Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» имени В.Д. Бойдаренко

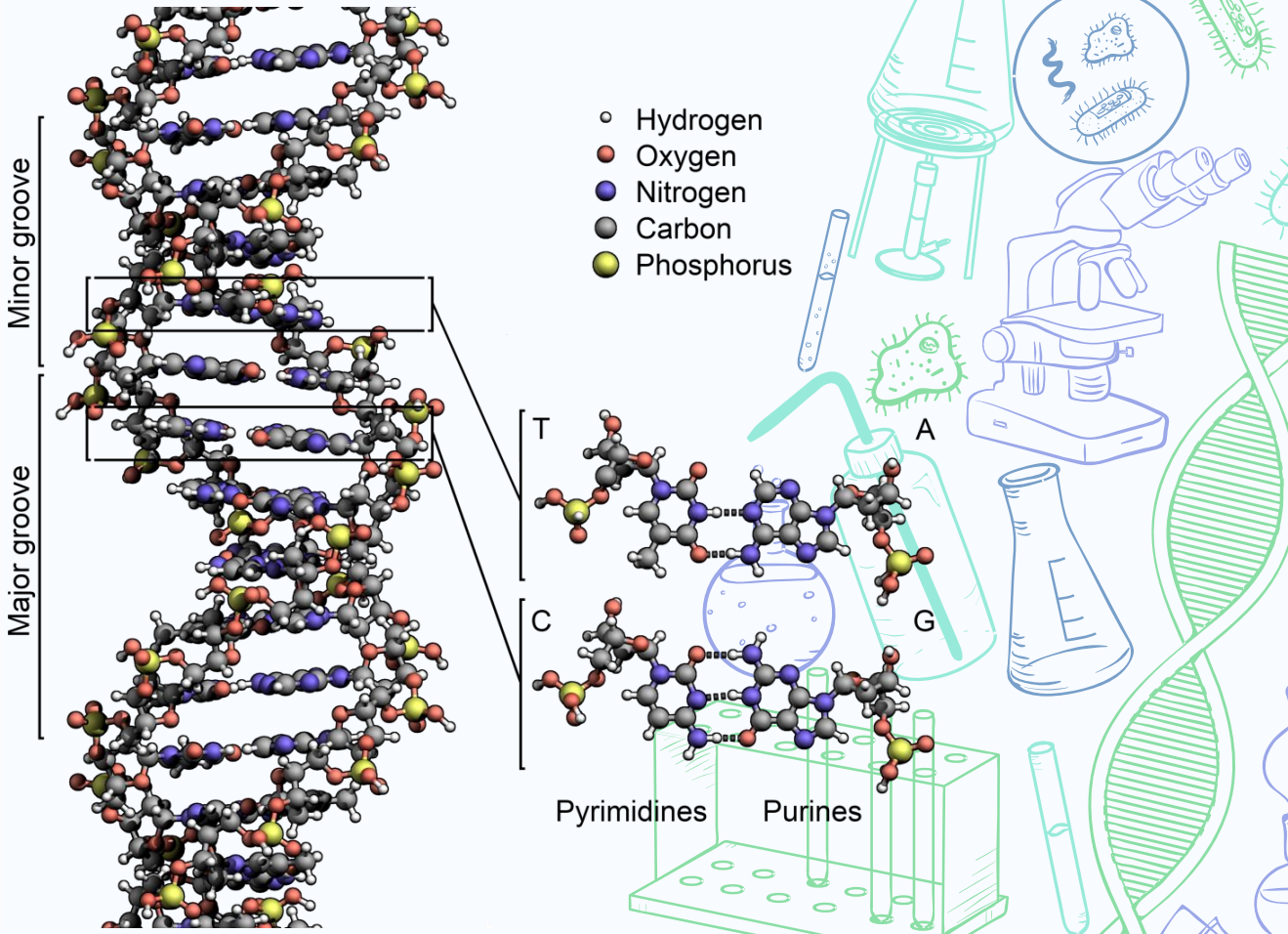
Химико-биологический факультет
Кафедра биохимии и микробиологии
Школа «Юный биохимик и микробиолог»

Как генная инженерия меняет наш мир

Преподаватель, канд. биол. наук, доцент
Ольга Константиновна Давыдова

Что такое генная инженерия и при чём тут ДНК?

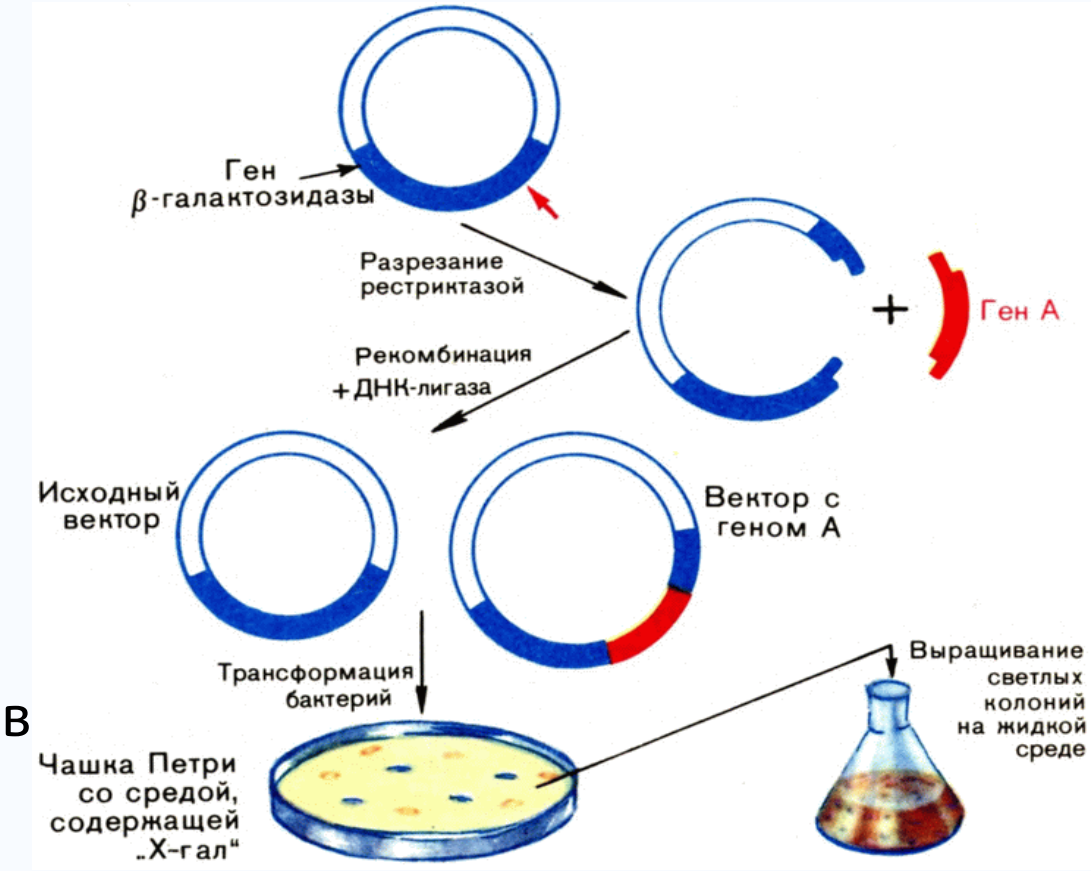
- Молекула ДНК хорошо изучена
- Генная инженерия – технология, которая позволяет внедрить в молекулу ДНК хозяина гены из других источников, которые по своей природе также являются молекулами ДНК
- ГМО (генетически модифицированный организм) – продукт, полученный методами генной инженерии



