

Тема 2:

Антропогенное загрязнение окружающей среды

План лекции

Определение антропогенного загрязнения.

Виды загрязнений.

Источники загрязнений.

Классификация химических веществ-загрязнителей.

Приоритетные загрязнения 1 группы.

**Приоритетные загрязнения 2-ой и 3-ей группы. Ксенобиотики.
Токсиканты и супертоксианты.**

Биологическое загрязнение.

Вопросы в экзаменационных билетах

1. Природное и антропогенное загрязнение. Основные источники. Пути переноса загрязнений.
2. Приоритетные загрязнения 1-ой группы. Источники, специфика их свойств и воздействия.
3. Приоритетные загрязнения 2-ой и 3-ей группы. Ксенобиотики. Токсиканты и супертоксиканты. Источники, специфика их свойств и воздействия.
4. Биологическое загрязнение и его специфика.

Кн. 1, с. 183-224, 233-244

Кн. 2, т. 2, с. 88-93, 140-142, 263-274

Антропогенное загрязнение – загрязнение окружающей среды, обусловленное деятельностью человека.

Техногенное загрязнение – загрязнение окружающей среды, обусловленное промышленной, технической деятельностью человека.

Виды загрязнения ОС:

- загрязнение атмосферы, воды, почвы,
- шум, вибрация,
- неприятный запах,
- тепловое загрязнение,
- электромагнитное загрязнение.

Загрязнение: химическое, радиоактивное и биологическое

Загрязнение: первичное и вторичное

Источники загрязнения: естественные и антропогенные

По токсичности по отношению к человеку выделяют 4 класса опасности химических веществ: I класс – чрезвычайно опасные, II класс – высокоопасные, III класс – умеренно опасные, IV класс – малоопасные.

По воздействию на окружающую среду можно выделить 3 группы химических веществ-загрязнителей:

1) Наиболее распространенные вещества, в основном III и IV классов опасности, анализ которых не представляет затруднений: O_3 , CO, NO, NO_2 , SO_2 , SO_3 , низкомолекулярные углеводороды, природные фульво- и гуминовые кислоты (органическое вещество почв).

2) Органические загрязнения, относящиеся к веществам первого и второго класса опасности, а также тяжелые металлы и некоторые токсичные вещества неорганической природы (цианиды, арсины, фосфины, силаны и их производные) - от 60 до 80% контролируемых веществ. Интервал нормируемых значений концентраций 10^{-4} - 10^{-7} мг/л.

3) **Супертоксианты** (фосфорорганические соединения, диоксины, 3,4-бензпирен, нитрозамины -NH-N=O и др.).

Интервал нормируемых значений концентраций 10^{-7} - 10^{-10} мг/л.

Приоритетные химические загрязнения 1-ой группы

Соединения серы: SO_2 , H_2S , $(\text{CH}_3)_2\text{S}$

Основные антропогенные источники: тепловые электростанции, транспорт, цветная металлургия.

Одно из следствий – кислотные дожди.

Приложение биотехнологических методов – десульфуризация угля и нефти.

Соединения азота: NO_x (NO , NO_2 , N_2O_4) и NH_3

Основные антропогенные источники:

NO_x – тепловые электростанции, транспорт;

NH_3 – процессы аммонификации;

NH_4^+ , NO_3^- – сельское хозяйство, хозяйственно-бытовая деятельность

Приложение биотехнологических методов – удаление соединений азота при биологической очистке сточных вод, замена минеральных удобрений на биологические, содержащие азотфиксаторы, биологическое удаление соединений азота из нефти.

Фосфаты:

Основные антропогенные источники – СМС.

Последствие – эвтрофикация замкнутых водоемов.

Приложение биотехнологических методов – биологическая очистка сточных вод с удалением из нее соединений азота и фосфора, замена минеральных удобрений на биоудобрения.















