



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему «Влияние генно - модифицированных организмов на экосистемы»

Исполнитель

Шанина Наталия Евгеньевна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

Д. б. н.

(ученая степень, ученое звание)

Лекомцев Петр Валентинович

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

  
(подпись)

канд. техн. наук, доцент

(ученая степень, ученое звание)

Королькова Светлана Витальевна

(фамилия, имя, отчество)

«16» 06 2022г.

Санкт-Петербург

2022

## Содержание

Введение.....	3
1. Генетическая инженерия.....	6
1.1 Технологии получение ГМО.....	9
2. Влияние ГМО на экосистемы .....	17
2.1 Масштабы распространения генномодифицированных растений в мире .....	17
2.2 Тенденция выращивания ГМО в мире агропродовольственной области .....	19
2.3 Причины создания ГМО.....	21
2.4 Опасности и риски для агроэкосистем связанные с промышленным выращиванием трансгенных растений.....	23
2.5.Основные агротехнические риски.....	31
2.6 Уменьшение биологическое разнообразие на планете .....	32
2.7 Влияние на погодные факторы .....	34
3. Альтернативные методы использования гмо в сельском хозяйстве .....	42
3.1 Аграрное земледелие .....	42
3.2 Селекция.....	43
3.3 Коррекция факторов влияющих на здоровье растений .....	43
Заключение .....	45

## **Введение**

Актуальность темы связана с созданием и выращиванием ГМО в промышленных масштабах и угрозой распространения их в дикой природе.

Выявить какие угрозы и риски несут ГМО технологии для экосистем а так же генофонда самой большой экосистемы биосферы Земли а так же непосредственно для человека. Ещё раз напомнить о законах Коммонера; Всё связано со всем что если вносить изменения в ДНК, информационную программу построения живых организмов то в итоге мы получим мутации которые могут привести к гибели всей биосферы.

В новом тысячелетии человеческая цивилизация осознала новую жизненно важную необходимость—экологическую безопасность мира в котором мы живём и её обеспечение стало более значимой потребностью чем удовлетворение спроса в новых товарах и услугах а так же амбициозных проектах. Сложные противоречивые обостряющиеся проблемы взаимодействия человека с природой приняли острый характер, не учитывая объективные законы природы человечество пытается жить по своим правилам, предоставив природе обеспечивать неуёмные запросы и желания людей. Как же найти выход из этих противоречий. Надо перестать своим не умелым хозяйствованием на планете Земля уничтожать природу, искать компромиссные решения в обеспечении разумно ограниченных потребностей растущего населения и сохранения воспроизводительных возможностей природной системы.

Биосфера - это живая оболочка Земли в которой жизнь активно ищет пути поддержания своего существования и развития. Стабильность этой сферы в первую очередь зависит от деятельности самих живых существ обеспечивающих нужную скорость фиксации солнечной энергии и биогенного движения атомов. Однако её устойчивость имеет определённые пределы и нарушение её регуляторных возможностей грозит серьёзными

последствиями для всего живого на планете. Теория биотической регуляции разработанная российским учёным В.Г.Горшковым говорит о том что биота с момента своего возникновения не только адаптировалась к воздействиям ОС но и оказывала на неё мощное формирующее воздействие. В результате этого образовалась биосфера которая обеспечивает высокую точность регулирования параметров, существенных для живых организмов в большом разбросе вариантов изменений. В число которых входят климат, атмосфера, почва, поверхностные воды суши и воды мирового океана. Из этой концепции следует что именно биота контролирует химический состав ОС. Круговорот веществ в целом скорее всего не может быть устойчивым при отсутствии жизни. Поэтому главные усилия нашей цивилизации должны быть сосредоточены на сохранении живого вещества биосферы – основного фактора глобальной экологической безопасности и единственным выходом из создавшегося кризиса может быть установка: хочешь жить дай жить другим.[1]

Все живые организмы на земле – это сложные биологические системы, развитие которых происходит по строгой программе. Данная программа записана в молекулах ДНК. В этой макромолекуле зашифрованы данные о наследственной информации. ДНК состоит из генов. Каждый из них отвечает за какой либо наследственный признак или за формирование какого либо ряда признаков. Внешняя среда может вносить незначительные изменения в то что изначально запрограммировано природой.

В основе органического мира стоит клетка -элементарная система необходимая для проявления жизни на всех уровнях её организации. Для каждой клетки соответственно явление наследственности способность к воспроизведению. На фоне видовой специфики в явлениях наследственности для всех живых существ обнаруживаются всеобщие законы. Их существование показывает единство органического мира. В самой сущности биологической формы движения материи заложено свойство

самовоспроизведения. Это обеспечивает генетическую непрерывность в истории всех форм жизни, которая возникла более 3,8 млрд. лет тому назад и с тех пор из поколения в поколение, следующим одним за другим, организмы воспроизводят свои функции и формы в потомках. Воспроизведение жизни это и есть наследственность. В ней проявляется соответственная сторона жизненных явлений, принцип сохранения. Но жизнь не мыслима без изменчивости. Исторический процесс эволюции обуславливает прогресс видов, создаёт новые усложнённые формы активного приспособления организмов к условиям жизни на Земле. Явление эволюции базируется на наследственных отклонениях организмов.

Известно что триадой жизни служат энергия, вещество, информация. В живой клетке информация представлена генетическими структурами, в которых отражена история развития живого т.е. самой информацией. Этими структурами служат полимеры нуклеиновых кислот. Нуклеиновая кислота клеточных ядер представляет собой дезоксирибонуклеиновую кислоту – ДНК. Она является тем основным видом молекул в клетке, в которой записана генетическая информация. Отдельные отрезки ДНК получили название генов. Синтез белков программируется генами. Клетка представляет собой единственную известную нам материальную систему обладающую всей полнотой свойств жизни. Она несёт в себе свойства саморегуляции и самовоспроизведения. Клетка несёт в себе запись генетической информации представляющей итог эволюционного развития вида и основу всей будущей эволюции. Вмешательство и внесение изменений в генетические структуры живых организмов может повлечь за собой необратимые последствия для эволюционных процессов видов и биосферы в целом. Появлению мутантов. Поэтому надо с большой осторожностью, не торопясь подходить к научным исследованиям в сфере генных преобразований в организмах. Что бы не нарушить эволюционные процессы жизни на нашей планете.[2]

## 1. Генетическая инженерия

Генетическая инженерия – это новая технология, при помощи которой создают рекомбинантные РНК и ДНК, вырезают гены из живых организмов, клеток, осуществляют различные операции с генами и синтезируют их с другими организмами, выращивают не свойственные природе конструкции после удаления определённых генов ДНК. В ГИ применяются современные достижения микробиологии, вирусологии, клеточной и молекулярной биологии, генетики. Генная инженерия – это один из способов биоуправления наследственной изменчивостью организмов активно используемый в селекционной работе. Число модифицированных культур в данное время насчитывается десятками а естественных десятками тысяч, и вбирает в себя не 150 а больше 6 тыс. культивируемых сортов растений.[5]

Биологические конструкции программы жизни называются генами, из них состоит ДНК и они определяют специфические признаки разных живых организмов. Внедрённые гены изменяют программу получателя, и его клетки начинают вырабатывать другие вещества, создающие новые качества в этом организме. Учёные специалисты используя методы генной инженерии могут менять особые свойства и характеристики в заданном ими направлении, предположим: вывести сорт томатов с более длительным сроком хранения или сорт соевых бобов, невосприимчивых к воздействию гербицидов. Конкретно ГИ работает над решение следующих задач:

1. придание устойчивости к определённым химикатам.
2. получение устойчивости к болезням и вредителям.
3. увеличение продуктивности гмо .
4. создание особых качеств и характеристик у измененного объекта.[4]

Организмы с изменёнными генами называются - ГМО это химеры, с изменённой генетической конструкцией молекулы (ДНК) изменённым невозможным в природе способом. ГМО могут содержать фрагменты ДНК из любых других живых организмов. Для наглядности опишу некоторые случаи генной модификации:

Пол Берг американский учёный в 1972 году получил первый ГМ продукт, объединив два гена полученных из разных видов организмов в одну структуру, и получил гибрид, которого не может быть в природе. Так появился на свет трансгенный табак. После этого открытия через небольшой промежуток времени стала развиваться индустрия получения ГМО. В прошедшем небольшом количестве времени ученые заметили что, благодаря трансформации генов растений, они становятся морозоустойчивее, дольше хранятся и их не едят насекомые. А уже в 1973 произошло получение первого ГМ микроорганизма - кишечной палочки с человеческим геном, получающий синтез инсулина.[6]

И в 1994 печально известная компания, создавшая вещество Agent-Orange, и использовавшая его для уничтожения джунглей во время войны во Вьетнаме, Monsanto представила свою первую разработку ГИ – трансгенный помидор, который назывался SavFlavr. Этот помидор в полужрелом виде находясь в прохладном помещении месяцами не портился но как только эти помидора попадали в тепло сразу же краснели. Это свойство овощ приобрёл посредством синтеза с геном камбалы. Следующей разработкой было скрещивание сои с генами некоторых бактерий и этот гибрид стал устойчивым к гербицидам которыми обрабатывали поля от насекомых. В дальнейшем было получено около тысячи ГМО культур, но только сотня из этих растений применяется в промышленных целях. Самые распространенные из них это кукуруза, помидоры, соя, пшеница, рис, арахис, картофель и рапс.

Англичанин Мур 1998 году получил другой вид модифицированного табака с активированным геном отвечающим за выработку белка HSPs. В ходе эксперимента у растения увеличилась скорость фотосинтеза оно сильно выросло и стало больше весить. Активированный ген преобразовал растение до неузнаваемости, оно стало очень большим. В обычном состоянии этот ген занимается свёртыванием молекулы готового белка в спираль и если она принимает неправильную форму её исправляет. А так же отвечает за то чтобы не допустить изменения формы белка при нагревании, кроме этого выполняет связывание одного из ферментов, расщепляющих ДНК. В ходе эксперимента обнаружилось что ген выработки белка HSPs ещё влияет и на скорость дыхания табака, его рост и его массу. Но у нормальных растений этот ген пребывает в неактивном состоянии.

Растение табак существующий в обычной среде, находится в оптимальных для него условиях, при которых включение активности гена приводит к побочному эффекту: образованию пероксида водорода, разрушающего живую клетку. Активация гена, с одной стороны, дает ускоренный рост и новые качества, с другой – сокращает длительность жизни растения.

Японский биолог Хекими провёл эксперимент заключающийся в продлении жизни червя- нематоды, включив несколько генов, заведующих продлением жизни в несколько раз. Если включить эти гены, то нематода живет дольше, причем она долго развивается, долго проходит стадию личинки по сравнению со своими сородичами мало двигается, плодится, потребляет пищу. При этом червь становится малочувствительным к внешним условиям, устойчивым к ультрафиолетовому свету, высоким температурам и образованию в клетках пероксида водорода. Сделав активными гены продолжительности жизни у нематоды, получилось замедлить ход ее жизни и перевести механизмы развития на стратегию стабильности.