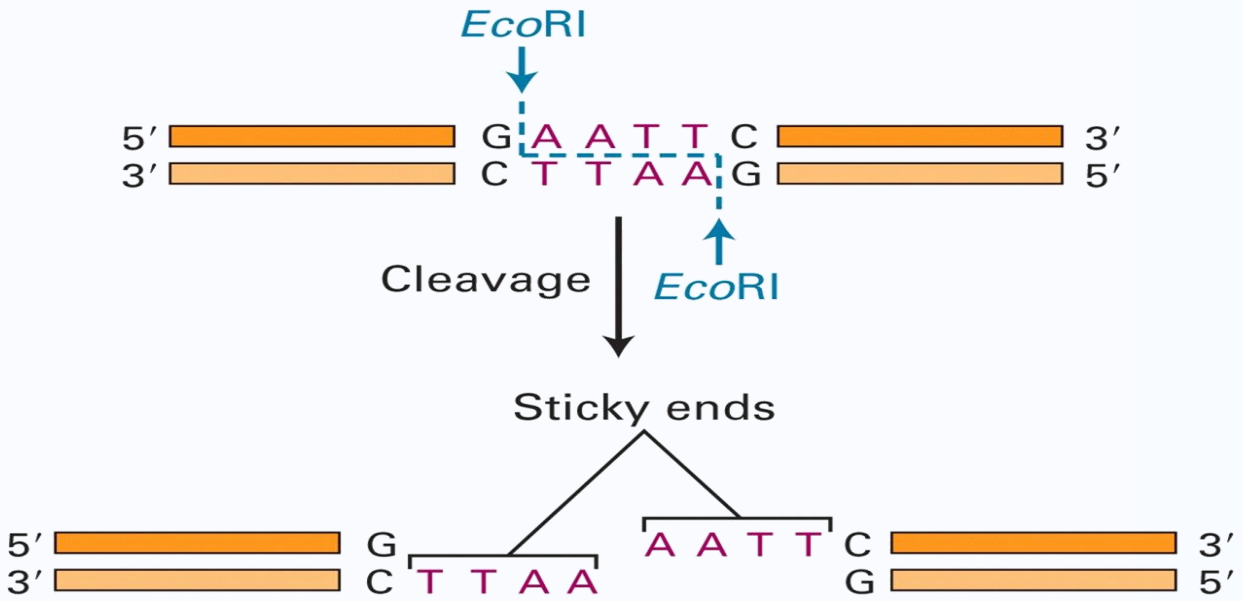
Генная инженерия

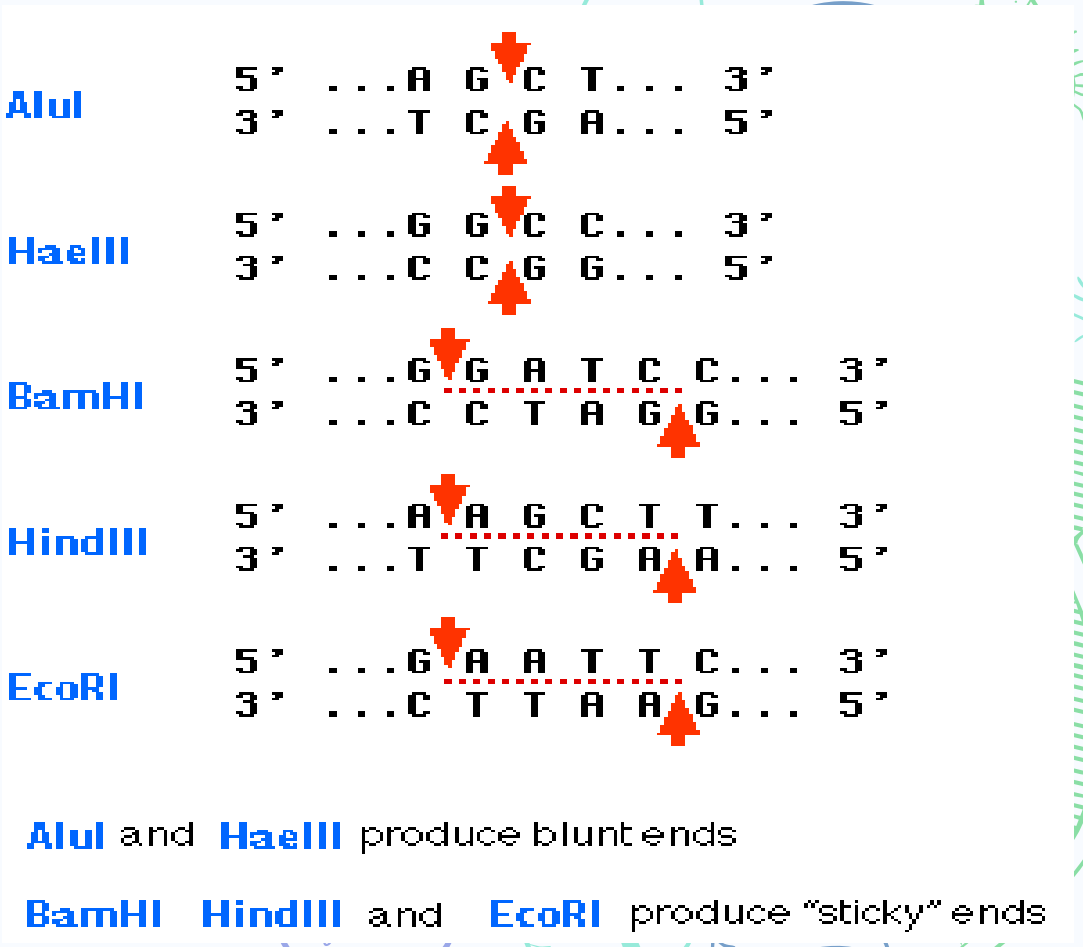
Техника генетического конструирования *in vitro* включает несколько последовательных процедур:

1. Получение нужного гена
2. Встраивание его в генетический элемент, способный к репликации (вектор)
3. Введение гена, входящего в состав вектора, в организм-реципиент
4. Идентификацию (скрининг) и отбор клеток, которые приобрели желаемый ген или гены



Рестриктазы = ножницы

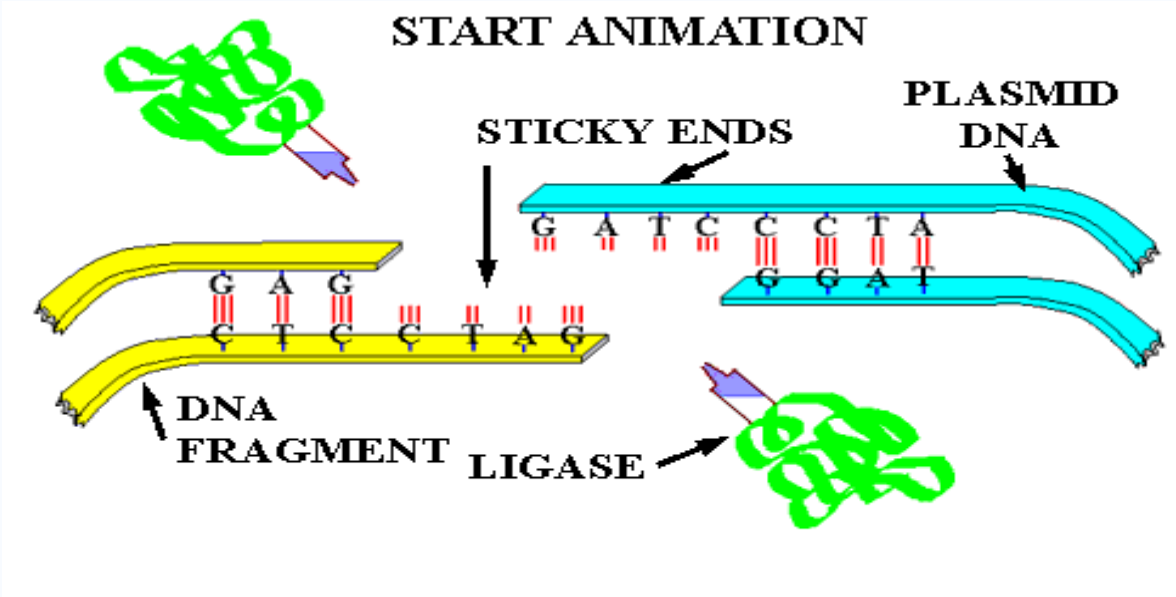




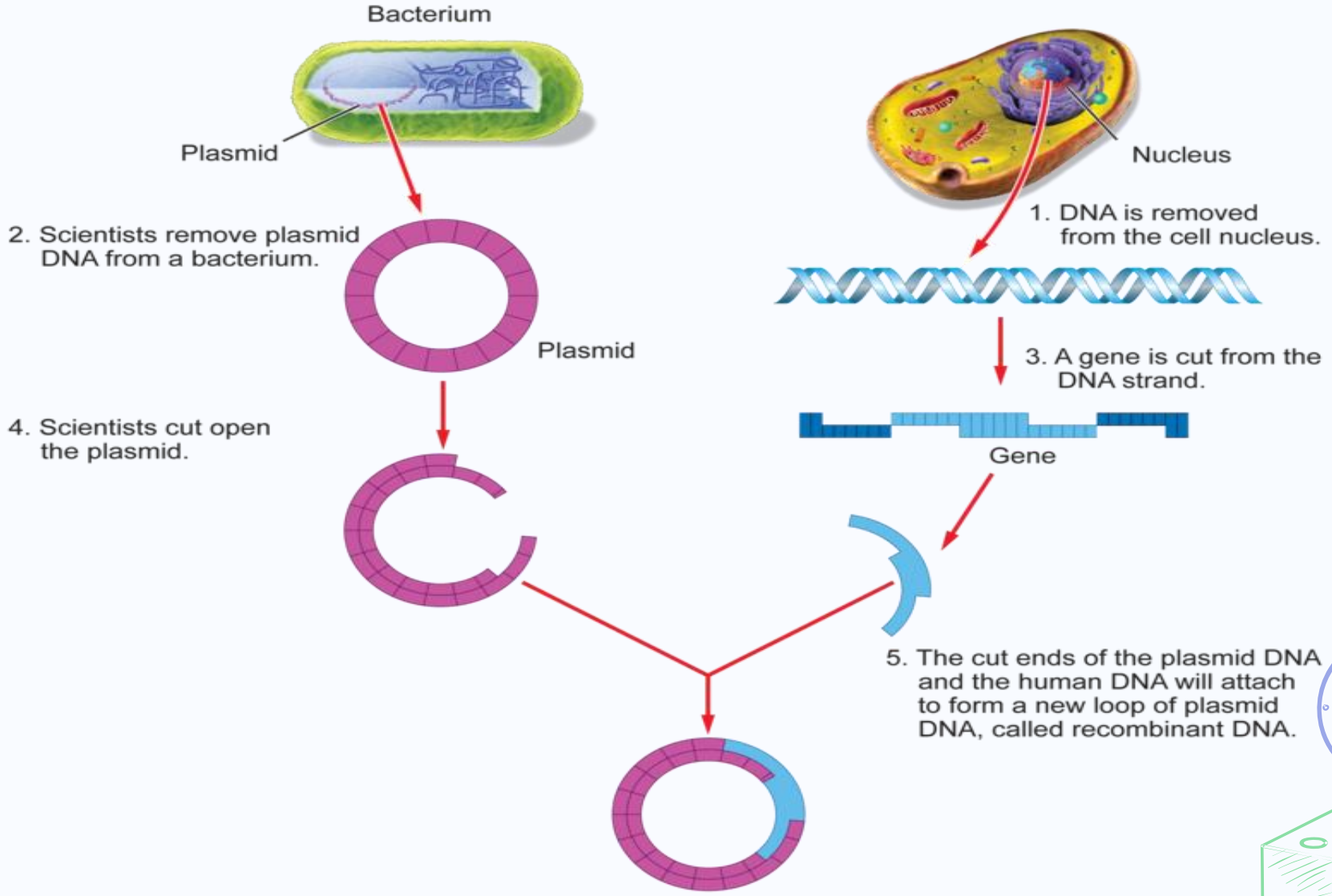
Более половины из известных рестриктаз узнают четырех-, шести- и восьминуклеотидные последовательности, являющиеся палиндромами – обращенными повторами

ДНК-лигаза = нитки или клей

ДНК-лигазы сшивают рядом расположенные нуклеотиды, образуя связь между остатками сахаров. ДНК-лигазы абсолютно необходимы в процессах репарации ДНК, в процессах репликации - при удвоении цепи ДНК



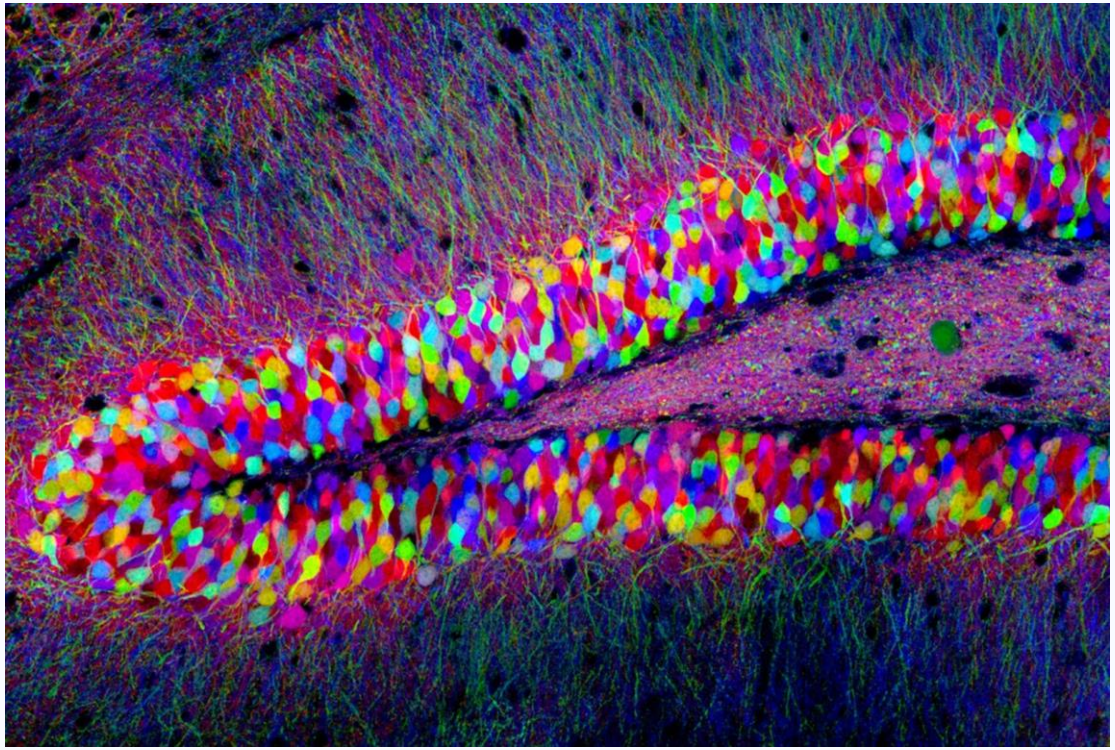
Рекомбинантные организмы



Достижения генной инженерии

Достижения генной инженерии

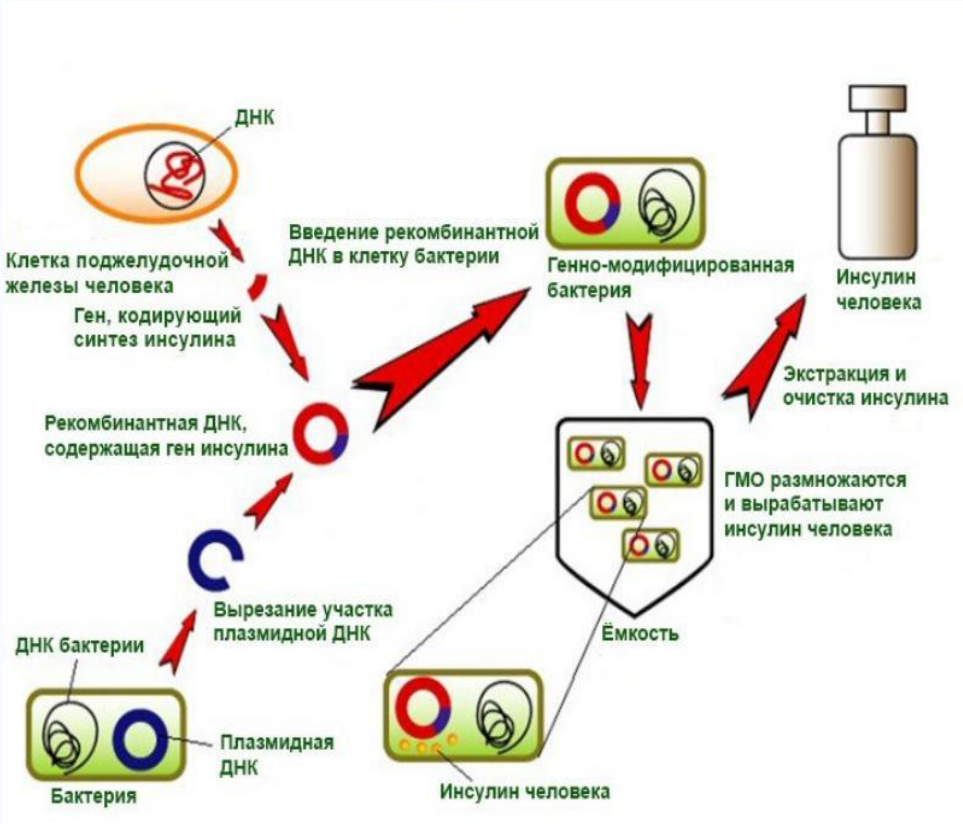
- **Исследовательская деятельность**



Brainbow – метод нейровизуализации, который позволяет определить архитектуру нейронных связей отдельных клеток

Достижения генной инженерии

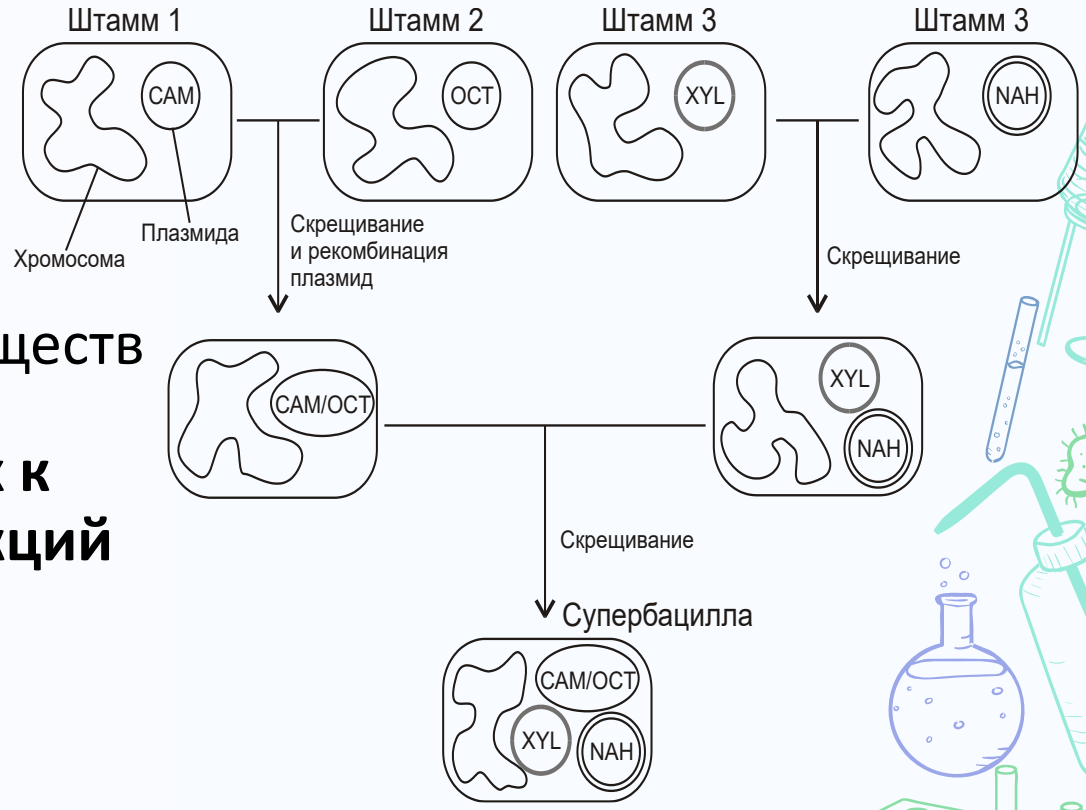
- Исследовательская деятельность
- **Синтез биологически активных веществ**



Сегодня подавляющее большинство препаратов инсулина, поддерживающих жизнь миллионов людей, больных диабетом, производят генетически модифицированные микроорганизмы

Достижения генной инженерии

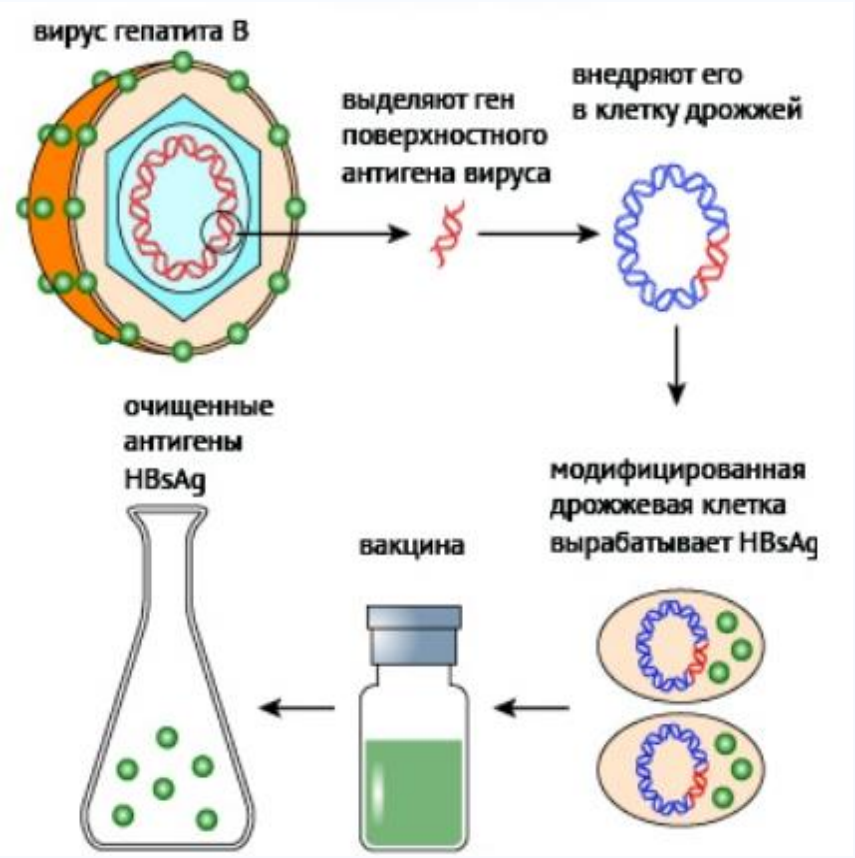
- Исследовательская деятельность
- Синтез биологически активных веществ
- **Создание организмов, способных к выполнению определенных функций**



В 1979 году был создан штамм, способный метаболизировать углеводороды. Эти микроорганизмы удобно использовать для очистки нефтяных пятен