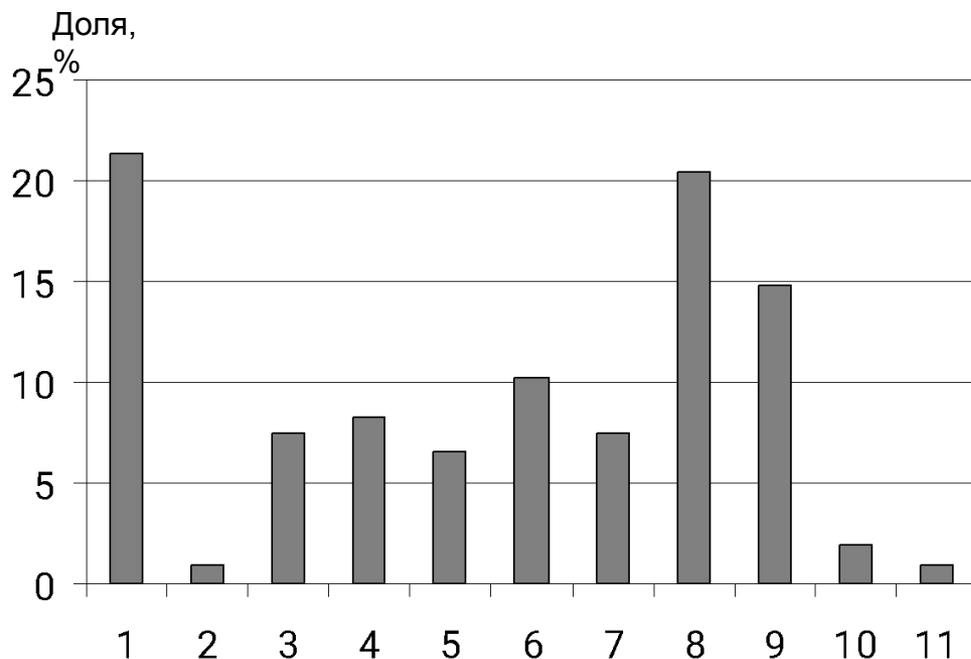








Метан.



Источники атмосферного метана.

1 – болота, 2 – пресноводные водоемы, 3 – свалки, 4 – природный газ, 5 – уголь, 6 – переработка биомассы, 7 – термиты, 8 – рисовники, 9 – жвачные животные, 10 – океан, 11 – газогидраты.

Приложение биотехнологических методов – уменьшение эмиссии CH_4 в атмосферу со свалок и полигонов ТБО с помощью биопрепаратов микроорганизмов-метанотрофов, применение аммонизированных кормов.

Монооксид углерода, CO.

Основные источники: промышленные предприятия и автомобильный транспорт, сжигание биомассы, окисление метана и других углеводородов в атмосфере.

Летучие углеводороды.

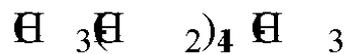
Основные антропогенные источники: промышленные предприятия, переработка и сжигание нефтепродуктов, выбросы автотранспорта, испарение органических растворителей на автозаправочных станциях, в производстве и в быту.

Приземный озон.

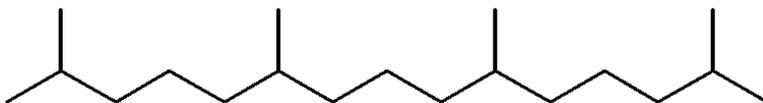
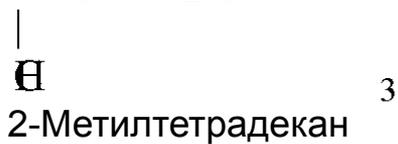
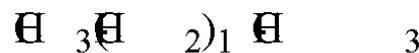
Нефть и нефтепродукты.

Выделяют: легкую ($T_{\text{кип.}} < 200 \text{ }^\circ\text{C}$), среднюю и тяжелые фракции; метановые углеводороды, включая твердые парафины, циклические углеводороды, смолы и асфальтены, сернистые соединения.

Алканы



Гексадекан



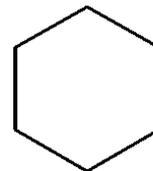
Пристан
(2,6,10,14-тетраметилпентадекан)