Но все это было сделано в лабораторных условиях. Как будет развиваться тот или иной организм с чужими генами в естественных условиях жизни, можно лишь строить предположения. Но осознать, как идет процесс эволюции, все равно непросто. Скорее всего, эволюция происходит этапами, и эти этапы связаны не с накопившейся в генах новой информации, а с меняющимися условиями жизни. Толчком для ускорения темпа развития новых признаков в быстро сменяющихся друг друга телах может оказаться глобальная катастрофа, потепление, похолодание, а также эпидемии, которые вызывает ускоренно развивающаяся популяция вирусов. Как пишут биохимики, роль главного переключателя скорости эволюции в организме могут выполнять активные формы кислорода другими словами: выживают лишь те, кто может быстро и активно дышать без вреда для здоровья. Но за это умение они платят недолгой жизнью.

### **1.1 Технологии получение ГМО**

Технология рекомбинантных молекул используется в процессе конструирования ГМО. Биоинженеры переносят отдельные гены из любого живого организма в другой организм с помощью кольцевых молекул ДНК. Что бы получить новый признак в генетическую цепочку реципиента встраивается нужная конструкция отвечающая за этот признак. Такой результат невозможно получить применяя селекционный подход или для достижения таких результатов требуется очень продолжительное время. Методы биотехнологий очень сильно ускоряют выведение нового сорта, существенно снижают его себестоимость и получают хорошо прогнозируемый результат по признаку, определяемому встроенной конструкцией. Вместе с приобретёнными характеристиками организм может получить непланируемые новые качества. Это вызвано плейротропным эффектом — явлением, при котором один ген отвечает за несколько признаков, так и свойствами самой встроенной конструкции, в том числе её нестабильностью и коррекционным воздействием на соседние гены. Это и

создаёт объективную базу для наличия потенциальных рисков при выращивании трансгенных растений и получаемых из них продуктов питания..[3]

Технология получения ГМО заключается в нескольких этапах :

Выделить и обозначить нужные гены (соответствующих фрагментов ДНК или РНК) для встраивания в другой организм. Из организма, обладающего нужными генами, применяя специальные химические способы выделяют нуклеиновые кислоты. Их разрезают на отдельные фрагменты, используя наборы ферментов-рестриктаз. Если объединить в одной пробирке фрагменты ДНК любого происхождения (н-р, фрагменты плазмид бактерий и фрагменты животной или растительной ДНК), полученные с помощью одной и той же рестриктазы, дающей липкие концы, и добавить фермент – лигазу, то эти фрагменты соединятся между собой. В результате получается химерная (рекомбинантная) ДНК, которая может содержать фрагменты ДНК, выбранные из различных организмов или синтезированную искусственно. Такая технология создаёт на основе плазмид (или других типов векторов) сложные генетические конструкции, предназначенные для встраивания в клетки других организмов.[3]

1. Клонирование (размножение) переносимого гена .Векторы со встроенными в них фрагментами переносят в реципиентные клетки , чтобы размножить созданные в пробирке не большое количество модифицированных молекул ДНК. Для введения плазмидных векторов в реципиентные клетки применяется метод генетической трансформации. Для клонирования векторных ДНК особенно широкое распространение получила трансформация клеток кишечной палочки (*E. coli*), основанная на совместной инкубации «компетентных» клеток бактерий (клетки способные к трансформации) и ДНК. В результате трансформации ДНК «поглощается»

бактериальными клетками и автономно размножается в их цитоплазме (внутренняя среда клетки).

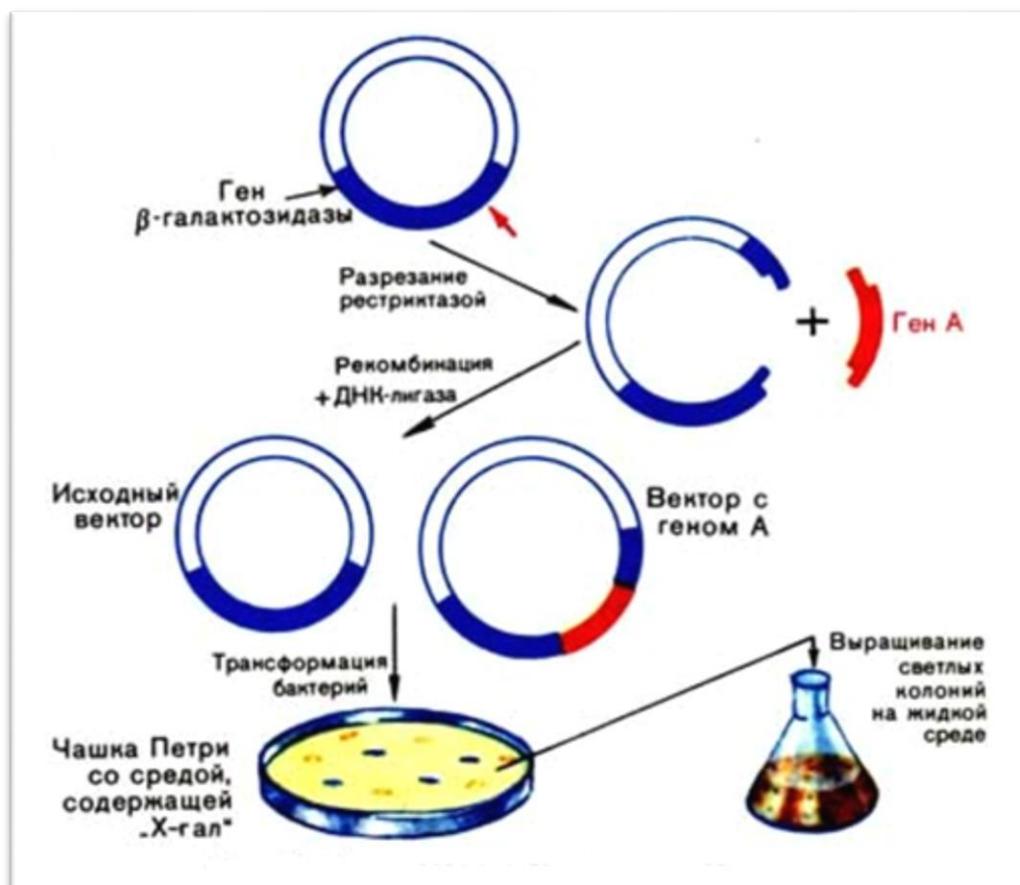


Рисунок 1 - Использование гена б-галактозидазы для клонирования генов.

Отбор трансформированных бактериальных клеток имеющие какой-либо селективный маркер ,встроенный уже в вектор или который появился в процессе образования рекомбинантной молекулы проводят на селективной среде. В эту среду добавляют антибиотик к которому есть ген устойчивости в этом векторе, выжившие клетки будут содержать данный вектор. Для понимания присутствует ли в трансформированной клетки рекомбинантной ДНК такой вектор ,выделенную из клеток векторную плазмиду и подвергают её электрофорезу.

Метод электрофореза основан, на принципе перемещения веществ в электрическом поле от одного полюса к другому со скоростью, зависящей от их размеров. С помощью этой простой техники можно в агарозном геле разделить, идентифицировать и очистить фрагменты векторной ДНК различной молекулярной массы.[5]

Процесс трансформации это основной способ переноса генов (генных конструкций) из клеток организма–донора в клетки организма–реципиента. Трансформация включает в себя несколько основных этапов и требует соблюдения ряда условий: наличия трансформирующей ДНК; «компетентных» клеток; интеграции донорской (трансформирующей) ДНК в ДНК реципиента и экспрессии (работы) перенесённых генов. Существуют различные методы трансформации: путем гибридизации соматических клеток; инкубации реципиентных клеток с чужеродным генетическим материалом; микроинъекцией генетического материала в ядра клеток животных и др. Их применение, прежде всего, зависит от биологических особенностей организма – реципиента. Например, для трансформации клеток растений используют два основных метода.

Слегка модифицированный естественный процесс горизонтального переноса генов от бактерий к растениям является трансформацией растения с помощью, так называемой, T1 – плазмиды, несущей «целевой» ген, который доставляется в клетки с помощью почвенной бактерии *Agrobacterium tumefaciens*. Известно, что с помощью специального механизма бактерии передают в генетический материал растений небольшой фрагмент своей ДНК, содержащий гены, активность которых приводит к образованию у растений опухоли или многочисленных корней. В них синтезируются вещества - опины, являющиеся питательным субстратом исключительно для агробактерий. Ученые просто вырезают из переносимого фрагмента ДНК бактериальные гены, вызывающие болезнь, и заменяют их нужными им генами с соответствующими коррекционными элементами. Агробактерии

потом убивают с помощью антибиотиков, а из трансформированных клеток восстанавливают целое растение.[5]

К сожалению, метод агробактериальной трансформации оказался недостаточно эффективным для большинства однодольных растений (хлебных злаков, кукурузы, лилейных и других).

3.Метод представляет из себя обстреливание с огромной скоростью клетки растения генной пушкой заряженной мельчайшими частицами вольфрама или золота на которых напылена ДНК ,содержащая целевой ген, так называемая биологическая баллистика. С огромной скоростью происходит обстрел этими частицами клеток растений,частицы попадают в цитоплазму и ядра. И некоторые из этих клеток встраивают «целевой» ген в свою ДНК. Из каждой такой клетки может быть регенерировано новое генно модифицированное растение.