Достижения генной инженерии

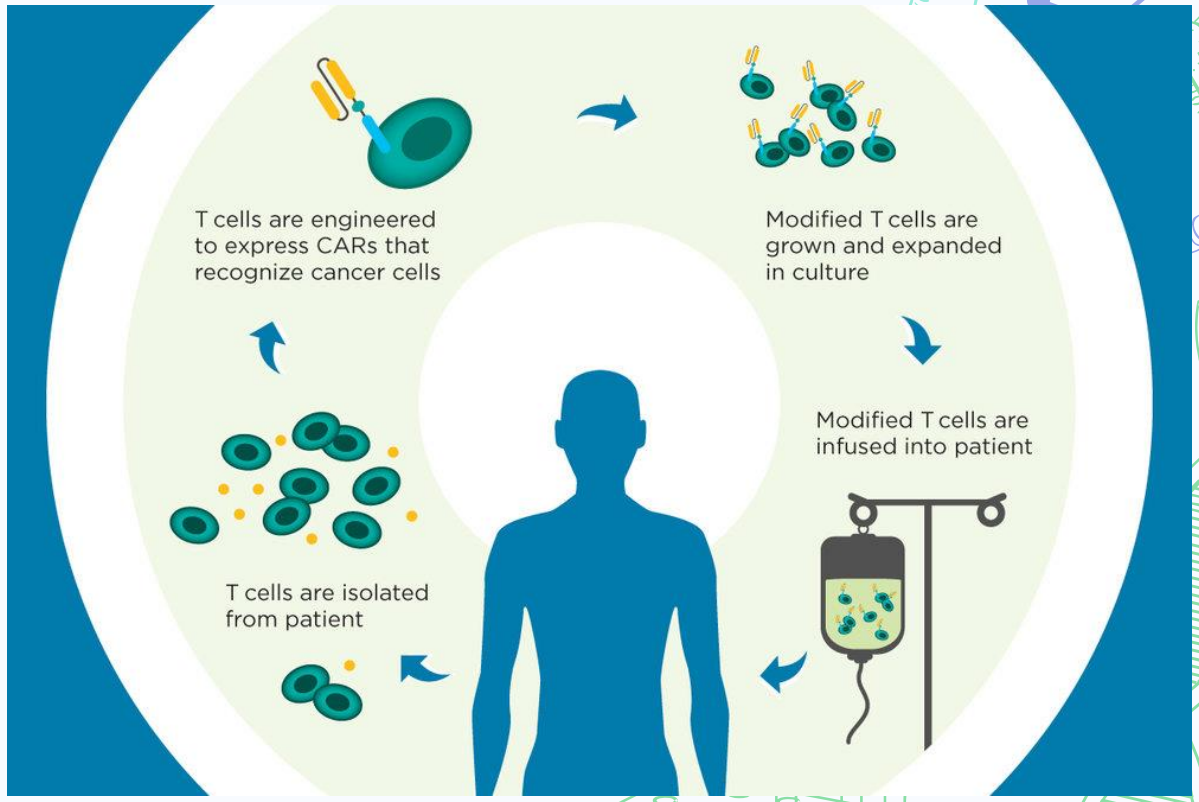
- Исследовательская деятельность
- Синтез биологически активных веществ
- Создание организмов, способных к выполнению определенных функций
- **Создание вакцин**



Для производства рекомбинантных вакцин генетический материал возбудителя встраивают в клетки микроорганизма. После культивирования из них выделяют нужный антиген, очищают и готовят вакцину

Достижения генной инженерии

- Исследовательская деятельность
- Синтез биологически активных веществ
- Создание организмов, способных к выполнению определенных функций
- Создание вакцин
- **Генная терапия**



Генотерапия — совокупность генноинженерных и медицинских методов, направленных на внесение изменений в генетический аппарат соматических клеток человека в целях лечения заболеваний

Достижения генной инженерии

- **Увеличение продолжительности срока годности и товарного вида**



Яблоки сорта Arctic не темнеют от разрезов или укусов

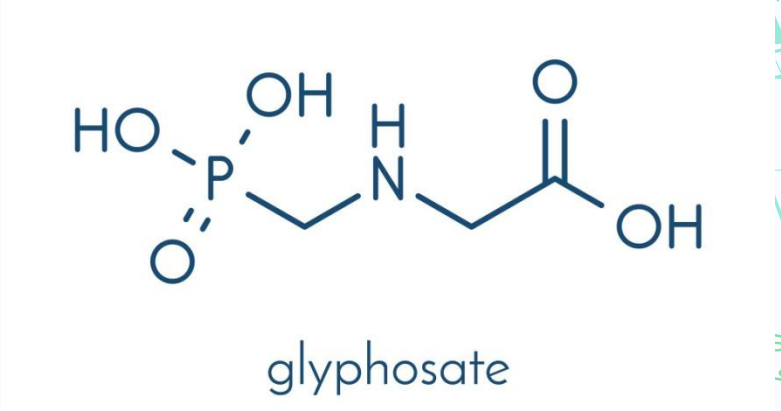


Слева - томат Flavr Savr, справа - обычный селекционный сорт спустя некоторое время после сбора с растения

Достижения генной инженерии

- Увеличение продолжительности срока годности и товарного вида
- **Устойчивость к гербицидам**



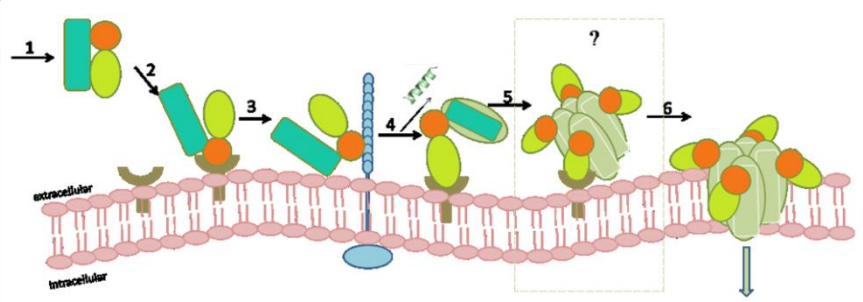


Большинство ГМ-сортов разработаны именно с целью устойчивости к гербицидам

Достижения генной инженерии

- Увеличение продолжительности срока годности и товарного вида
- Устойчивость к гербицидам
- **Устойчивость к вредителям**





Cry-токсин связывается к рецепторами клеток кишечника, накапливается, образуя комплекс, после чего протыкает мембрану, уничтожая клетку

Достижения генной инженерии

- Увеличение продолжительности срока годности и товарного вида
- Устойчивость к гербицидам
- Устойчивость к вредителям
- **Синтез и накопление полезных веществ**



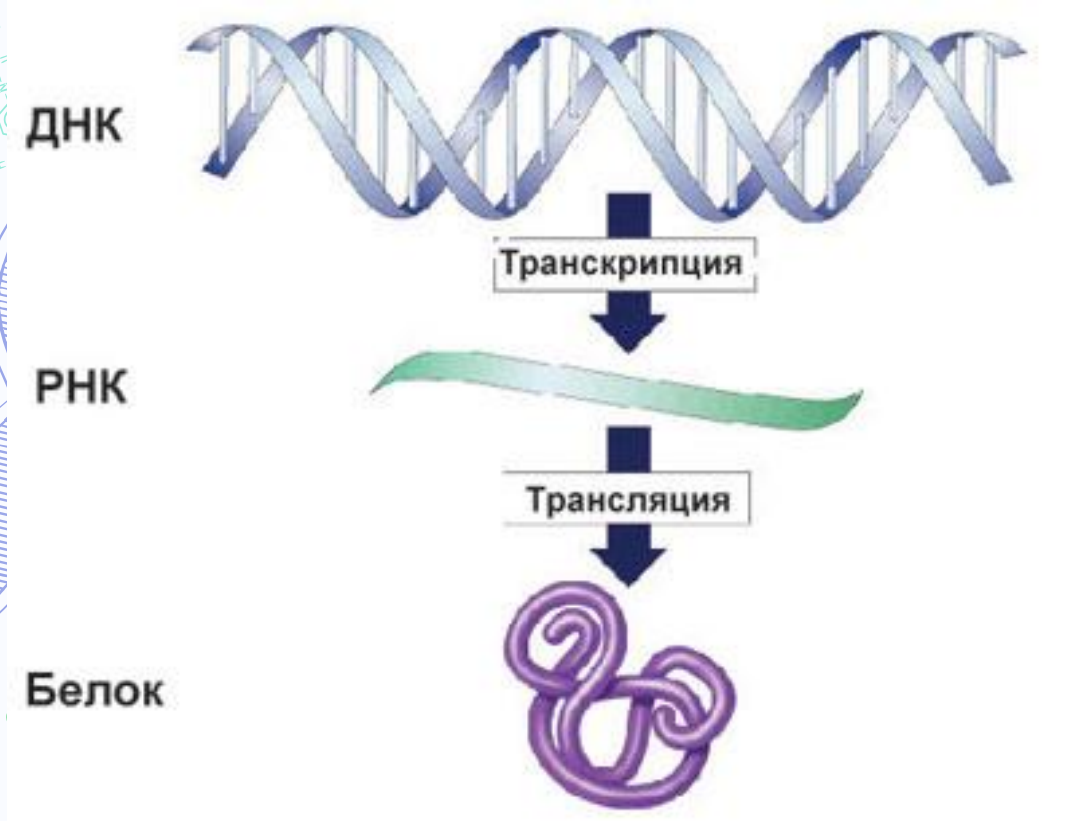


Сверху: Золотой рис, в зернах которого содержится большое количество витамина А

Слева: Фиолетовые томаты получили свой цвет за счёт антоцианов

Почему ГМО безвредны?

Почему ГМО безвредны?