Алкены

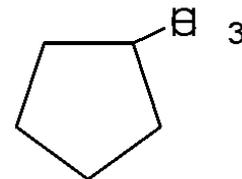


Октен

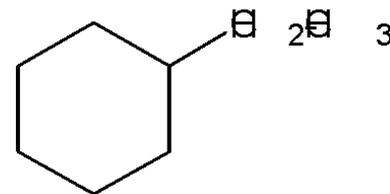
Циклоалканы



Циклогексан

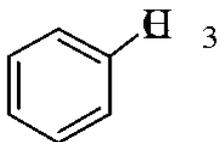


1-Метилциклопентан

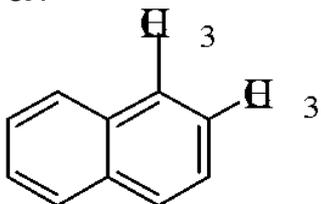


Этилциклогексан

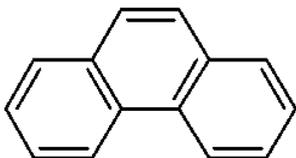
Ароматические



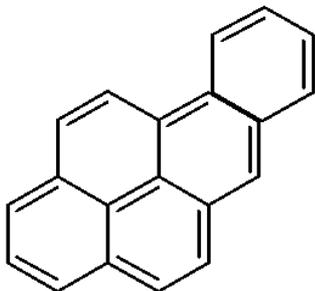
Толуол



1,2-Диметилнафталин

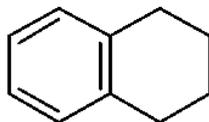


Фенантрен

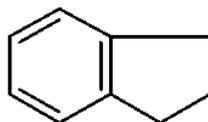


Бенз(а)пирен

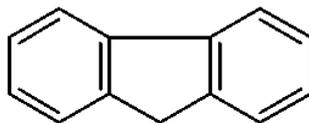
Смешанные циклоалифатические ароматические соединения



Бензоциклогексан

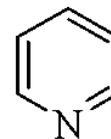


Индан

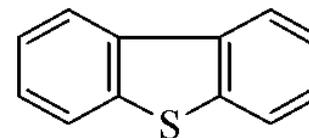


Флуорен

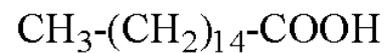
NSO-соединения



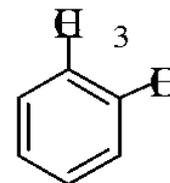
Пиридин



Дибензотиофен



Пальмитиновая кислота



о-Крезол

В составе бензина – соединения от C_3 до C_{12} классов: н-алканы (парафины), изоалканы, ароматические углеводороды, нафтены и алкены (олефины) (PIANO в англоязычной литературе). Содержание PIANO-соединений позволяет отличить одну марку бензина от другой.

Антидетонационные добавки. Тетраэтилсвинец.
Метилтретбутиловый эфир (МТБЭ).

Приложение биотехнологических методов – биоремедиация почв, очистка водных сред от нефти и нефтепродуктов, биопрепараты микроорганизмов-нефтедеструкторов.

Загрязнение **поверхностно-активными веществами (ПАВ)** и **синтетическими моющими средствами (СМС)**

ПАВ:

- анионактивные (анионогенные)
- неионогенные
- катионактивные
- амфолитные

Анионактивные ПАВ (а-ПАВ) (70% всего объема ПАВ) - гидрофильная группа:

- карбоксильная ($-\text{COO}^-$)
- сульфатная ($-\text{OSO}_3^-$)
- сульфонатная ($-\text{SO}_3^-$)

Основные а-ПАВ:

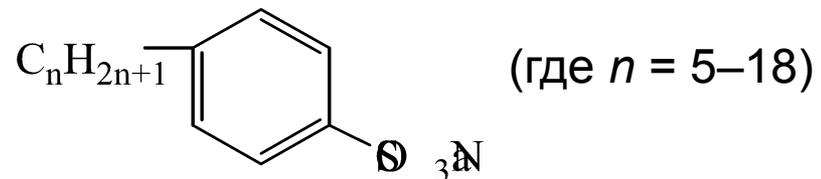
алкилсульфаты



алкилсульфонаты



алкилбензолсульфонаты



Неионогенные ПАВ (н-ПАВ)

- первичные оксиэтилированные жирные спирты (оксиэтилированные алканолаы, синтанолы),



- оксиэтилированные алкилфенолы

Катионактивные ПАВ (к-ПАВ)



По биостойкости:

к-ПАВ > н-ПАВ > а-ПАВ

разветвленные алкилсульфонаты > линейные алкилсульфонаты

алкилбензолсульфонаты > алкилсульфаты и алкилсульфонаты

био-ПАВ

Загрязнение токсичными и супертоксичными ксенобиотиками

Ксенобиотики (от греческого: ксенос – чужой, биос – жизнь) – вещества чужеродного происхождения.

Обычно под ксенобиотиками понимают стойкие синтетические органические соединения, обладающие токсическим действием – **токсиканты** и **супертоксиканты**.

