предприятиям выплачиваются дотации.

Биодинамическую систему земледелия применяют в Японии и странах Юго-Восточной Азии. При этом учитывают цикличность и биодинамику живых биоценозов, биоэнергетику растений и животных, а также биофазы их развития (т. е. животные в процессе выращивания должны получать энергию от солнца и из космоса).

Экологически безопасные технологии создаются в сельском хозяйстве Китая. При этом осуществляются производство и сбыт экологически безопасной продукции с учётом более высокой её стоимости.

В США и Канаде за основу принята органическая система ведения сельского хозяйства. Сущность её заключается в почти полном отказе от химических средств защиты растений и ограничении применения минеральных удобрений. Одновременно осуществляется мониторинг за загрязнением почвы, сельскохозяйственной продукции, водных источников и т.д. В земледелии применяют главным образом органические удобрения, компосты, мульчирование и малотоксичные химикаты типа бордоской жидкости.

Основные каналы сбыта сельскохозяйственной продукции: супермаркеты и специальные отделы, магазины натуральных пищевых продуктов и магазины здоровой пищи; независимые розничные торговцы; прямая продажа (сбыт без посредников) непосредственно у фермера; заказы по почте.

Товар должен быть маркирован, упакован, содержать необходимую информацию о месте и способе его производства, качестве, отличительных особенностях и особенностях кулинарной обработки.

При формировании цены на экологически безопасную продукцию учитывают фактор спроса, но поскольку он повсеместно ещё не удовлетворён, уровень цен достаточно высокий.

Учитывая опыт экологических хозяйств за рубежом, можно утверждать, что будущее за технологиями биологически полноценной и экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

## ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Алтухов А.И.* Продовольственная безопасность Российской Федерации: современное состояние и перспективы решения. – М., 1999. - С. 6-7.
2. *Бакулов И.А., Смирнов А.М., Васильев Д.А.* Токсикоинфекции и токсикозы. – Ульяновск: УГСХА, 1997. - 48 с.
3. *Баранников В.Д., Кириллов Н.К.* Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции. – М.: КолосС, 2006. - 352с.: ил.
4. *Белюченко И.С.* Экологический мониторинг. – Краснодар, 1998. - С.9.
5. *Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.* Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. - С.414.
6. *Жученко А.А.* Проблемы экологии в сельском хозяйстве // АПК: экономика, упр, 1994. - № 12. - С.12.
7. *Жученко А.А.* Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XX в. РАСХН, Мин-во науки и технологии РФ. Фонд им. А.Т. Болотова. – Саратов, 2000. - С.239-240.
8. *Кольцов А.С.* Сельскохозяйственная экология. – Ижевск: Изд-во Удм. унта, 1995. - 273 с.
9. *Куликовский А.В.* Оценка безопасности пищевых продуктов в США // Ветеринария, 1996. - № 1. - С.58-59.
10. *Малюфеев В.М.* Биотехнология и охрана окружающей среды: Учеб. пособие. – М., 1998. - 248 с.
11. *Милащенко П.З., Захаров В.П.* Производство экологически чистых и биологически полноценных продуктов питания // Химизация сел. хоз-ва, 1991. - №1. - С.6-9.
12. *Орлов А.И., Федосеев В.Н.* Проблемы управления экологической безопасности // Менеджмент в России и за рубежом, 2000. - № 6. - С.80.
13. *Пономарев А.Ф.* Агробиоценозы и их охрана: Учеб. пособие / Пономарев А.Ф., Горшков Г.И., Глазунов Е.Г. и др. – Белгород, 1997. - С.5-62.
14. *Черников В.А.* Агроэкология – Agroecology: Учебн. для студентов вузов по агр. специальности / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.: Под ред. В.А. Черникова и И.А. Чекереса. – М.: КолосС, 2000. - 534с.
15. *Hong Kong and China: Emerging markets for environmental products and technologies / Martinsons M.G., So S.K.K. Tin C, Wong G.* // Long range planning. - Oxford etc., 1997. - Vol.30, №2. - P.277-290.
16. *Homeryer I., Klaphake A., Sohn H. D.* EU accession: negotiating «environmental dumping» // Intereconomics. – Hamburg, 2001. - Vol.36, №2. - P.87-97.
17. *Lukhaup R.* Unieltorientierte Agrarstrukturpolitik in Deutschland // Europa regional. - Leipzig, 1999. - Jg.7. H.3. - S.2-15.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Основные загрязнители агросферы</b> .....	5
Пестициды .....	6
Тяжёлые металлы .....	12
Нитраты, нитриты, нитрозоамины .....	17
Радионуклиды .....	19
Микотоксины .....	21
Диоксины .....	27
Бактериальные токсины .....	31
Фармакологические препараты .....	41
<i>Антибиотики</i> .....	41
<i>Сульфаниламиды и нитрофураны</i> .....	43
<i>Гормоны</i> .....	44
<b>Получение экологически безопасной продукции растениеводства</b> .....	47
<b>Природоохранные мероприятия при производстве экологически безопасной продукции растениеводства</b> .....	53
<b>Предотвращение загрязнения агроэкосистем удобрениями</b> .....	57
Интегрированные системы защиты растений .....	65
Биологизация земледелия .....	72
Нормирование количества загрязнителей в почве .....	81
<b>Производство экологически безопасной сельскохозяйственной продукции за рубежом</b> .....	88
<b>Использованная литература</b> .....	94

Учебное издание

Ториков Владимир Ефимович  
Мельникова Ольга Владимировна  
Малявко Галина Петровна  
Волков Андрей Владимирович

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

Учебное пособие

*Авторская редакция*

Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 22.05.2012 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 5,69. Тираж 100 экз. Изд. № 2169.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА