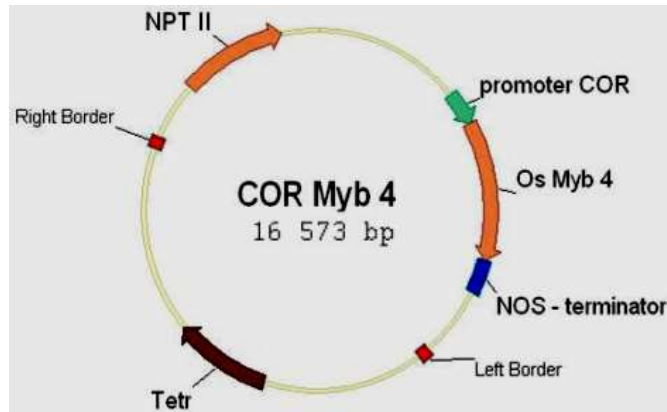


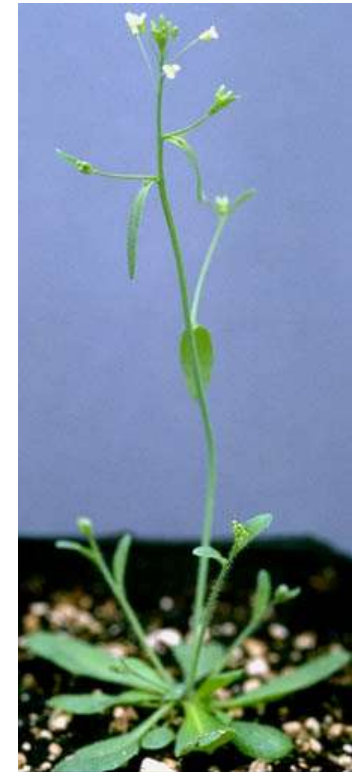


Академик
А.С. Фаминцын



Институт физиологии
растений им. К.А.
Тимирязева РАН

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И ГЛОБАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ



**ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ
ЗАНИМАЕТ ПРОМЕЖУТОЧНОЕ
ПОЛОЖЕНИЕ МЕЖДУ ОБЩЕЙ
БИОЛОГИЕЙ И ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИЕЙ**

Рождение физиологии
растений 1800 г.
Ж. Сенебье



С китайского языка слово
«**физиология**» переводится как
познание сущности жизни

Стратегическое направление развития
физиологии растений:

**РЕГУЛЯЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В РАСТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ
РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ
СЛОЖНОСТИ В ХОДЕ
ОНТОГЕНЕЗА И АДАПТАЦИИ**

Современная физиология растений
движется в направлении
молекулярной физиологии
растений

2003 г - полное секвенирование генома человека – (постгеномная эра). За 10 лет достигнуты колоссальные технологические успехи в области секвенирования геномов, транскриптомов и протеомов, однако ожидания общества не оправдались.

Существует громадный разрыв между структурными успехами и функциональными результатами.

«Я болезненно ощутил, - пишет проф. Альбертс Брюс (Science, 2012), огромный пробел, который остается в нашем понимании даже простейших клеток».

E. coli: 4288 генов, 3 млн н., из 4000 белков функция 1000 белков не известна, хотя *E. coli* интенсивно изучается более 50 лет



Возрастание роли физиологии растений в условиях постгеномной эры. Задача физиологии растений - интерпретация молекулярных событий на уровне сложных физиологических явлений и процессов.



Физиология растений – наука фундаментальная



Robert Hooke открыл клеточное строение живых систем на растительном объекте

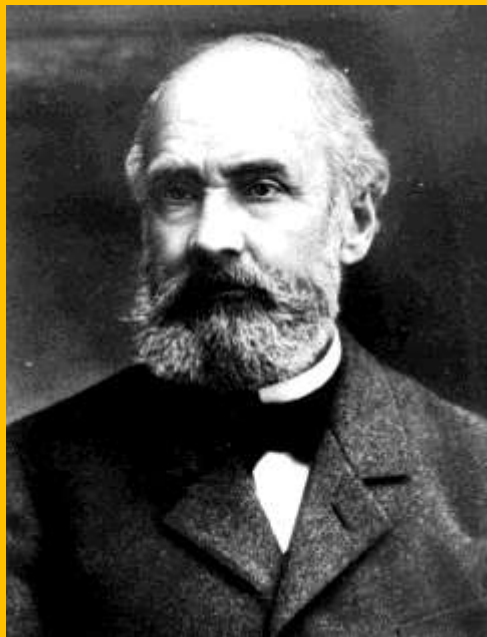
Arabidopsis thaliana – первый высший многоклеточный организм, у которого был полностью секвенирован геном



У растений кукурузы были впервые обнаружены мобильные генетические элементы (МГЭ)



Академик А.С. Фаминцын



(1835-1918)

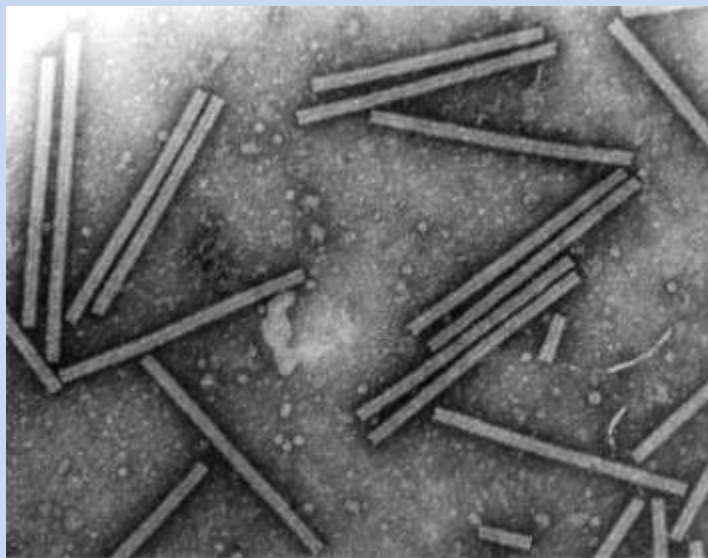
Основоположник
отечественной физиологии
растений и основатель Института
физиологии
растений им. КА Тимирязева РАН.

Впервые показал способность
растений к фотосинтезу в условиях
искусственного освещения.

Светокультура.

Лишайник – симбиоз гриба и
водоросли.

Вирусы были открыты физиологом растений Д.И. Ивановским

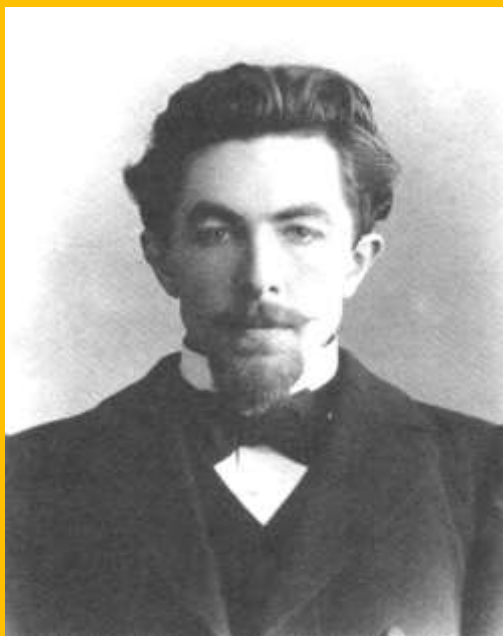


Вирус табачной мозаики



Д.И. Ивановский
(1864-1920)

Вирусы инфицируют как человека, так и растения, вызывая многие болезни, например, СПИД, гепатит, грипп, некоторые формы рака, полиомелит и др.



Изучение фотосинтетических пигментов привело к разработке принципов хроматографического метода разделения веществ

М.С. Цвет

(1872-1919)

Академик М.Х. Чайлахян



- **Автор гормональной теории развития растений**
(теория получила подтверждение 70 лет спустя)



(1902 – 1991)

Гормональная теория развития растений

М. Х Чайлахян

Изд-во АН СССР, 1937. 197 стр.

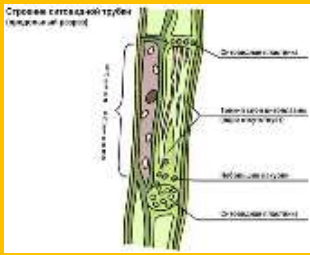
Регуляция цветения высших растений

М. Х Чайлахян

"Наука", 1988. 558 стр.

НЕУЛОВИМЫЙ ФЛОРИГЕН





Академик АЛ Курсанов



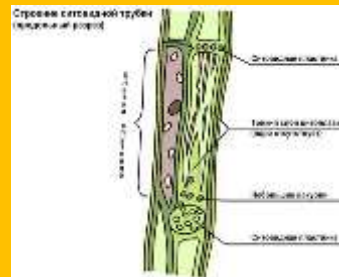
- **Создана теория транспорта ассимилятов**



(1902 – 1999)

Инициатор перевода отечественной классической физиологии растений на «рельсы» физико-химической биологии

Событием мировой научной мысли стала фундаментальная монография А.Л.Курсанова 1976. 646 с.





чл.-корр. РАН Р.Г. Бутенко

Биология, физиология, биохимия и генетика культивируемых *in vitro* клеток растений

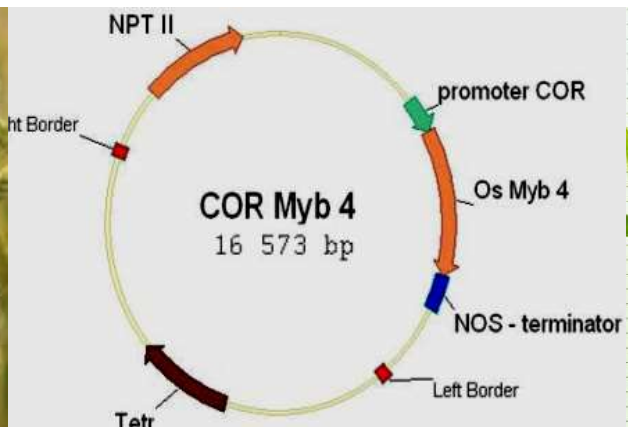
Созданы фундаментальные основы клеточной биотехнологии растений



(1920 – 2004)



Физиология растений как фундаментальная наука вовлекается в решение глобальных проблем



Глобальные проблемы (вызовы) (франц. *global* – всеобщий, от лат. *globus (terrae)* - земной шар) - совокупность проблем человечества, от решения которых зависит социальный прогресс и сохранение цивилизации.

Особенности глобальных проблем:

- (1)** глобальные проблемы затрагивает человечество в целом;
- (2)** их неразрешение может привести к гибели всего человечества;
- (3)** они не могут быть полностью разрешены в рамках отдельного государства или региона.



Физиология растений как фундаментальная наука вовлекается в решение глобальных проблем



Обеспечение продовольствием

Сохранение биоразнообразия

Альтернативная энергетика

Решение глобальных экологических проблем

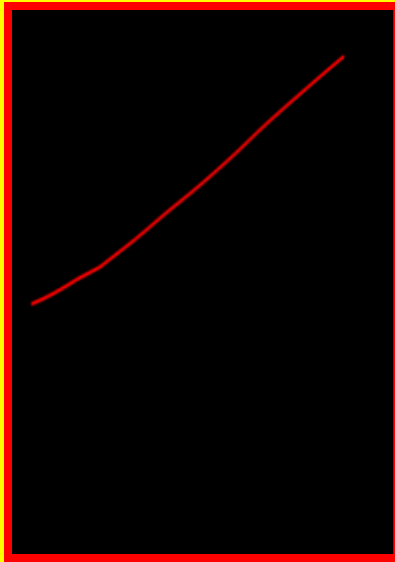
Обеспечение ценным растительным лекарственным сырьем для борьбы с болезнями

Эффективное использование пресной воды

Глобальные вызовы

Численность населения Земли
на 19 сентября 2019 г

7 695 766 355



Производство продовольствия
в мире должно увеличиться
на 40 – 60%

Численность населения увеличиваться
на 100 млн чел в год

Население планеты возрастет в 3 раза с
1950 (2.5 миллиарда) до 2020 (7.5
миллиарда); 2050 г. – 9.7 млрд, 2100 г. –
11.2 млрд чел;

1. Проблема голода



В мире 815 млн человек
(2018 год) испытывают
хронический голод

Проблема голода



Это больше, чем население США, Канады
и Евросоюза



Более 2 млрд чел
испытывают хроническую
анемию
из-за дефицита железа

Дефицит Zn испытывают
1.2 -3.5 млрд чел

Проблема голода

Недоедание и голод убивают ... детей

Каждый год умирают от недоедания 5 млн детей в возрасте до 5 лет, т.е. каждые 6 секунд умирает один ребенок.