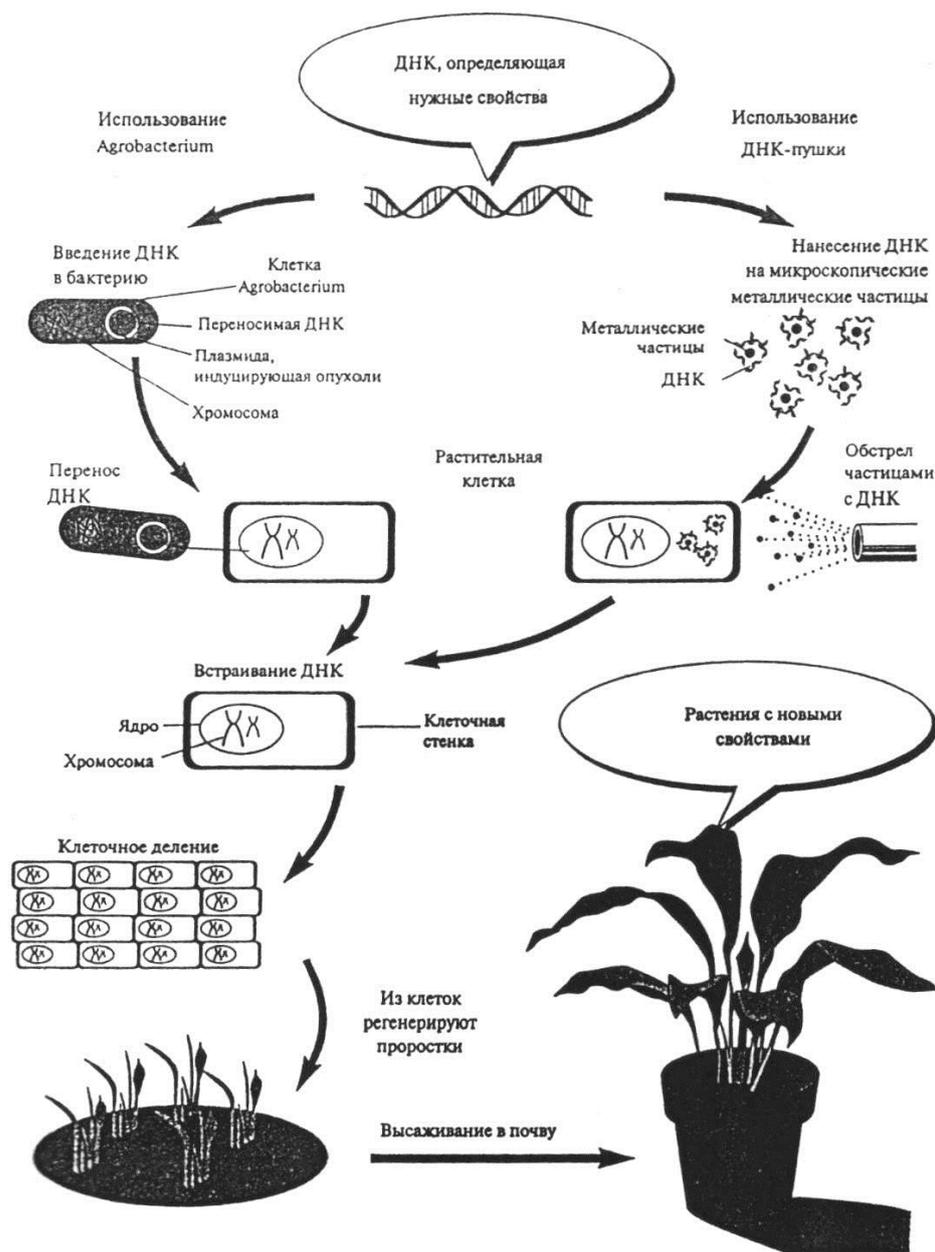


Рисунок 2 - Метод биологической баллистики.

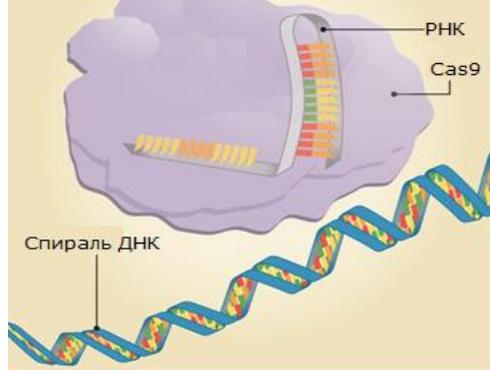
4. Есть и другие способы. Например, в клеточной мембране прodelываются микроотверстия, через которые может пройти генетический материал. Применяются «уколы для клеток» — инъекции с помощью крошечных пипеток, которые могут доставлять гены непосредственно в ядра. Известен также вирусный метод — при этом часть ДНК переносит вирус-бактериофаг. [6]

5.Новейший метод за которым большое будущее называется CRISPR/Cas9 — это современная технология улучшения геномов высших организмов, основывающаяся на работе иммунной системе бактерий. По мнению биоинформатика Евгения Кунина бактерия, пережившая нападение вируса, переписала часть его генома, воспроизводя новые части последовательности CRISPR. Кунин заметил что рядом с CRISPR-блоками почти всегда белок Cas. Учёный прикинул, что белок Cas обнаруживает вирус по РНК-копии, образованной путём синтеза с CRISPR, а когда выявляет, то расщепляет его. Если применить человеческие конструкции то ,белок Cas — полицейский, CRISPR — база данных, РНК-копия — фоторобот или ориентировка, а вирус — преступник, который решил повторно совершить преступление. Следующее открытие сделала Эммануэль Шарпентье, которая обнаружила нужный девятый белок Cas . Шарпентье выявила такой участок, который шифрует всего один белок, и он это делает сам. Учёным была предъявлена модель, при которой РНК CRISPR шифруется не природными блоками, которые имеют геном бактерии, а с помощью управляемой человеком ферментации. То есть белок Cas9 уже начинает работать не по схеме природной РНК, а в соответствии с программой , которую избрал человек. И если построить программу CRISPR так,как задумал человек, то он сможет разрезать мутировавший ген, способствующий болезни.[21]

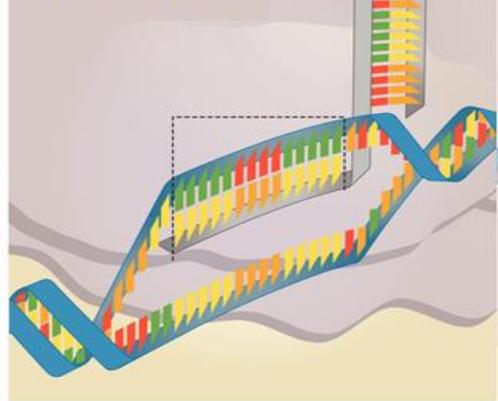
### Перепишем код

Как работает технология Crispr-Cas9:

Участок РНК программируется на поиск проблемного сегмента ДНК. РНК комбинируется с натуральным белком Cas9, который берется из бактерии и служит в качестве генетического скальпеля.



При введении в клетку комбинация РНК/Cas9 ищет последовательность ДНК, совпадающую с РНК.



Когда совпадение найдено, Cas9 обрезает обе нити ДНК



Source: Innovative Genomics Initiative  
John Gould / The Wall Street Journal

Восстанавливающие ферменты могут заполнять пробелы в ДНК новой генетической информацией, после чего генетический код изменится.



Новый генетический материал

THE WALL STREET JOURNAL.

Рисунок 3 - CRISPR/Cas9 метод

## **2. Влияние ГМО на экосистемы**

### **2.1 Масштабы распространения генномодифицированных растений в мире**

Одним из наиболее главных направлений применения ГМО является сельское хозяйство. Генетические модифицированные растения более устойчивы к болезням и погоде, быстрее созревают и дольше хранятся, умеют самостоятельно вырабатывать инсектициды против вредителей. ГМО-растения способны расти и приносить хороший урожай.

Основные усилия ученых сосредоточены на защите растений от неблагоприятных факторов, снижении потерь при хранении и улучшении качества продукции растениеводства. В частности, это повышение устойчивости к болезням и вредителям, заморозкам или засолению почвы, удаление нежелательных компонентов из растительного масла, изменение свойств белка и крахмала в пшеничной муке, увеличением сроков хранения и улучшением вкуса плодов и т.д. Главным достоинством применения гмо в сельском хозяйстве является упрощение технологий применяемых в агропромышленности и в следствии этого уменьшение затрат производства. То есть более дешёвого способа производства пищевой продукции чем традиционные способы. Но эта дешевизна может вылиться таким бедствием которого ещё не знала планета Земля.

Территории, используемые в мире под трансгенные культуры, продолжают увеличиваться. К 2018 г. они выросли на 1,9%. Применение модифицированных растений прогрессирует. По информации испанского новостного агентства ЭФЭ с подтверждением сообщения Isaaa – Международной организации получения и использования биотехнологии аграрного назначения, земли, отведённые для выращивания ГМ-культур, увеличились до 191,7 млн га.

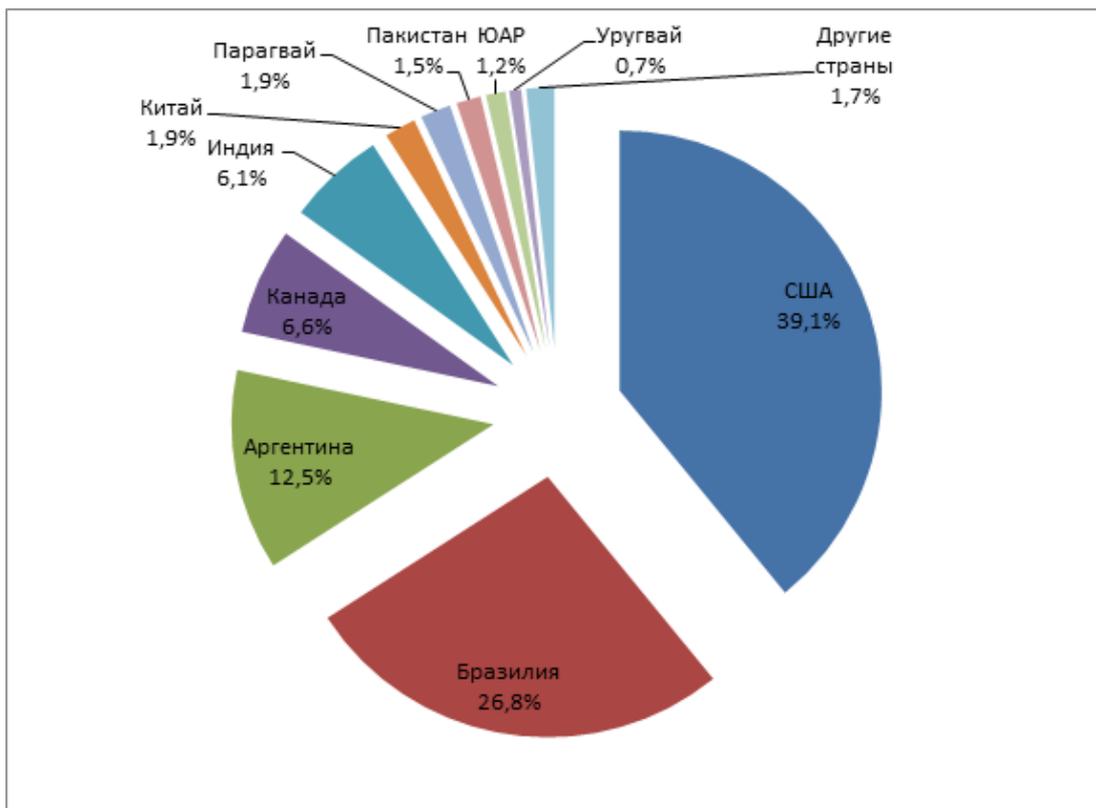


Рисунок 4 - Первые страны по величине посевов ГМ-культур в мире в 2019г.