Приоритетные ксенобиотики:

- **пестициды**,
- **соединения ароматического ряда** (фенолы, ксилол, толуол и др.),
- **хлорорганические соединения** (органические растворители, пестициды, полихлорированные бифенилы, хлорбензолы и др.), составляющие около 70% всех органических ксенобиотиков,
- **диоксины и дибензофураны**,
- **полиароматические углеводороды** (3,4-бензпирен и родственные соединения).

Загрязнение пестицидами

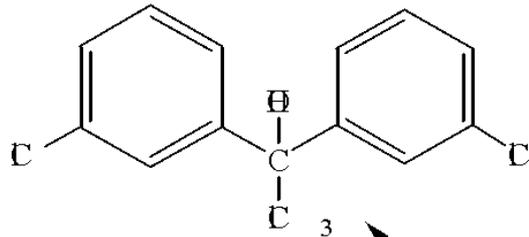
Пестициды (*pestis* – зараза, *caedo* – убивать) – химические средства, используемые для защиты растений.

- **инсектициды** – против вредных насекомых;
- **гербициды** – для борьбы с сорными растениями;
- **фунгициды** – для борьбы с грибными заболеваниями растений и различными грибами;
- **акарициды** – для борьбы с клещами;
- **бактерициды** – для борьбы с бактериями и бактериальными болезнями растений;
- **альгициды** – для уничтожения водорослей и сорной растительности в водоемах;
- **дефолианты** – для удаления листьев;
- **десиканты** – для уничтожения растений на корню;
- **зооциды** – против грызунов;
- **нематоциды** – против нематод (круглых червей-паразитов);
- **ларвициды** – против личинок насекомых;
- **арборициды** – для уничтожения нежелательной древесной и кустарниковой растительности;
- **лиматициды** – для борьбы с моллюсками;
- **афициды** – для борьбы с тлей.

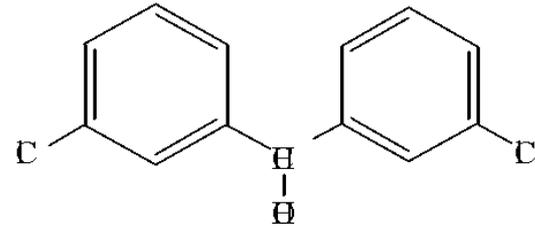
Три поколения пестицидов:

- растительные средства и неорганические соли;
- синтетические органические соединения;
- биохимические и биосинтетические средства (гормоны, феромоны), бактерии *Bt* (*Bacillus thuringiensis*) и др.

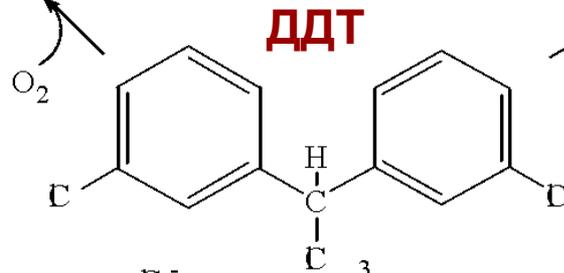
Кельтан



ДДА

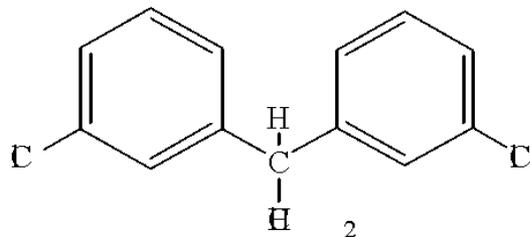


гидроксилирование



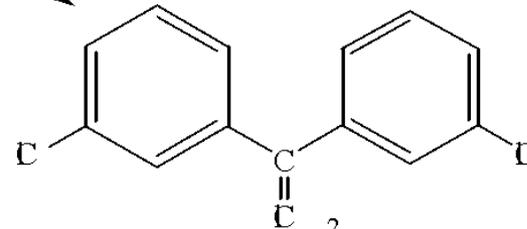
окислительное
дегалогенирование

восстановительное
дегалогенирование



ДДД

дегалогенирование с
образованием
двойной связи



ДДЭ

Загрязнение фенолами

Источники поступления:

- естественные
- техногенные: сточная вода, шламы промышленных предприятий

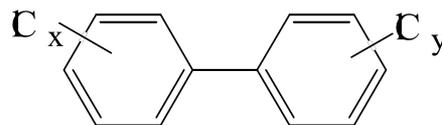
По пути метаболизма фенола разлагаются многие ароматические соединения.