За время моего доклада скончаются от голода около 400 детей



**От недостатка в пище
витамина А умирает 1
млн детей в год**





**ЧТО МОЖЕТ
СДЕЛАТЬ
ФИЗИОЛОГИЯ
РАСТЕНИЙ ДЛЯ
БОРЬБЫ С
ГОЛОДОМ?**

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

БОЛЕЕ 200 ЛЕТ ЯВЛЯЕТСЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ БАЗОЙ
ИНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

1.1.



Обеспечение
населения планеты
продовольствием

Физиология растений - фундаментальная основа 3-х зеленых революций, каждая из которых приводила к удвоению урожая (минеральное питание, химикаты, короткостебельные сорта растений)

Проблема голода



Проблема голода



Этапы развития «зелёной революции» в мировом аграрном процессе



...один из авторов 3-го этапа
зеленой революции [Norman
Borlaug](#)

...

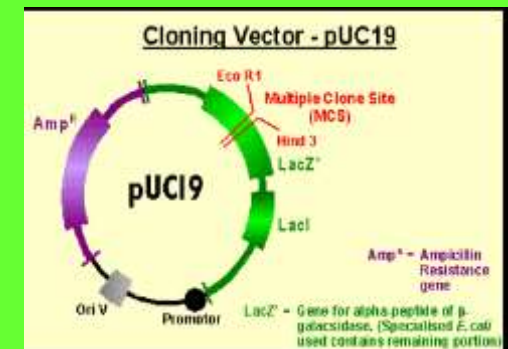
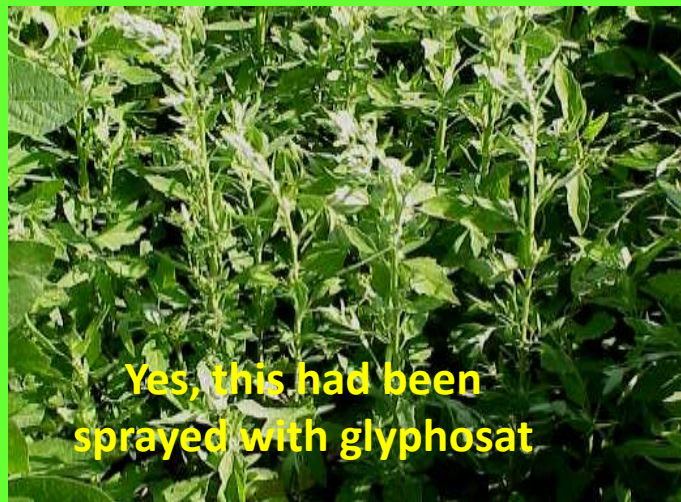


Distinguished
plant breeder
[Norman Borlaug](#)
1914-2009,
Nobel Laureate
1970

Генно-инженерные технологии одно из направлений развития аграрной индустрии



- Традиционные ГИ технологии получения трансгенных растений
- Получение транспластомных растений
- Технология редактирования геномов





1.2.

Традиционные генно-инженерные технологии и создание трансгенных сортов растений – одно из направлений развития аграрной индустрии

Физиология трансгенного растения – это ответ физиологов растений на появление новых технологий

Получение трансгенных растений - хотя и не простая, но уже рутинная техническая проблема