В мире на данный момент трансгенные растения культивируют в 26 странах. Самые большие территории для возделывания трансгенных растений находятся в США, которые и начали развивать научное направление по пересадке генов. Где под ГМ растения определено 75 млн га. Второе и третье места достались латиноамериканским большим странам – Бразилии и Аргентине. В Бразилии это 51,3 млн га, в Аргентине – 23,9 млн га. Рядом с ними – Канада, где модифицированные растения культивируют на 12,7 млн га. Среди развивающихся стран первое место занимает Индия в которой под ГМ культуры задействовано 11,6 млн га. В Европейских странах самый большой показатель использования ГМ растений в Испании и Португалии. В Испании к примеру, под трансгенную-кукурузу выделено 100 тыс. га. В Португалии этот показатель ниже и уступает Испании. Около 50% трансгенных растений – это соя. Самые большие ГМ-

агрокультуры в мире являются соя, кукуруза, рапс, хлопок и рис. В меньшей степени выращиваются картофель, сахарная свекла, томаты, пшеница, дыня, кабачки, лён, цикорий.

## 2.2 Тенденция выращивания ГМО в мире агропродовольственной области

До 1994 года посеы ГМО в промышленных масштабах отсутствовали, а в 1996 составляли «всего» 1,7 млн га. Затем произошел взрывной рост. Уже за первые 10 лет выращивания к 2006 году, посеы увеличились в 60 раз, достигли 102 млн га. За период 2007–2019 гг. общая площадь земель, занятых ГМО, выросла на 89,7 млн га, т.е. на 87,9 % (рис. 1).

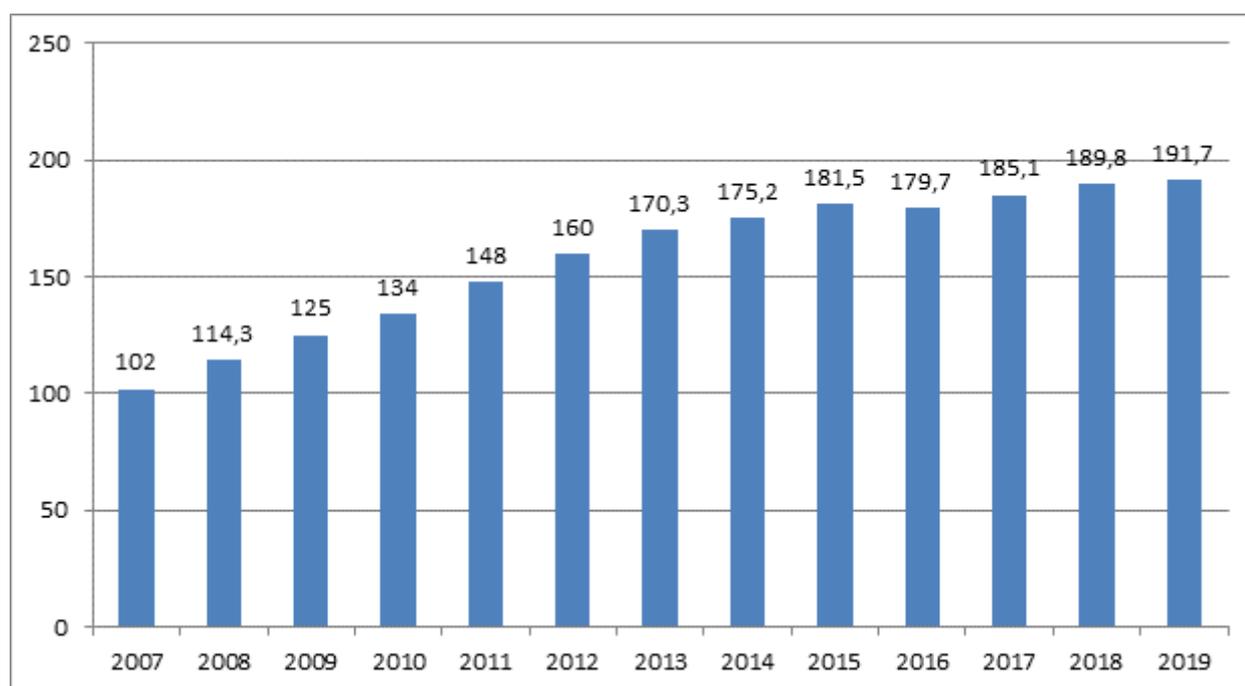


Рисунок 5 - Тенденция выращивания ГМО в мире 2007–2019 гг, млн га

Все увеличивающиеся площади занятые посевами ГМ-растений постоянно применяемых отборных культур в качестве исходного селекционного материала снижает биологическое разнообразие агроэкосистем. А так же уменьшать генетическое разнообразие будет процесс занятии земли под выращивание трансгенов. В результате чего

генофонд определённых культур может сильно уменьшиться, что в свою очередь увеличит опасность повсеместного заражения растительных сообществ сорными травами.

Ещё одна угроза для агроэкосистем исходит от широкого применения одних и тех же химических веществ - гербицидов и энтомотоксинов, что обязательно станет причиной пестицидного обратного действия так называемого "химического бумеранга". Так, при обширном и долгом применении гербицидов с одинаковым диапазоном воздействия (раундап) малочисленные сорняки, обладающие устойчивостью к гербицидам, могут стать в сельскохозяйственных экосистемах доминантными. Есть сведения о том, что в последние годы многие виды сорных трав достаточно быстро нарабатывают сопротивляемость к производным сульфонилмочевины. Такие же случаи есть при долгом использовании однотипных инсектицидов и фунгицидов. В связи с тем у растений вырабатывается устойчивость к пестицидам приходится использовать ещё больше химических средств для обработки полей, что является снижением возможности неопасного рентабельного применения химических средств для защиты сельскохозяйственных культур. А так же повсеместное применение пестицидов большого диапазона воздействия приводит к разрывам пищевых цепей и нарушением экологического равновесия в агробиоценозах.

Уже сейчас с полной уверенностью можно сказать, что генетическая инженерия приведет к ещё большему химическому загрязнению окружающей среды. Выращивание зерновых сортов с высокой устойчивостью к гербицидам приведет к тому, что для обработки полей от сорняков и вредителей надо будет применять втрое больше химических средств, чем ранее, а это непосредственно приведёт к увеличению загрязнения почвы и грунтовых вод. Раундап - химический реагент, который остается в почве в течение трех лет и, следовательно, может впитываться последующими сельскохозяйственными культурами, посаженными на этом

месте. Были проведены и другие научные работы, которые выявили, что применение данного гербицида вызывает токсические реакции у фермеров, нарушает функцию воспроизведения потомства у млекопитающих, наносит вред рыбам, дождевым червям и полезным насекомым[9]

### **2.3 Причины создания ГМО**

Биоинженерия в сравнении с классическими приёмами селекции и аграрного земледелия обладает большим потенциалом внедрять технологии фундаментальных научных открытий в молекулярной биологии. Кроме того, приёмы биотехнологии – это качественно новый подход с помощью которого непосредственно исследуется структурно-функциональная организация генетической информации. Чтобы растение приобрело хозяйственно ценные признаки ,как усвоение углекислого газа за единицу времени (интенсивность чистого фотосинтеза ), подъём количества урожая и др.Создаются трансгенные сорта защищённые от гербицидов и вредных насекомых, биопестицидов ,патогенных микроорганизмов и др.Генетическая инженерия, которая стала базой экспериментов эволюционного характера, в будущем развитии и усложнении, предоставит широкие перспективы в модификации организмов.

Но в то же время научные разработки в сфере биотехнологий приводят не только к положительным результатам но и к опасным последствиям, столь же опасным сколько и выгодным. И основная проблема кроется в том что мы не в силах сделать прогноз на будущее о том чем может обернуться масштабное распространения ГМО.

Несмотря на то что разбор сложного целого на образующие части представляется практически универсальным подходом (методом) в биологических исследованиях, состав не может быть важнее целого, а отдельные части её совокупности сами по себе не объясняют поний

организм, который базисно отличается от составляющих элементов. Вот поэтому даже блестящие разработки в сфере молекулярной биологии не могут объяснить сущность биологических явлений на уровне жизни. Биология как наука о закономерностях органической жизни не ограничивается знанием только о ее молекулярном строении и преобразовании.

Не стоит преувеличивать возможности генетической инженерии так как значение отдельных генов не столь определяющие в умении организмов приспосабливаться к внешним условиям среды. А так же не учитывать сложность, динамику и непрерывный ход природных процессов. Подход ориентированный на перестройку отдельных генов отвечающих за целевые признаки и рассматривающий онтогенез в виде схемы расположения генов, даёт возможность решить лишь небольшую, но не основную часть поставленной задачи. Ответ на вопрос можно ли окружающий нас мир осмыслить с функциональной или структурной точки зрения, то очевидно что интеграция процесса биологического умения приспосабливаться к изменениям окружающей среды несёт определяющую эволюционную функцию у живых организмов.

Прежде всего модификацию растений применяют для защиты растений от вредителей, примером такого является Шанхайская разработка трансгенного табака с РНК отключающей ген устойчивости к госсиполу. Поводом для этого послужило наличие у хлопчатника специального естественного инсектицида-госсипола. Но многие вредители со временем выработали устойчивость к нему. Поэтому когда был отключён ген невосприимчивости к этому веществу гусеницы хлопковой совки, наевшись листьев модифицированного табака утратили устойчивость к нему и когда их выпустили на хлопчатник, через некоторое время они погибли. Другим широко используемым в разных областях производства является модифицированный рапс с изменённым составом жирной кислоты которой в

этом растении содержится 45% 12-членной – лауриновой кислоты. В США этот сорт используется в коммерческих целях для получения растительного масла с улучшенными свойствами. Получаемое вещество широко применяется для изготовления стиральных порошков, шампуней, косметики. Также может использоваться в кондитерских изделиях, лекарствах, смазочных материалах, дизельного топлива и в других сферах где применяется углеводородное сырьё. Другие растения подвергались модификации, введением в них гена эндотоксина *Bt Bacillus thuringiensis*. Белок *Bt* ядовит для насекомых. Он является протеиназом, который расщепляется в кишечнике личинок насекомых, образуя активный токсин от которого они погибают. Созданы клонированные гены вызывающие у растений устойчивость к гербицидам, химикатам которыми обрабатывают растения в борьбе с сорняками.

Несмотря на то что генномодифицированные растения приобретают многие полезные качества устойчивость к химикатам которыми обрабатывают поля в борьбе с сорняками, выработку ядовитых токсинов угнетающих физиологические функции и приводящих к болезням и смерти вредных насекомых вредителей, долгие сроки хранения, холодоустойчивость и многое другое. Нельзя не учитывать отрицательное влияние на окружающую среду.[5]

#### **2.4 Опасности и риски для агроэкосистем связанные с промышленным выращиванием трансгенных растений**

1. Уменьшение биоразнообразия почвенных микроорганизмов в следствии нецелевого воздействия ТГ растений.

В современном мире очень много выращивается ядовитых для вредителей трансгенных растений, в том числе с большим содержанием *Bt*-токсина, который может переноситься с пылью и фитофагами в другие организмы экосистемы. Попадая в ризосферу, *Bt*-токсин способен

накапливаться в почве, оказывая влияние на биогеоценоз и грунтовые воды. Плодородие почв находится в полной зависимости от многочисленности и разнообразия почвенных организмов, так называемой живой фазой почвы, которая является необходимой составляющей окружающей природной среды. В последнее время, в следствии обширного выращивания в некоторых странах трансгенных культур, научное сообщество обратило внимание на то что при культивировании ГМ растений уменьшается биоразнообразие почвообразующих организмов и в результате чего происходит обеднение плодородия почв.

Как стало известно ОАГБ, 23 февраля 2009 г. были предъявлены последние научные данные Исследовательского Фонда Технологии, Науки и Экологии «Navdanya» (Индия), добытые в ходе сравнения почв с полей, где в течение 3 лет культивировался трансгенный Bt-хлопок, с полями из соседних областей, где выращивался обычный хлопок и другие сельскохозяйственные виды.. В результате полученных исследований выяснилось, что за три года выращивания ГМ-хлопка на 17% уменьшилось сообщество микробиоты актиномицет. Актиномицеты имеют важное для почвы значение. они помогают в разрушении целлюлозы и созданию гумуса.

Биоразнообразие бактерий уменьшилось на 14%, так же снизилась общая биомасса микробов на 8,9%. Присутствие жизненно-важных почвенных ферментов, поставляющих питательные вещества растениям, также был сильно уменьшено, а наличие фосфатазы, способствующей поглощению фосфатов, снизилось на 26,6%. количества нитрогеназы, содействующий фиксации азота, было сокращено 22,6%. Всё это свидетельствует об ослаблении активности почвенных микроорганизмов на полях с ГМ-хлопком в сравнении со взятыми образцами с «чистых» полей.

Эти показатели доказывают, что десятилетние посадки ГМ-хлопка или любого другого ГМ-вида с генами Bt, в последствии приведут к полному истреблению почвенных организмов, в результате чего мертвая почва уже не сможет воспроизводить питательных вещества для растений.

По заявлениям ISAAA в Индии под трансгенный хлопок выращивается на территориях площадью 7.6 млн.га .-хлопком задействовано 7.6 млн. га. Это говорит о том, что в стране 7.6 млн. га умирающих почв.

Воздействие ГМО на почвенные организмы, как правило не изучалось. Хотя эти сведения жизненно-важны потому, что ГМ-культуры, вырабатывающие Bt-токсин, такие, как кукуруза (Mon 810), хлопок или баклажан, оказывают губительное воздействие на полезные почвенные организмы.

Исследование Фонда «Navdanya» является первым, позволяющим посмотреть в долгосрочной перспективе на влияние Bt-хлопка на почвенные организмы и заставляет задуматься о регулировании этого процесса по всему миру.

Оно также показывает, что заявления Биотехнологической индустрии о безопасности генетически модифицированных сельскохозяйственных культур, являются обманом.

Достаточно много модифицированных видов, устойчивые к фитовирусам, могут менять вирулентность существующих вирусов, способствовать появлению новых ядовитых штаммов. Может быть также прямой перенос генов вирусостойчивости от модифицированных растений к диким родственникам . В результате неуправляемого распространения транспозонов возникает опасность возникновения устойчивых к гербицидам и эндотоксинам вредителей и сокращение биологического разнообразия агроценозов а это в свою очередь вызовет нарушение экологического равновесия в агроэкосистемах.. Чтобы не допустить это и уменьшить

скорость естественного отбора вредителей не боящихся Bt токсина в США создают территории для полезной энтомофауны из обычных растений такого же сорта.

Возможность стихийного распространения трансгенов сильно увеличивается в следствии внедрённого рекомбиногенеза. Установлено что рекомбинация это основной механизм передачи трансгенов близкородственным видам высших эукариот. Другие негативные последствия применения ГМО вытекают из:

1. нарушения экологического равновесия происходит в следствии размножения новых с модифицированной генетической системой растений а так же увеличение количества применения химических веществ на сортах защищённых от них, незапланированная передача устойчивости к гербицидам от полезных растений к сорнякам, приобретение резистентности к пестицидам популяций вредителей, микроорганизмов, сорняков, возможность угнетения роста новых растений устойчивых к вредителям и полезных насекомых, частности: пчёл, божьих коровок, бабочек, дождевых червей и других почвенных организмов. Надо понимать что ГМО получают не только желаемое их создателями, но и незапланированные нежелательные характеристики и свойства, обусловленные плейротропным эффектом внедрённого гена. К примеру у сортов защищённых от вредных насекомых, снижается иммунитет к патогенам, при хранении может снижаться адаптация к критическим температурам.

2. Снижение сортового разнообразия аграрных культур в следствии увеличения посадок монокультур ГМ растений. Повсеместное выращивание однотипных модифицированных монокультур и гибридов и созданных традиционными методами селекции других видов, привело в двадцатом веке в сельском хозяйстве к стихийным бедствиям мирового масштаба вызванных эпифитотией гельминтоспориоза, ржавчиной, фомопсисом и др. Желтый

люпин называемый в России "северной соей", почти весь был уничтожен антракнозом. Неизбежным последствием уменьшения биологического разнообразия агроэкосистем станет большая их зависимость от климатических факторов (меньшая экологическая защищенность), ограниченная возможность использования благоприятных условий окружающей среды (плодородие почвы, особенности климата, погода и пр.), в следствии чего увеличение затрат на исчерпаемые ресурсы, на каждую дополнительную единицу урожая, в том числе пищевую калорию. А это в свою очередь приведёт к более серьёзным разрушениям и загрязнениям природной среды, и в итоге нарушением экологического равновесия биосферы

3. Риски отсроченного изменения приспособлением встроенного нового гена и появлением плейротропных свойств, так и изменение уже заданных свойств через несколько поколений, связанные с

4. Снижение устойчивости ГМ растений к вредным насекомым. Уменьшение трансгенной защищённости к вредителям через несколько лет массового выращивания данного вида. Ещё одна угроза для агроэкосистем исходит от широкого применения одних и тех же химических веществ - гербицидов и энтомотоксинов что становится причиной пестицидного обратного действия. Так, при повсеместном и долгом использовании гербицидов с одинаковым диапазоном воздействия (раундап) малочисленные устойчивые к гербицидам сорняки могут стать в сельскохозяйственных экосистемах доминантными. Известно, что в последние годы десятки видов сорняков достаточно быстро наработали невосприимчивость к производным сульфонилмочевины. Такие же прецеденты есть при долгом использовании однотипных инсектицидов и фунгицидов. В следствии защищённости растений от пестицидов, придётся использовать ещё большего химических средств для обработки полей, что

приведёт к снижению неопасного рентабельного применения этих средств для защиты сельскохозяйственных культур. А так же повсеместное применение пестицидов большого диапазона воздействия приводит к разрывам пищевых цепей и нарушением экологического равновесия в агробиоценозах.[10]

5. Предотвращение генетического загрязнения полей засеянных обычными сельскохозяйственными сортами и земель прилегающих к ним не представляет возможности.

1. нарушения экологического равновесия происходит в следствии размножения новых с модифицированной генетической системой растений а так же увеличение количества применения химических веществ на сортах защищённых от них , незапланированная передача устойчивости к гербицидам от полезных растений к сорнякам, приобретение резистентности к пестицидам популяций вредителей, микроорганизмов, сорняков, возможность угнетения роста новых растений устойчивых к вредителям и полезных насекомых, частности: пчёл, божьих коровок, бабочек, дождевых червей и других почвенных организмов. Надо понимать что ГМО получают не только желаемое их создателями ,но и незапланированные нежелательные характеристики и свойства, обусловленные плейротропным эффектом внедрённого гена. К примеру у сортов защищённых от вредных насекомых, снижается иммунитет к патогенам, при хранении может снижаться адаптация к критическим температурам .

2.Снижение сортового разнообразия аграрных культур в следствии увеличения посадок монокультур ГМ растений .Повсеместное выращивание однотипных модифицированных монокультур и гибридов и созданных традиционными методами селекции других видов, привело в двадцатом веке в сельском хозяйстве к стихийным бедствиям мирового масштаба вызванных эпифитотией гельминтоспориоза, ржавчиной, фомопсисом и др. Желтый

люпин называемый в России "северной соей", почти весь был уничтожен антракнозом. Неизбежным последствием уменьшения биологического разнообразия агроэкосистем станет большая их зависимость от климатических факторов (меньшая экологическая защищенность), ограниченная возможность использования благоприятных условий окружающей среды (плодородие почвы, особенности климата, погода и пр.), в следствии чего увеличение затрат на исчерпаемые ресурсы, на каждую дополнительную единицу урожая, в том числе пищевую калорию. А это в свою очередь приведёт к более серьёзным разрушениям и загрязнениям сокращение культурного разнообразия. Которое лежит в основе устойчивого аграрного хозяйства.

2. В следствии промышленного выращивания ГМ растений происходит сокращение видового разнообразия, которое ведёт к уменьшению видов растений, пород животных, грибов, микроорганизмов обитающих на площадях где они растут и рядом с ними.

3. Не поддающееся контролю перемещение генов, особенно тех которые определяют устойчивость к пестицидам, вредителям и болезням, в результате переопыления с дикими родственными и предковыми видами. Может привести к уменьшению биоразнообразия аборигенных предковых форм растений выведенных человеком и формирование суперсорняков которые очень трудно будет уничтожить.

4. Увеличение применения гербицидов широкого диапазона действия (глифосината и глифосата) может привести к обеднению видового состава энтомо и орнитофауны и как следствие разрушению агробиоцинозов.

5. Не целевое действие токсинов вырабатываемых трансгенными культурами. Учёные из Остинского Университета в ходе наблюдений за пчёлами собирающими пыльцу с ГМ растений происходит нарушение в

работе пищеварительного тракта. Нижний отдел кишечника у таких насекомых становится чёрным, как при раковых заболеваниях и насекомые погибают.

Не исключена и возможность передачи генов, которые кодируют выработку белков, токсичных для насекомых-вредителей. Сорные травы, вырабатывающие собственные инсектициды, получают огромное преимущество в борьбе с насекомыми, которые часто являются естественным ограничителем их роста. Кроме того, под угрозу попадают не только вредители, но и другие насекомые, полезные в агросистемах такие как пчёлы, бабочки, божьи коровки, дождевые червяки и др.

5. Истощение и деградация натурального плодородия почв ГМ видами с генами ускоренного роста и развития растений.