Центральная догма молекулярной биологии

На организмы влияет не сама ДНК, а продукты активности генов



Сам ген токсина бледной поганки безвреден и употребление ДНК бледной поганки не вызовет отравления

Но употребление очищенного токсина вызовет характерную клиническую картину

Почему ГМО безвредны?

Селекция — наука о методах создания новых и улучшения существующих пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов

Направления селекции:

- **Искусственный отбор**



Искусственный отбор позволил увеличить размер початков кукурузы, лишить семян кожуры и придать им жёлтый цвет

Почему ГМО безвредны?

Направления селекции:

- Искусственный отбор
- **Гибридизация**



Так выглядит плод дикого банана



В результате скрещивания двух диких видов банана получаются полукровки, чьи плоды не имеют косточек, обладают приятной желтизной и вкусом

Почему ГМО безвредны?

Направления селекции:

- Искусственный отбор
- Гибридизация
- **Искусственный мутагенез**



Многие активно используемые сорта злаковых растений были получены в результате искусственного мутагенеза

Почему ГМО безвредны?

Направления селекции:

- Искусственный отбор
- Гибридизация
- Искусственный мутагенез
- **Генная инженерия**

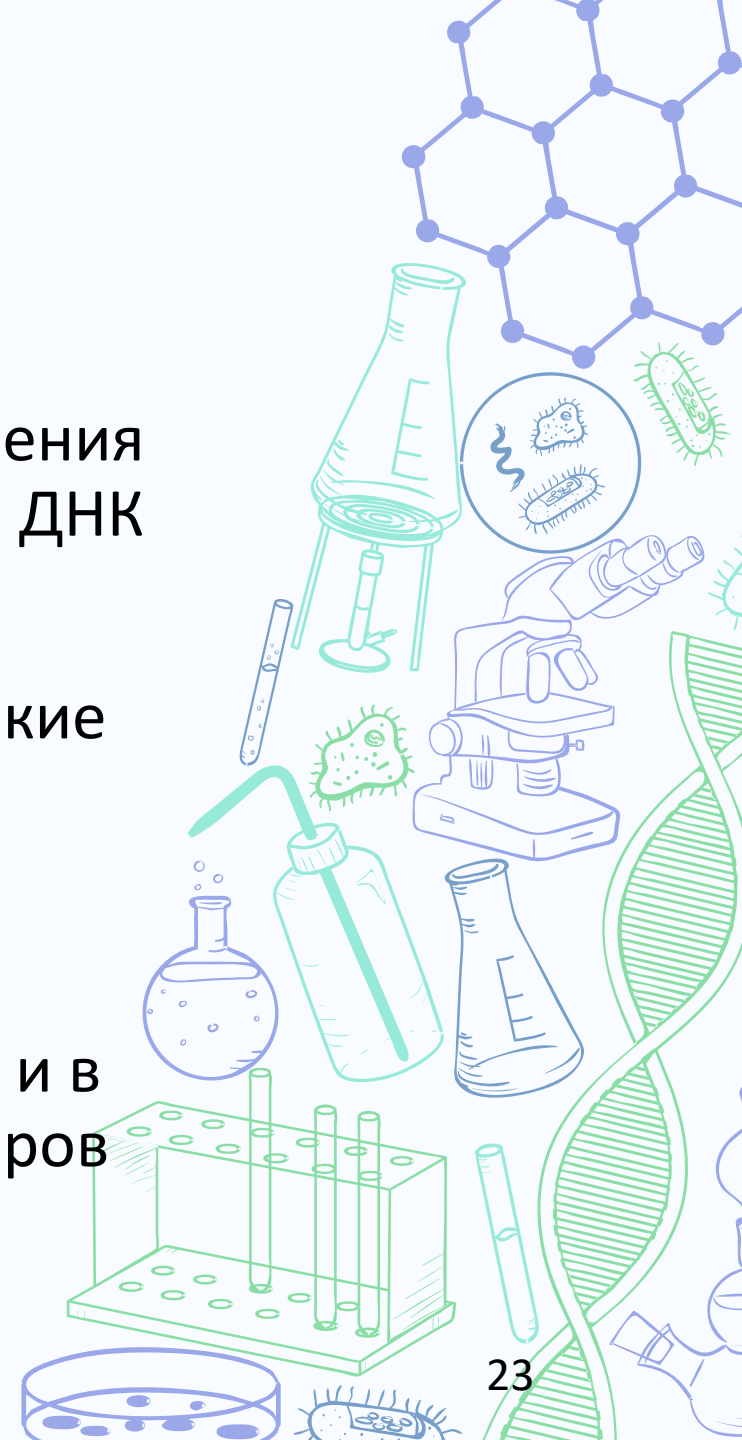




Практически вся современная папайя является генетически модифицированной

Почему ГМО безвредны?

- С точки зрения молекулярной биологии все эти направления селекции связаны с изменением нуклеотидного состава ДНК
- Не важно, как вносить изменения в ДНК, важно лишь какие продукты образуются в результате этого изменения
- С точки зрения биохимии молекулы ДНК продуктов, полученных в результате всех этих методов, идентичны, и в пищеварительном тракте будут расщеплены до мономеров



Почему есть противники ГМО?

Почему есть противники ГМО?

По данным ВЦИОМ 83 % россиян в 2014 году высказались в поддержку запрета ГМО

Как Вы относитесь к предложению запретить генно-модифицированные продукты питания на территории России? (закрытый вопрос, один ответ)

	Все опрошенные	Образование начальное или ниже, неполное среднее образование	Среднее образование (школа или ПТУ)	Среднее специальное образование (техникум)	Незаконченное высшее (не менее 3-х курсов ВУЗа), высшее
Безусловно, поддерживаю запрет	57	39	58	54	61
Скорее поддерживаю	26	27	25	29	25
Скорее не поддерживаю	5	12	4	4	6
Безусловно, не поддерживаю запрет	1	6	1	1	1
Затрудняюсь ответить	11	16	12	12	7

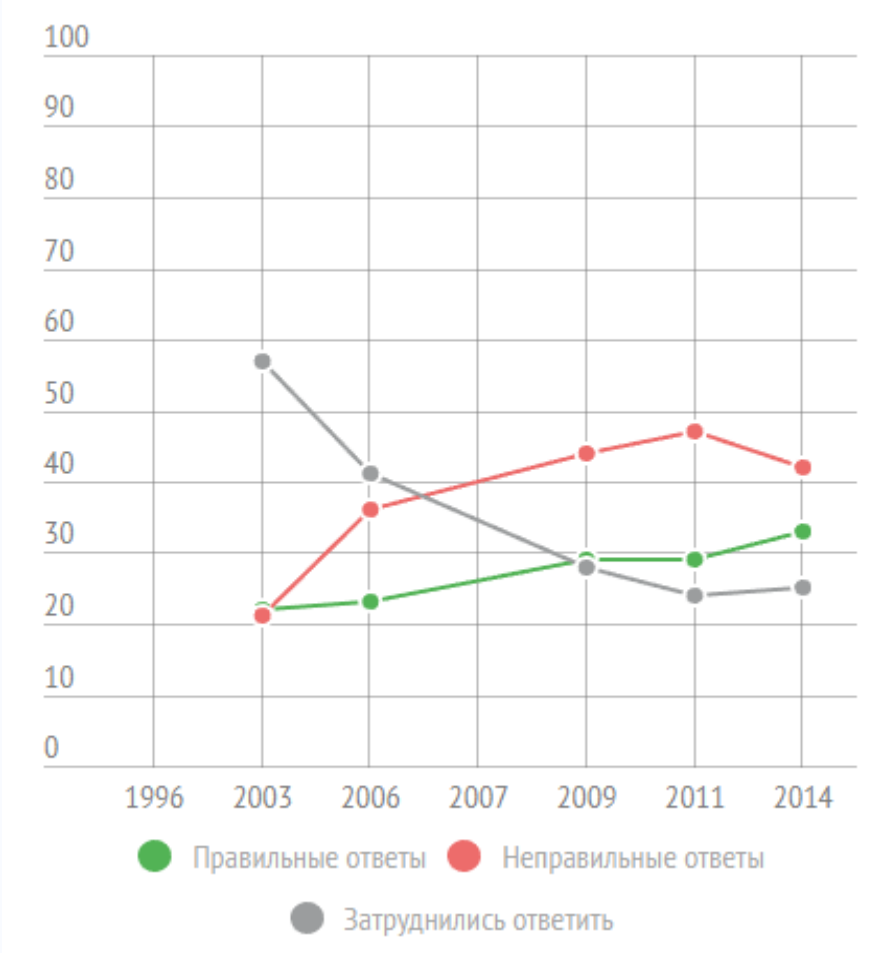
© https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=691

Почему есть противники ГМО?