Загрязнение хлорорганическими соединениями

- содержат в молекуле в качестве заместителей атомы Cl, F, Br, I.

В наибольшем количестве:

- хлорированные алифатические углеводороды ($\text{CHCl}=\text{CCl}_2$, CCl_4 , $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2\text{Cl}$, $\text{CH}_2=\text{CHCl}$)
- галогенсодержащие ароматические соединения:
 - галогенированные толуолы,
 - галогенированные бензолы,
 - фунгициды – пентахлорнитробензол (ПХНБ), гексахлорбензол (ГХБ),
 - хлорфенолы (пентахлорфенол - антисептик),
- галогенсодержащие пестициды,
- полихлорированные бифенилы (ПХБ)

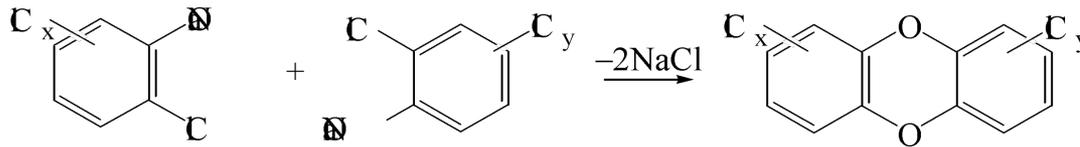


Полихлорированные **дibenзофураны** (ПХДФ) и **дibenзо-*p*-диоксины** (ПХДД).

Относятся к супертоксикантам.

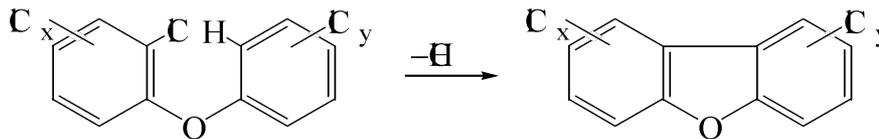
Источники диоксинов:

- сточные воды производств, в которых применяют соединения хлора, а также аварийные выбросы,
- сжигание полимеров (ПВХ), бытового мусора, медицинских отходов,
- поступление в атмосферу с дымовыми газами, с летучей золой мусоросжигательных печей, с выхлопными газами автомобилей, особенно при использовании этилированного бензина,
- при хлорировании воды, содержащей фенолы и другие ароматические соединения



Хлорированные феноляты
или

Хлорированные дibenзо-*p*-диоксины



Хлорированные дibenзофураны

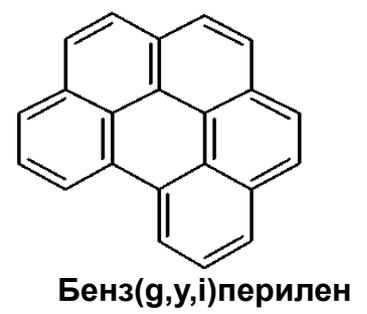
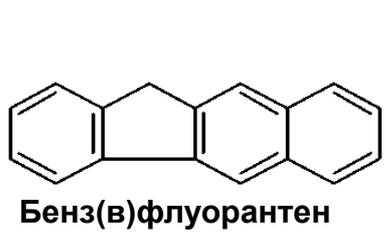
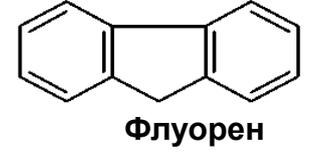
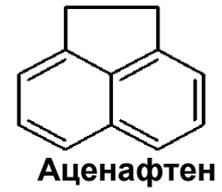
Загрязнение полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ).

Бензпирен, бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)

– супертоксикант, мутаген и канцероген.

Источники поступления:

- сточные воды химических, нефтехимических, коксохимических, сланцеперерабатывающих и металлургических производств;
- выхлопные газы бензиновых и дизельных двигателей;
- зола ТЭС и ТЭЦ.



Загрязнение **тяжелыми металлами** и **радионуклидами**

Тяжелые металлы – химические элементы с высокой плотностью:

Pb, Sn, Cd, Hg, Cr, Cu, Zn, Ni и др.