6. Невозможность предотвратить генетическое загрязнение посевов обычных сельскохозяйственных растений на прилегающих землях, находящихся рядом с полями засеянными трансгенами.

7. Возникновение неизвестных раньше сорняков и вредителей.

8. Генетическому загрязнению традиционных видов ГМ формами.

9. Переключение традиционных вредителей на новые культуры.

10. Нарушение естественного ограничения всплеск численности вредных насекомых.

11. Истощение естественного плодородия почв трансгенными видами с генами ускоренного роста и развития.

12..Гибели почвообразующих микроорганизмов и беспозвоночных животных в следствии оставлении на полях остатков ГМ растений содержащих токсины.

13.К снижению разнообразия генофонда диких родственников сельскохозяйственных растений в результате их переноса их пыльцы к трансгенным растениям и обратно.

## **2.5.Основные агротехнические риски**

1.Непредсказуемые изменения нецелевых свойств и признаков модифицированных сортов ,связанные с плейротропным действием синтезированного гена Bt, в качестве примера :у сортов устойчивых к насекомым вредителям, может снизиться устойчивость к патогенам при хранении и устойчивость к критическим температурам при вегитации.

2.Снижение сортового разнообразия сельскохозяйственных культур в результате распространения трансгенных монокультур.

3.Риски отсроченного изменения свойств через несколько поколений, связанные с приспособлением нового гена и получением новых свойств ,так и изменением уже заданных.

4.Неэффективность приобретённого качества устойчивости к вредителям трансгенным видом на протяжении продолжительного времени массового использования. Насекомые адаптируются к ядохимикатам и продолжают питаться этим растением без вреда для себя

Подводя итоги выше сказанного можно констатировать что:

1. Создатели ГМО получают не только задуманное, но и непредсказуемые ,неблагоприятные свойства и признаки.:

2. Нет с надёжных способов определения последствий распространения ГМО и их продуктов для природы и человека. На данный момент не проводятся исследования влияния ГМО на всех группах организмов.

3. Несовершенство методов встраивания чужого гена в цепочку ДНК с помощью бактерии переносчика .Нельзя заранее определить куда попадёт ген.

4.Не возможно контролировать распространение ГМО.

Это всё ставит под сомнение оправданность создания и использования ГМО и ГМ продуктов в человеческой деятельности.

## **2.2Влияние на природные экосистемы ГМО.**

### **2.6 Уменьшение биологическое разнообразие на планете**

Для оценки рисков на природную среду связанных с распространением ГМО необходимо учитывать разные взаимодействия живых организмов и среды. Особенно не легко сделать прогноз на далёкие последствия ,волновые процессы.В случае попадания ГМО в окружающую среду , размножения и передачи своей генетической информации другим видам, остановить этот процесс будет практически невозможно. если обнаружатся различные негативные последствия

Генномодифицированные культуры оказывают нецелевое воздействие на окружающих животных .Стало известно о том что токсин ГМ кукурузы Cry1Ab является активным ядом для зелёной златоглазки (Chrysoperla carnea). Было также выявлено, что токсин Cry1Ab из трансгенной кукурузы способен накапливаться в почве и сохраняться в ней в течение 350 дней, представляя угрозу для почвенных организмов. Так же было замечено, что

пыльца кукурузы, содержащей токсин Cry1Ab, в случае ее попадания в реки и озера негативно влияет на некоторых насекомых, населяющих эти водоемы. Учёные Andow D.A., Firbank L.G. обнаружили, что ГМ-растения влияют на биоразнообразие природных растений в районах где они культивируются, и что это влияние связано с применением определённых гербицидов которые всё отравляют, не только вредных насекомых но и любых других оказавшихся в зоне его применения что приводит к снижению популяций некоторых видов животных вследствие нарушения естественных источников их питания.

Экологи разных стран бьют тревогу в связи со снижением численности некоторых насекомых и почвенных организмов.

Последние данные о воздействии ГМ растений выявили негативное воздействие на нецелевых насекомых . Losey et al. (1999) первой провела исследование в лаборатории на личинках бабочки данаиды-монарх (*Danaus plexippus*). У группы личинок питавшихся растительным млечным соком с ГМ пылью, обнаружилось замедленное развитие и маленький процент выживаемости. В другом наблюдении, уже в полевых условиях, было выявлено вредное воздействие Bt –кукурузы на бабочку данаиду-монарх и на бабочку-парусник (Zangerl et al., 2001).

В том числе правительственные исследования Шотландского института урожая (Scottish Crop Institute), выявили вредное воздействие ГМ-растений для божьих коровок, питавшихся тлём, собранных с генно-модифицированных картофельных растений. Продолжительность жизни божьих коровок сокращалась в половину ожидаемой продолжительности жизни, а их плодовитость и кладка яиц значительно уменьшалась (Birch et al., 1996). Из этого следует ,что опасность возникает не только для насекомых, живущих на ГМ-растениях, но и для тех, кто питается такими насекомыми. В последнее время стали часто появляться сообщения и о массовом исчезновении пчёл. Исследователи связывают исчезновение пчёл с

действием на них ГМ-пыльцы. Пчёлы собирающие пыльцу с ГМ растений испытывают ухудшения в работе пищеварительного тракта. Нижний отдел кишечника таких насекомых становится чёрным, как при раковых заболеваниях и насекомое погибает.

На полях с ГМ растениями уменьшается активность почвенных микроорганизмов это привлекает особое внимание специалистов. Учёные из Италии заметили исчезновение почвенных микроорганизмов на полях с ГМ-кукурузой (Vt11 и Vt176). Другие наблюдения выявили что Vt –культуры могут вызывать угнетение роста, снижение репродуктивности и высокой смертности у дождевых червей. (Викторов. Обзор, 2009). Дождевые черви обеспечивают утилизацию растительного опада. Объём переносимой этими животными почвы варьирует от 2 т/га до 250 т/га в год. Вымирание жизненно важных почвенных организмов ведёт к разрушению и опустыниванию почв.

Если исчезнут живые организмы сильно ухудшится состояние окружающей среды, изменится климат, быстро и необратимо разрушится биосфера, наша среда обитания. [16]

## 2.7 Влияние на погодные факторы

Учёные из университета Майнце провели исследования о происхождении дождей и туманов, предположительной причиной этого являются микроорганизмы, обитающие в атмосфере. Вирусы, бактерии, водоросли, споры грибов-биоматерия составляющая до 80% воздушных взвесей. Мельчайшие частицы являются центрами сбора водяных капель и ледяных кристаллов. Учёные так же заметили что льдообразующие бактерии непосредственно участвуют в образовании снежинок. *Pseudomonas syringae* и *Erwinia herbicola*, являются центром при образовании снежинок. Эти бактерии живут на листьях растений и в атмосфере. Бактерии способны к размножению, они играют

важную роль в природе. Образование кристалликов льда происходит при невысоких минусовых температурах (до  $-8^{\circ}\text{C}$ ). Именно эти бактерии и запускают функцию снегообразования. Она взаимосвязан с образованием на мембране бактерий липогликопротеинового комплекса (lipoglycoprotein complex). Большое воздействие на окружающую среду было оказано модифицированием генома этих бактерий. Защищая свои урожаи от заморозков, американцы, модифицировали бактерии *Pseudomonas syringae*, убрав ген, отвечающий за образование этого комплекса (*Pseudomonas syringae Ice-*) (Wilson and S. E. Lindow). Было обнаружено также, что бактерии *Pseudomonas syringae* and *Erwinia herbicola* помогает в образовании капелек дождя. Выпущенные в природу бактерии-мутанты вытеснили естественные бактерии. Таким образом, в природе появились псевдобактерии *Pseudomonas syringae* и *Erwinia herbicola*, которые прекратили исполнять свою важную и нужную функцию образования снега и капелек дождя в природе, что могло привести к резкому уменьшению осадков, таянию льдов и другим важным для природной среды явлениям. Предположительное вытеснение этих бактерий, химерными модифицированными стало одной из причин быстрого и странного изменения климата. Несмотря на множественные сведения о негативном влиянии ГМО, количество площадей с модифицированными растениями растёт с каждым годом : пшеницей, соей, кукурузой, хлопком, картофелем, свеклой, табаком, помидорами и др. В настоящее время исследования биотехнологических разработок повсеместного внедрения ГМО становится опасной и может стать реальной угрозой существованию живых организмов на Земле.[24]

## **22. Уход генов в окружающую среду.**

На протяжении нескольких столетий была замечена способность обмена наследственными признаками между растениями выращенными человеком и сорняками а так же биоинженеры обнаружили возможность перехода

трансгенных конструкций генома ГМ растений к их природным сородичам. Это умение получило определение интрогрессия, в случае если гибридные популяции окажутся менее жизнеспособными, чем их дикие предшественники это снизит генетическое разнообразие диких сообществ одного вида организма. К тому же это может вызвать непредсказуемые последствия.

Примеры передачи от генетически модифицированных растений к диким видам генов устойчивости к гербицидам показаны в таблице 1.

Таблица 1

Донор трансгенов	Реципиент трансгенов	Источник	Регион	Примечание
масличный рапс Brassica napus L.	дикий рапс Brassica rapa L.	Jorgensen & Andersen 1994, Rieger et al. 2002	Великобритания	перекрестное опыление может происходить на расстояниях более 3 км от ГМ растения
культивируемый рис Oryza sativa L.	дикий рис O. rufipogon Griff.	Chen et al. 2004	Корея, Китай	частота переноса в полевых условиях составляет 1,21-2,19%
сахарная свекла Beta vulgaris L.	сорный вид сахарной свеклы	Darmency et al. 2007	Франция	перенос генов устойчивости к глифосату и глюфосинату
ГМ соя	немодифицированная соя	Abud et al. 2007	Бразилия	перенос генов устойчивости к глифосату
ГМ соя	Немодифицированная соя	Yoshimura Y. et al. 2006	Япония	перенос генов устойчивости к глифосату
культурные популяции рапса Brassica napus	дикие популяции рапса Brassica napus	Saji et al. 2005	Япония	перенос генов устойчивости к глифосату и глюфосинат
ГМ кукуруза	немодифицированная кукуруза	Petit et al. 2007	Франция	14 из 447 партий кукурузных зерен, культивируемых в разных районах страны, содержат до 0,1% ГМ растений
ГМ кукуруза	немодифицированная кукуруза	Quist & Chapela 2001	Мексика	Возможно, результаты являются следствием экспериментальной