Банальное незнание

В 2014 году по данным Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ 42 % россиян ответили положительно на вопрос:

«Обычные растения (картофель, помидоры и т.п.) не содержат генов, а генетически модифицированные растения — содержат?»



© https://infogram.com/izmerenie-nauchnoj-gramotnosti-rossiyan-2014-1gnl8m3zeqvz236

Почему есть противники ГМО?

Натуралистическая ошибка

Скажите, что для Вас в первую очередь означает понятие «полезные продукты»? Вы можете назвать не более двух ответов. (закрытый вопрос, до двух ответов, в % от всех опрошенных)

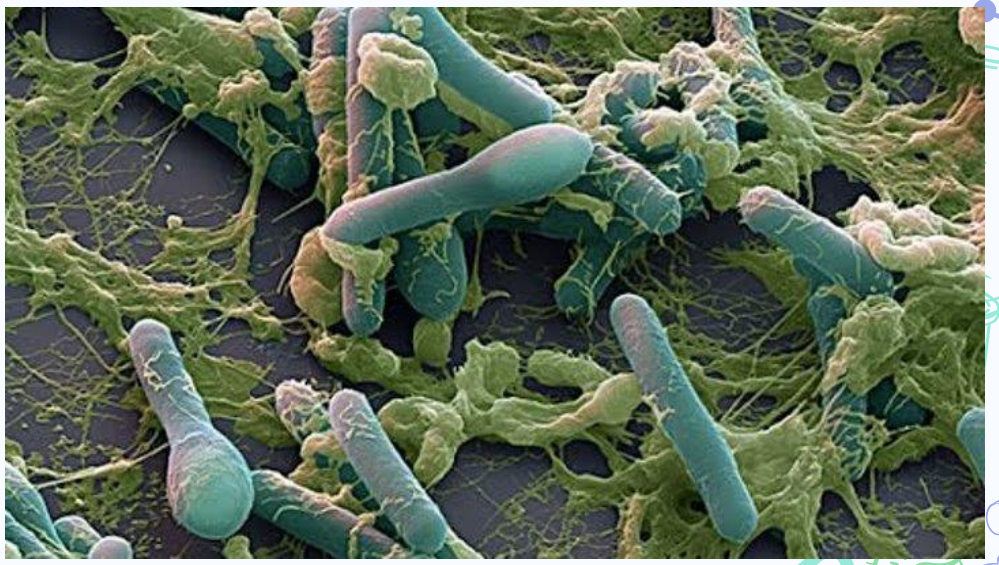
	Все опрошенные
Без ГМО	45
Наличие натуральных компонентов	27
Без агрохимикатов / пестицидов	26
Отсутствие в продуктах промышленных трансжиров	21
Низкое содержание сахара / соли	18
Продукты, обогащенные витаминами	15
Наличие питательных свойств	8
Наличие маркировки «ЭКО» или «Органический»	6
Другое	6
Затрудняюсь ответить	4

© https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=10047

Почему есть противники ГМО?

Природное не значит полезное

Название токсина	DL_{50}, мкг/кг
Ботулинический токсин	0,000026
Столбнячный токсин	0,000028
Шигатоксин	0,002
Батрахотоксин	0,002
Диамфотоксин	0,025





© http://chemister.ru/Toxicology/ld50.htm

Почему есть противники ГМО?

Антиокислители и регуляторы кислотности
E300 - аскорбиновая кислота
E330 - лимонная кислота
E334 - винная кислота
E363 - янтарная кислота
E375 - ниацин

Красители
E101 - рибофлавин
E140 - хлорофилл
E160a - каротин
E163 - антоциан
E181 - таннин

Консерванты
E260 - уксусная кислота
E270 - молочная кислота
E280 - пропионовая кислота
E296 - яблочная кислота



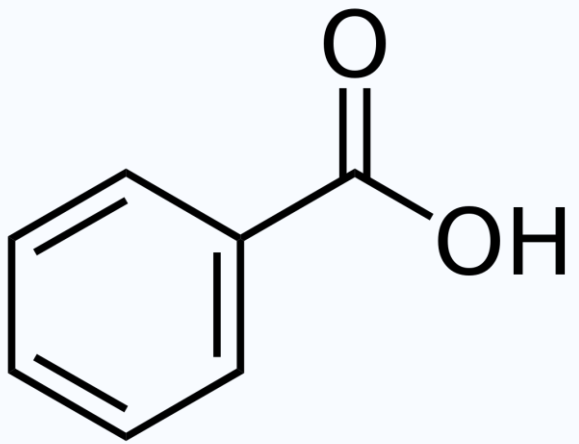
Эмульгаторы и загустители
E440 - пектин

Усилители вкуса и запаха
E620 - глутаминовая кислота

Прочее
E921 - цистин

Ароматизаторы
бутан-1-ол
этил-валерат
ацетальдегид
бутил-ацетат
пропил-ацетат
этил-бутаноат
цис-3-гексенол
транс-2-гексеналь





E210 – Бензойная кислота

Аргументы противников ГМО



Аргументы противников ГМО

Раньше тоже были генетические уродства, но не в таком количестве, как сейчас, и это связано с ГМО

- Такой **статистики** просто **не существует**
- **Нет** никаких **научных данных**, подтверждающих, что употребление ГМ-продуктов увеличивает вероятность генетических заболеваний у новорожденных

Аргументы противников ГМО

Были выявлены патологии внутренних органов, образование опухолей, изменение гормонального уровня, бесплодие у животных и человека. В последнее время у людей обнаруживаются просто огромные опухоли, и это связано с ГМО



Мыши линии Sprague Dawley, для которых **характерно** в пятимесячном возрасте **появление опухолей**

Crit Rev Biotechnol. 2014 Mar;34(1):77-88. doi: 10.3109/07388551.2013.823595. Epub 2013 Sep 16.

An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research.

Nicolia A[1], Manzo A, Veronesi F, Rosellini D.

⊕ Author information

Abstract

The technology to produce genetically engineered (GE) plants is celebrating its 30th anniversary and one of the major achievements has been the development of GE crops. The safety of GE crops is crucial for their adoption and has been the object of intense research work often ignored in the public debate. We have reviewed the scientific literature on GE crop safety during the last 10 years, built a classified and manageable list of scientific papers, and analyzed the distribution and composition of the published literature. We selected original research papers, reviews, relevant opinions and reports addressing all the major issues that emerged in the debate on GE crops, trying to catch the scientific consensus that has matured since GE plants became widely cultivated worldwide. The scientific research conducted so far has not detected any significant hazards directly connected with the use of GE crops; however, the debate is still intense. An improvement in the efficacy of scientific communication could have a significant impact on the future of agricultural GE. Our collection of scientific records is available to researchers, communicators and teachers at all levels to help create an informed, balanced public perception on the important issue of GE use in agriculture.

Comment in

Conflict of interests and evidence base for GM crops food/feed safety research. [Nat Biotechnol. 2015]

PMID: 24041244 DOI: 10.3109/07388551.2013.823595

[Indexed for MEDLINE]

Анализ 1783 научных работ не выявил опасностей при употреблении одобренных к продаже ГМ-сортов



Аргументы противников ГМО

ГМО вызывают аллергию

- Аллергию могут вызвать **любые продукты**, не только ГМО
- С помощью генной инженерии **можно создать гипоаллергенные продукты**

Аргументы противников ГМО

Ирина Ермакова показала, что ГМО делают животных бесплодными

- **Выборки малы**
- Крысы недоедали
- **Не ясен рацион** крыс
- Соя не обрабатывалась паром
- Статья опубликована в публицистическом разделе Nature Biotechnology

© 2007 Nature Publishing Group http://www.nature.com/naturebiotechnology

GM soybeans and health safety—a controversy reexamined

Andrew Marshall

An unprecedented study claiming that transgenic soybeans compromise the fertility of rats and the survival and growth of their offspring has garnered widespread media and political attention but remains unpublished in the peer-reviewed literature. Here, an account of the work from the principal investigator, Irina Ermakova, is appended with comments from researchers in the field.