Металлоиды: As, Sb, Se, Te

Приоритетные загрязнения: Hg, Pb, Cd, Sn, Cu, Mo, Cr, Ni, Co, Mn

Радионуклиды: ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{239}Pu , ^{210}Pb , ^{210}Bi , ^{210}Po , ^{226}Ra , ^{229}Ra

Основные источники:

- тепловые электростанции (1 т угля содержит ~1,3 г природного ^{238}U и ~3,2 г ^{232}Th , а также ^{14}C , эмиттируют в 100 раз больше радиации, чем АЭС,
- угольные шахты и разрезы, терриконы или отвалы, образующиеся при добыче угля,
- нефтяные и газовые промыслы (^{222}Rn и продукты его распада: ^{210}Pb , ^{210}Bi , ^{210}Po),
- предприятия топливно-ядерного цикла (добыча, обогащение ядерного топлива, АЭС, переработка отработанного топлива)

Биологическое загрязнение

Биологический фактор загрязнения – совокупность биологических компонентов, воздействие которых на человека и окружающую среду связано с их способностью размножаться в естественных или искусственных условиях, продуцировать биологически активные вещества, а при попадании их самих или продуктов их жизнедеятельности в окружающую среду оказывать неблагоприятные воздействия на окружающую среду, людей, животных, растения.

Биологические факторы загрязнения – природные и техногенные

Факторы естественного происхождения:

- возбудители и переносчики инфекционных заболеваний людей, животных, растений;
- пыльца растений (аллерген), цианобактерии и их токсины, накапливаемые при цветении водоемов;
- заплесневелые предметы и продукты, микотоксины;
- биологическая коррозия и эрозия, связанные с жизнедеятельностью бактерий и грибов – колонизаторов тканей, бумаги, древесины и других органических материалов, строительных материалов и изделий из камня, скульптур, фресок и других произведений искусства.

Примеры природных биологических источников загрязнения:

- Эвтрофикация озер – избыток роста цианобактерий – гниение биомассы – образование аминов и нитрозосоединений (канцерогены).
- **Микотоксины**: алкалоиды и другие соединения, обладающие канцерогенным и токсическим действием (алкалоиды спорыньи, афлатоксин В₁ плесневого гриба *Aspergillus flavus*).
- Образование летучих метилртути CH_3Hg и диметилртути $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$.

Факторы техногенного происхождения:

- вакцины и сыворотки, антибиотики, другие лекарственные препараты, физиологически активные вещества;**
- микробиологические средства защиты растений (биопестициды, биоинсектициды и др.),**
- биоудобрения,**
- микробная биомасса, препараты кормового и технического назначения, биопрепараты для очистки различных сред, для биоремедиации,**
- промышленные штаммы в выбросах с биотехнологических предприятий,**
- сточные воды, очистные сооружения (компоненты активных илов и биопленок).**

Биологическое загрязнение (микробное):

- 1) Микроорганизмы с природным геномом, обладающие инфекционной активностью, вырабатывающие токсины (биологические пестициды и т.п.).**
- 2) Микроорганизмы, получаемые методами генной инженерии.**
- 3) Инфекционные вирусы, способные включаться в геном клеток хозяина и др.**
- 4) Токсины биологического происхождения.**

Живые и инактивированные клетки организмов.

Загрязнение генетически модифицированными микроорганизмами

Генетически модифицированный организм (ГМО), генетически модифицированный микроорганизм (ГММО) – организм с новой комбинацией генов, независимо от способа его получения (мутагенез, конъюгация, слияние протопластов или методы генной инженерии).

ГММО в сельском хозяйстве с целью:

- повышения устойчивости культивируемых растений к пестицидам;
- повышения эффективности снабжения сельскохозяйственных растений питательными веществами, и, следовательно, повышения их урожайности и качества производимой продукции (путем использования биоудобрений на основе азотфиксаторов, микроорганизмов, способствующих доступу фосфора и его соединений в растения, и т. д.);
- уничтожения вредителей сельскохозяйственных культур (биоинсектицидами, биофунгицидами, биогербицидами);
- защиты растений от неблагоприятных погодных условий, например заморозков;
- защиты растений от болезней и их лечения.

ГММО в охране окружающей среды с целью:

- повышения эффективности очистки экосистем от токсикантов и вредных веществ, нефти и нефтепродуктов, фенолов, пестицидов и гербицидов, ПАВ и пр.