Такие случаи мы наблюдаем у различных сельскохозяйственных растений, выращиваемых в разных областях планеты. Научные изыскания проведенные в Корее и КНР (Chen et al. 2004), показали, что активность передачи генетической информации толерантности к гербицидам от модифицированного риса (*Oryza sativa* L.) к дикому рису (*O. rufipogon* Griff.) довольно значительна и равняется таким показателям 1,21-2,19% в полевых условиях. В результате многолетних изучений во Франции был замечен перенос генов толерантности к гербицидам глифосат и глюфосинат от сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) к сорному виду свеклы (Darmency et al. 2007). В серии научных работ были замечены случаи передачи генов устойчивости к глифосату от ГМ сои к естественным сортам в Бразилии и Японии (Abud et al. 2007, Yoshimura Y. et al. 2006). В общем эти и подобные исследования доказали, что уход трансгенов от культурных ГМ видов к природным родственникам является обширным глобальным явлением, приводящим к рождению жизнеспособных диких видов с изменёнными характеристиками. Перенос генов может осуществляться естественным способом передачи пыльцы (ветер, насекомые, водные артерии, животные). Но в современном мире международное транспортное сообщение помогает трансгенам перемещаться через границы и оказываться на разных континентах. Так, в 2006 году впервые была обнаружен дикий модифицированный вид сельскохозяйственного растения в стране в который он никогда не культивировался. Японские исследователи сообщили об обнаружении диких популяций рапса *Brassica napus*, генетически модифицированных устойчивых к гербицидам глифосат или глюфосинат, в окрестностях пяти из шести исследованных крупных портов, а также рядом с двумя крупными автомобильными магистралями (Saji et al. 2005). Эти трансгенные сорта рапса никогда не выращивались в Японии; вероятно, они

были импортированы в эту страну и попали во время транспортировки в окружающую среду. Более того, в исследовании, результаты которого были опубликованы той же группой учёных спустя год, говорилось, что некоторая часть диких растений *Brassica napus* имела гены толерантности к обоим указанным гербицидам (Aono et al. 2006). Возникновение этих растений, которые никогда не культивировались специально в коммерческих целях, показывают на интрогрессию, которая может привести к множественной гербицидной устойчивости.[15]

Из выше сказанного можно заключить что основные экологические риски, связанные с массовым выращиванием ГМ растений в современной агроиндустрии и стали предметом усиленных научных и околонучных обсуждений. Наиболее часто в научной литературе обсуждаются проблемы потенциального снижения биоразнообразия и ухода генов от трансгенных растений. В связи с этим надо отметить, что эти риски являются взаимосвязанными. Например, в результате передачи генетического кода от ГМ растений к их диким родственникам могут вырастать новые виды растений, которые будут способны вытеснять своих диких предшественников из их привычной экологической ниши. Аналогичные процессы, по всей видимости, происходят в развитии эволюции видов на планете. Опасения может вызывать лишь то, что в данном случае речь идет о возможности преднамеренного, практически непредсказуемого и очень быстрого в историческом масштабе времени внесения человеком существенных изменений в экологические системы.

Необходимо также отметить, что в связи с расширяющейся коммерциализацией и выведением новых поколений разнообразных трансгенных растений, человечество подвергается риску столкнуться с неизвестными, все более сложными проблемами. Например, в связи с перспективами массового появления растений, толерантных к неблагоприятным условиям окружающей среды (стрессоустойчивые

растения) (Farinha et al., 2004), эти дикие стрессоустойчивые виды смогут эффективно вытеснять обычные растения из экосистем. А так же есть опасность появления трансгенных сортов растений, которые являются более склонными к гибридизации с дикими родственниками, чем выращиваемые в настоящее время сельскохозяйственные культуры (Godfree et al. 2004, Watrud et al. 2004). Это обстоятельство обостряет риски неконтролируемого ухода трансгенов в окружающую среду.[23]

Таким образом, если ГМ- гибриды являются более жизнеспособными, чем их родители, они могут занимать обширные области, вытесняя дикие и культурные виды из естественной среды обитания. Из этого следует, что передача генов от культивируемых растений к их диким родственникам вовлечена в эволюцию сорняков, создающих серьезную проблему для 7 из 13 наиболее значимых сельскохозяйственных растений. На основании этих и других причин проблеме передачи генов между культивируемыми и дикими растениями было проделано огромное число изысканий, накоплено экспериментальной информации, подтверждающей очевидность таких фактов. Случаи такого рода известны для большинства других культурных растений, произрастаемых в разных регионах планеты. К примеру, эксперименты, проведенные в Корее и Китае, показали, что частота передачи генов устойчивости к гербицидам от культивируемого риса к дикому рису весьма существенна и составляет 1,21-2,19% в полевых условиях. В большинстве случаев в научной литературе сообщается о передаче трансгенов на небольшие расстояния до нескольких сотен метров, посредством естественных процессов переноса пыльцы растений (ветер, насекомые, водные артерии, животные). Генетическое загрязнение может распространяться в следствии экономических контактов между странами и континентами. Трансгенные популяции обнаруживаются в странах они никогда не произрастали. Так в Японии обнаружили популяции дикого трансгенного рапса *Brassica napus*, генетически модифицированного

устойчивостью к гербицидам глифосат или глюфосинат, в пяти районах из шести исследованных крупных портов, а также вблизи двух крупных автомобильных магистралей. Эти трансгенные сорта рапса никогда не культивировались в Японии; и вероятно попали в страну при импортировании транспортировки и потом в окружающую среду. Появление этих растений, которые никогда в этих местах не произрастали, указывает на интрогрессию, ведущую к множественной гербицидной устойчивости. По мере увеличения масштабов массового производства ГМ растительной продукции становится практически невозможно недопустить появления ГМ культур на землях тех стран, в которых производство ГМО запрещено или ограничено.

Во Франции введен мораторий на промышленное выращивание ГМ растений, проведенные исследования показали, что 14 из 447 исследованных партий кукурузных зерен, культивируемых в разных районах страны, содержат до 0,1% генетически модифицированных сортов. Изучение специфических генетических маркеров позволило утверждать, что появление ГМ растений связано с перекрестным опылением немодифицированных получателей их ГМ родственниками. Трансгены были найдены в традиционных посевах кукурузы в Мексике, при том что выращивание трансгенной кукурузы запрещено на территории этой страны. Во всех выявленных случаях перенос трансгенов происходил в пределах одного вида. Однако межвидовая и даже межродовая передача наследственных признаков у высших растений путем гибридизации является известным фактом, и по этой причине многие исследователи не исключают возможную межвидовую передачу модифицированных генов.

2. Генетическое загрязнение возникает в следствии переопыления растений ГМ- пылью или попадания ГМ -семян. ГМО через пыльцу, семена и органические остатки распространяются быстро и далеко. Информация о множественных источниках генетического загрязнения в разных странах

мира была получена уже в 2004 г. По официальным данным, стало известно о 142 источниках трансгенного заражения в 44 странах мира, даже там где трансгенные виды не культивировались

На растения, животных, полезных бактерий (бактерии ЖКТ (дисбактериоз, почвенные бактерии, бактерии гниения и др.) ГМО оказывают негативное влияние приводя к быстрому сокращению их численности и последующему исчезновению. Например, исчезновение почвенных бактерий приводит к деградации почвы, бактерий гниения органические останки не разлагаются, уменьшение количества льдообразующих бактерий приводит к резкому уменьшению осадков. Все больше поступает данных как о токсичном влиянии ГМО, так и о снижении репродуктивности и патологических изменениях в органах не только млекопитающих, но и других животных, которые поглощают ГМ- растения или соприкасаются с ними. Похожая проблема возникнет и в случае перехода генов устойчивости к гербицидам от культурных растений к другим дикорастущим видам. Например, замечено, что выращивание трансгенной сои приводит к генетическим мутациям сопутствующих растений (сорняков), которые становятся невосприимчивыми к воздействию гербицидов. Не исключена и возможность передачи генов, которые кодируют выработку белков, токсичных для насекомых-вредителей. Сорные травы, вырабатывающие собственные инсектициды, получают огромное преимущество в борьбе с насекомыми, которые часто являются естественным ограничителем их роста. Кроме того, под угрозу попадают не только вредители, но и другие насекомые.[17]

Понятие "организм" не сводится к понятию "набор генов", так как гены не являются устойчивыми единицами информации, которые могут быть перенесены для генной экспрессии без привязки к контексту. Известно, что молекула ДНК может быть стабильной в пробирке в лабораторных условиях, но оказаться очень непредсказуемой в живых организмах, взаимодействуя со

своим окружением нелинейно. В этом причина полной непредсказуемости последствий переноса гена от одного вида к другому и именно в этом наибольшая опасность. Неблагоприятные эффекты генно-инженерных организмов

### **3. Альтернативные методы использования ГМО в сельском хозяйстве**

#### **3.1 Аграрное земледелие**

Отличительной чертой органического земледелия от интенсивного земледелия является принципиальный отказ от ядохимикатов, ГМО, гормонов роста, пищевых добавок, антибиотиков. Для увеличения урожайности используются растения сидераты, хорошо заменяющие навоз, компост, минеральные удобрения. Так же применяются препараты из полезных микроорганизмов для повышения плодородия почвы. Это полезные микробы и грибки, которые при попадании в почву быстро размножаются, разлагают органические вещества, перерабатывая их в легко усвояемый субстрат для питания растений, уничтожают болезнетворные бактерии и грибки, закрепляют минеральные вещества. С их помощью растения ускоряет свой рост, происходит увеличение массы плодов и сроков их хранения. Над чем вообще то работают генетические инженеры создавая ГМО. Органическое сельское хозяйство ведётся в согласовании с окружающим миром, оно не загрязняет почву, грунтовые воды и окружающую среду и основывается на натуральном плодородии и природоподобных технологиях. Такое хозяйствование не нарушает баланс между биосферой и человеком. При таком хозяйстве используются адаптивные сорта и породы, севообороты, сидераты, пробиотики, технологии использующие полезные свойства микроорганизмов. В борьбе с сорняками и

вредителями применяются механические и биологические методы. В связи с тем что антропогенное давление на природную среду увеличивается с каждым годом органическое земледелие должно быть преобладающим при выборе способа ведения сельского хозяйства.

### **3.2 Селекция**

Селекция основана на мобилизации генофонда, она обеспечивает повышение величины и качества урожая сельскохозяйственных культур на большей части земледельческой территории Земли. При этом именно селекционеры растений должны выполнять роль стратегов в улучшении сельскохозяйственных культур и обеспечении продовольственной безопасности. Она занимается улучшением существующих сортов растений, пород животных и штаммом микроорганизмов. Основываясь на важнейших свойствах как наследственность и изменчивость живых организмов.

Одним из направлений в области регулирования величины урожая и скорости развития растений является приложение отдельных факторов, ограничивающий продукционный процесс. Чем полнее создается комплекс необходимых растениям условий, тем выше будет урожай. Продуктивность сельскохозяйственных культур зависит от конкретных почвенно – климатических условий. Так как не все закономерности генетической инженерии хорошо изучены, не стоит отказываться от традиционных методов селекции, которая на сегодняшний день реально кормит население всей Земли.[17]

### **3.3 Коррекция факторов влияющих на здоровье растений**

Пути коррекции продукции сельского хозяйства:

Фотосинтез один из основных условий, влияющих на урожай растений. Скорость фотосинтеза находится в прямой зависимости от

светового режима, концентрации  $\text{CO}_2$  и оттока продуктов фотосинтеза из хлоропластов.