Neuroscientist Irina Ermakova of the Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences in Moscow made news headlines two years ago when she reported that rats fed diets containing glyphosate-tolerant genetically modified (GM) soybeans gave birth to pups with low survival rates or stunted growth[1]. Though these findings have yet to appear in a peer-reviewed journal and contradict publications in the literature, they have been widely disseminated and discussed over the media and internet and already cited by >500 organizations as evidence of the potential toxicity of GM products. They've



Irina Ermakova, the author of controversial studies reporting soybeans genetically modified for resistance to glyphosate may be dangerous to

on the physiological state and behavior of Wistar rats and their offspring. In addition to laboratory chow, one group of female rats was fed soy flour or seeds for 2 weeks before mating, during mating and pregnancy, and was fed an increased daily amount for every pup during lactation. At the same

position and nutritional value to RR GM soy, were obtained from the Netherlands supplier of Archer Daniels Midland (ADM; Decatur, IL, USA). Analysis of soy flour by PCR showed the presence of the EPSPS transgene in all samples of RR GM soy.

The chow was administered as dry pellets from a special container placed on the top of their cages and the (GM, GM protein isolate or conventional) soy flour mixed with water (20 g soy paste in 40 ml water) in a small container placed inside their cage for three rats. Each rat thus received 6–7 g flour every day. A similar scheme was used for soy seeds, which were kept in water for 1 day before feeding



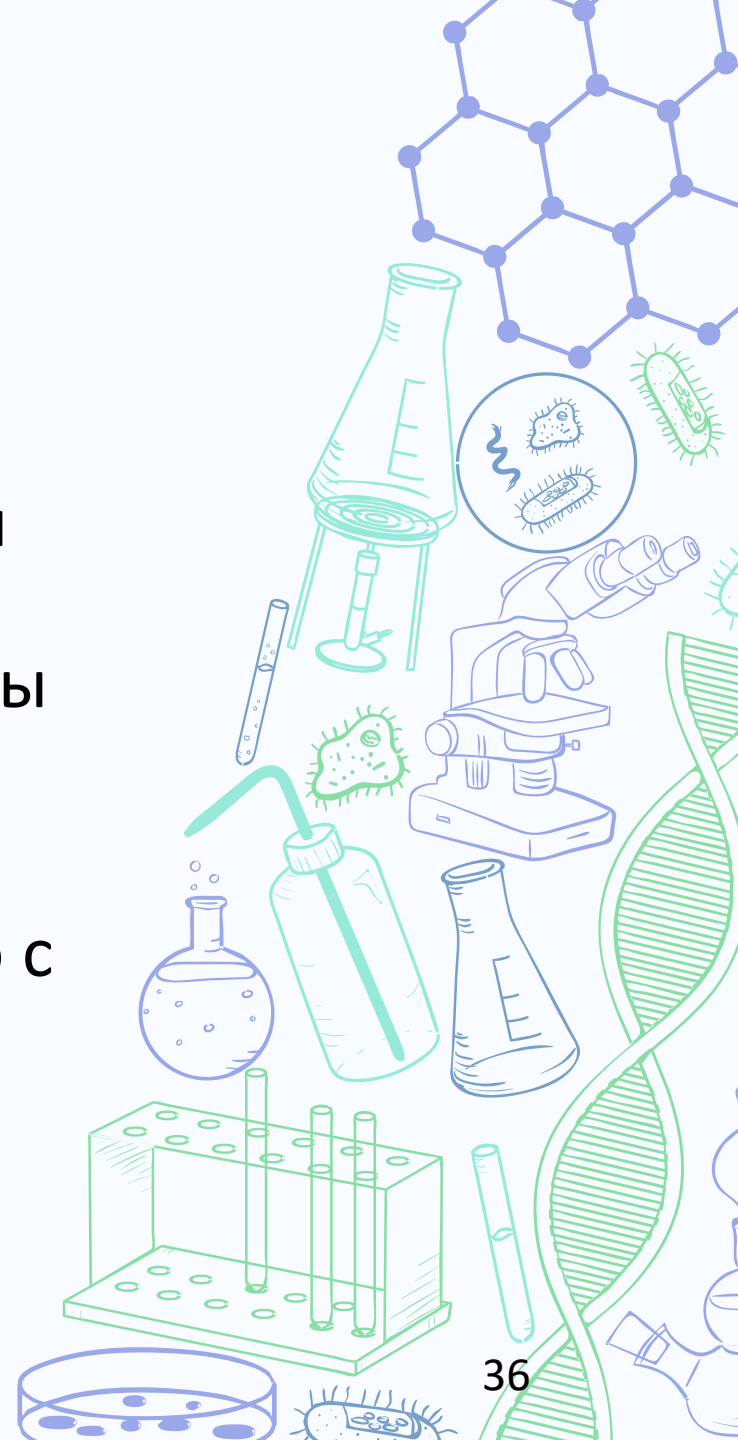
Аргументы противников ГМО

Многие генетически модифицированные растения через одно-два поколения становятся бесплодными. ГМ культуры распространяются быстро и далеко

- Эти утверждения противоречат друг другу
- Ничто не мешает трансгенным организмам скрещиваться с не трансгенными, если только **модификация** не заключалась **в стерилизации организма**
- **«Уход» генов в дикую природу возможен** и для организмов, полученных не генно-инженерными методами
- Культурные сорта **не приспособлены** к условиям жизни в естественной среде

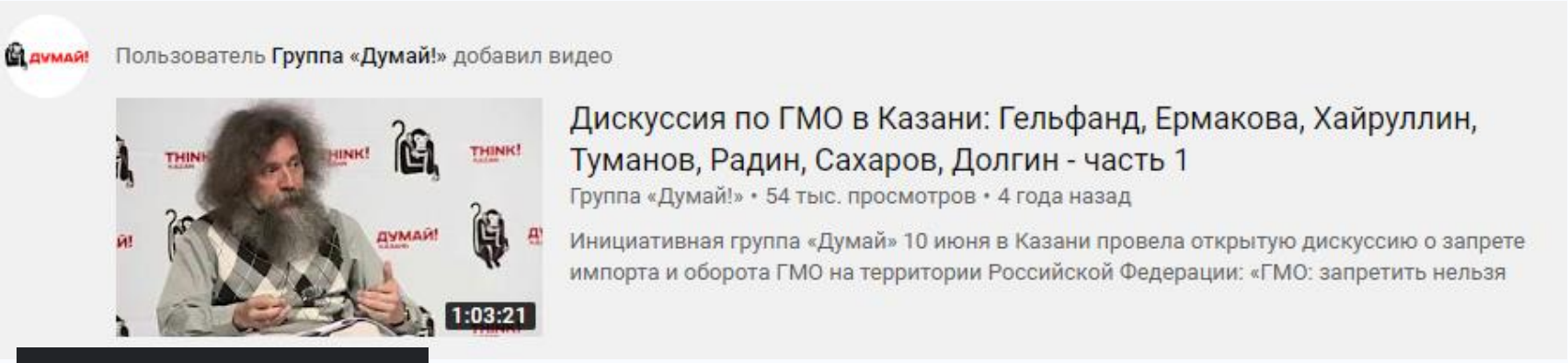
Заключение

- Генная инженерия стала неотъемлемой частью нашей жизни
- С точки зрения биохимии неважен нуклеотидный состав ДНК, она всё равно в процессе пищеварения распадётся до составляющих, важны свойства, которые получает продукт в ходе селекции
- Недоверие к ГМО в большинстве случаев связано с банальным незнанием основ биологии
- Аргументы противников ГМО не находят своего подтверждения в научной литературе



Рекомендуемые источники





Биомолекула

- ГМО: бояться нельзя питаться. Биологи знают, где поставить запятую!

https://biomolecula.ru/articles/gmo-bojatsja-nelzja-pitatsja

- ПРАВДА на ОТР. Вся правда о ГМО (27.10.2015)

https://www.youtube.com/watch?v=_fIxXaNyNK4

- Специальный корреспондент. ГМО-продукт. Аркадий Мамонтов

https://www.youtube.com/watch?v=HgbZVGj0NnE


Спасибо за внимание!