Следующим условием достижения высокой продуктивности является . Обеспечение оптимизации почвенного питания с использованием минеральных и органических удобрений.

И третий фактор относится к улучшению пропускной способности транспортной системы, обеспечивающей циркуляцию растворов и рост растения. Ограничивающими причинами являются почвенный запас влаги, чувствительность транспортной системы к колебаниям температуры и атмосферного давления.

Контроль за сочетанием всех трёх групп факторов в полевых условиях практически невозможен , но можно скорректировать другие применяемые меры с учётом ограничения или стимулирования действий этих факторов на функционирование транспортной системы (Гамалей и др., 1996).

Отсутствие цикличности процессов, обычно протекающих в природных системах почва-растение характеризует современное интенсивное сельское производство. Поэтому повышение эффективности удобрений должно идти по пути восстановления круговорота веществ.

Основные пути коррекции продуктивности сельскохозяйственных растений.

Почвенными условиями, обеспечивающими поступление воды, воздуха и пищевых веществ из почвы в растения, можно управлять с помощью нескольких видов коррекции: 1) физической, 2) химической и 3) биологической.

Под физической коррекцией понимается система агротехнических, агрометеорологических и гидромелиоративных мероприятий направленных на поддержание благоприятного для культурных растений тепло-водно-

воздушного и окислительно-восстановительного режимов почв, сохранения наилучшей агрономической структуры почв, использование щадящей механической обработки почв.

«В агрофитоценозах, которые по сути являются разбалансированными биоценозами, трофическая связь между почвой и растениями нарушена и отсутствует часть функциональных звеньев. Для правильного функционирования системы почва–растение необходимо восстановить утраченные звенья. Самый простой путь — это создание благоприятных условий для растений и основных функциональных групп представителей почвенной биоты. Другой путь — это путь биологической коррекции. Суть биологической коррекции — восполнение недостающих звеньев системы почва-растение, воспроизводство которых осуществляется вне этой системы посредством искусственной их интенсификации. Основными слагаемыми функционирования системы почва-растение являются хорошо гумифицированный органический материал (или гуминовые вещества), азотфиксирующие микроорганизмы (и свободно живущие, и клубеньковые), литолитические организмы (то есть организмы, способные к активному биологическому выветриванию минеральной массы почвы или почвообразующей породы).»(Попов)

### **Заключение**

Человеческий вид в отличие от других биологических видов является неумеренным видом ,в связи с тем что численность его популяции не поддается законам саморегуляции. Следующее отличие человека от других видов это способность перестраивать окружающую среду под свои потребности .Но увеличивая своё воздействие на биосферу человек должен понимать что нельзя руководствоваться только законами эволюции и новыми технологиями в современном мире экологического кризиса надо применять новое планирование и новые правила выстраивания

хозяйственной деятельности, в основе которых лежит экономия природных ресурсов и эффективного их использования. Знание о том что живая материя развивается по определённой программе (многое из которой нам пока неизвестно), не делает меньше опасность вмешательства человека в преобразование известных законов наследственности и изменчивости живых организмов.

Развитие биосферы происходило в соответствии с увеличением биологического разнообразия и изменения их форм и функций и поведения организмов в результате адаптации к определённым условиям среды. В основе умножения разнообразия живых существ находятся законы изоляции в соответствии с которыми при репродукции каждого отдельного вида гены могут перемещаться только внутри этого вида и находится в границах замкнутой генетической системой. Не учитывая этот факт генетическая инженерия предлагает нарушить принципы экологической специализации генотипов .И по своему желанию или прихоти проводить гибридизацию без ограничений, что заведомо может привести к изменению стабильного последовательного развития в биосфере. Примеры последствий неконтролируемого распространения тех или иных видов растений, животных, микробов и вирусов весьма многочисленны и хорошо известны. Основой экологического баланса является биологическое разнообразие биосферы , что в свою очередь служит главным фактором жизнеобеспечения и человеческой популяции. Тот факт, что из 5 тыс. культивируемых видов растений люди для удовлетворения 90% своих пищевых потребностей используют только 20 , из которых 14 относятся к двум семействам ,показывает настоящую опасность значительного сокращения биологического и генетического разнообразия в агроэкосистемах при глобальном выращивании ГМ растений.

Генетическая инженерия пытается решать задачи макроэволюции. Общеизвестно, что в ходе микроэволюции появляются свойства генов не

выходящие за рамки вида ,в то время как биоинженерия делает возможным получать новые формы растений со свойствами очень далёких в системной классификации видов. Из чего вытекает что нарушая воспроизводительную изолированность видов, относящихся к разнообразным царствам, генная модификация в сущности запускает макроэволюционный процесс ,который является своего рода экспериментом по созданию новой жизни в параметрах заданных человеком. Следовательно биотехнологии занимаются не просто формообразованием за счёт скрещивания с дикими видами ,но и управлением образования новых видов так называемой «гибридизацией без границ». Опираясь на выше описанное можно заключить что генетическая модификация является прямым вмешательством человека в эволюцию. Допущение ошибок и степень риска при целенаправленном воздействии на эволюционные процессы в связи с масштабным выращиванием ГМО становятся очевидными.

«Можно предположить, что при быстром распространении генномодифицированных организмов, значительно изменится эволюционная ситуация: информационно закрытые системы, каковыми традиционно являются растения и животные, окажутся открытыми для прямого обмена генетической информацией практически со всеми живыми организмами Земли. Скорость и направление эволюционного движения в биосфере могут значительно измениться под влиянием глобального увеличения ГМО. При этом непредсказуемые смены одних биологических сообществ другими в биосфере могут происходить в результате реализации средообразующих возможностей самих трансгенных организмов. Надо заметить, что большинство вариантов биоценотических связей, в том числе образование консорциев, апробировано эволюцией. В то же время перемена информационного окружения или его составляющих при большом распространении ГМО может повлиять на структуру продуктов обмена выделяемых в окружающую среду (экзометаболитов), биогеохимические

циклы, пищевые сети, течение биосинтеза, динамику и генетическую структуру популяций биогеоценозов и пр. А так же можно предположить, что широкое распространение ГМ-растений приведет к более жесткой межвидовой и внутривидовой конкуренции и даже вытеснению некоторых исторически адаптированных видов. Кроме того, следует учесть, что трансгенные формы, отвечающие желаниям человека и запросам рынка, хоть и являются более конкурентоспособными по отношению к обычным сортам но не обладают одновременно эволюционной надежностью и биосферосовместимостью . Известно, что искусственно созданное большое число сортов роз и пород голубей вовсе не способствовало повышению адаптации соответствующих видов к неблагоприятным условиям внешней среды. Более того, их потенциал онтогенетической адаптации оказался сильно ослабленным, а возможности генетической изменчивости во многом исчерпанными. Что же произойдет с биологическим разнообразием и адаптивным потенциалом биосферы после того, когда фантазиям и прихотям человека не будет предела можно только предполагать...».(Сухоруков)

## Список использованной литературы.

1. Основы инженерной экологии: учеб. пособие В.В. Денисов {и др.} ; под ред. проф. В.В. Денисова-Ростов н. Д.: Феникс, 2013. - 623 с. : ил. - (Высшее образование).

2. Дубинин Н.П. Общая генетика. Изд. 2-е. М., «Наука», 1976 Гг., стр. 1-572.

3. Дягтерев Н. Генная инженерия: спасение или гибель человечества? СПб.: ИК "Невский проспект", 2002. 128 с.

4. Ермишин А.П. Генетически модифицированные организмы: мифы и реальность. Минск: Технология, 2004. 118 с.

5. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник для вузов. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. 522 с.

6. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. Пособие. / 2-е изд., исп. и доп. Новосибирск: Изд-во Сиб. ун-та, 2004. 496 с.

7. Кузнецов В.В., Куликов А.М. Генетически модифицированные организмы и полученные из них продукты, реальные и потенциальные риски // Российский химический журнал. 2005. № 69 (4). С. 70–83.

8. Семенова М.Л. Зачем нужны трансгенные животные // Соросовский образовательный журнал. 2001. Т. 7. № 4. С. 13–20.

9. Зоны, свободные от ГМО. Опыт России / Под ред. В.Б. Копейкиной. Йошкар Ола: Реклайн. 2008. 56 с.

10. Кузнецов В.В., Куликов А.М., Митрохин И.А., Цыдендамбаев В.Д. Генетически модифицированные организмы и биологическая безопасность // Экоинформ. – 2004, № 10.

11. Викторов А.Г. Влияние Bt-бактерий на почвенную биоту и плейотропный эффект и  $\delta$ -эндоксин кодирующих генов // Физиология растений. – 2008, т. 55, № 6. – С. 823–833.

:Biomolecula.ru Метод CRISPR/Cas9

12. Doerfler W. The insertion of foreign DNA into mammalian genomes and its consequences: a concept in oncogenesis // Adv Cancer Res. 1995.V. 66.P. 313–344.

13. Puztai A. Genetically Modified Foods: Are They a Risk to Human/Animal Health. Biotechnology: genetically modified organisms. 2001.

14. Saxena D. et al. Vertical movement in soil of insecticidal Cry1Ab protein from *Bacillus thuringiensis*. Soil Biol. Biochem. 2002. V. 34. P. 111–120.

15. Сухорукова Н. ГМО: Главный Модифицированный Обман. <http://www.e-vid.ru/index-m-192-p-63-article-32192.htm>

16. Эндгаль Ф.У. Семена разрушения: тайная подоплёка генетических манипуляций. — СПб. : Нестор-история, 2009.

17. Яблоков А.В., Баранов А.С. ГМО и продукты из них опасны. ГМО — скрытая угроза России. — М. : 2004.

18. Соя, изофлавоны и атеросклероз / В.Н. Залесский, Н.В. Великая // Проблемы питания. – 2009. – № 3/4. – С. 15- 24.

19. Шахбазов А.В., Яковлева Г.А., Родькина И.А., Картель Н.А. Плейотропные эффекты гена хитиназы из *Serratia phymuthica* в трансгенном картофеле // Цитология и генетика. – 2008. – № 2. – С. 3-9.

20. <http://www.km.ru/referats/332810-geneticheski-modifitsirovannyye-organizmy-gmo-problemy-i-perspektivy-issledovaniya> А. И. Попов

Биологическая коррекция продуктивности агрофитоценозов Монография  
Санкт-Петербург .2013

21.biomolecula.ru>- CRISPR/Cas9 метод

23.prinas.org>Ограничения и опасности .

24.hacsp.ru>ekologiya/html

25.ruslekar.info.>Vliyanie-GMO

26.Agro .ru