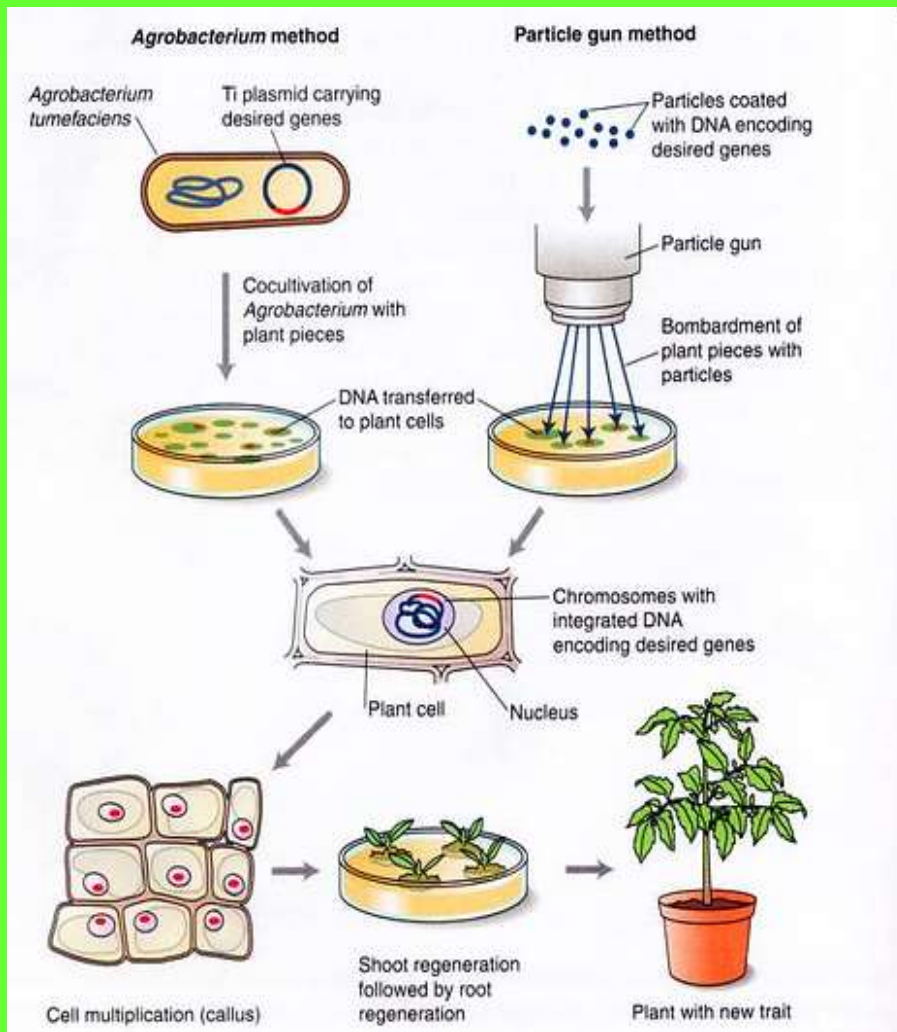
Физиология трансгенного растения может стать теоретической базой создания высокопродуктивных безопасных для человека и окружающей среды сортов растений

Проблема голода

Методы получения однодольных и двудольных трансгенных растений

А

Б



А – трансформация двудольных растений с помощью Ti-плазмиды

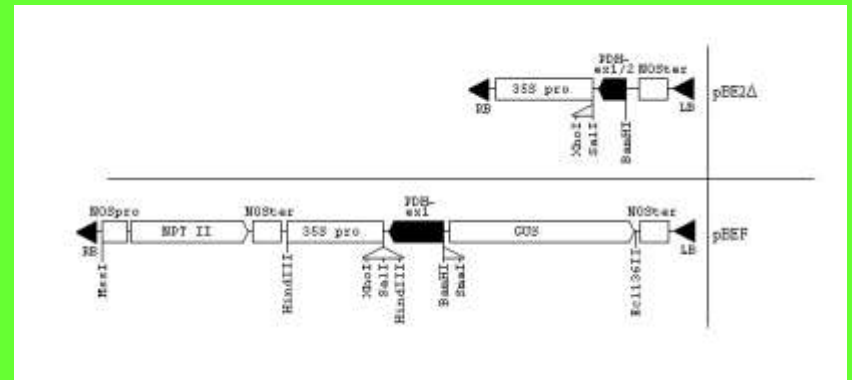
Б – трансформация однодольных растений с помощью метода биологической баллистики

Генная инженерия преодолевает один из наиболее мощных запретов эволюции на обмен генетической информацией между далеко отстоящими видами



трансгенные растения линия
At-PDH-O-R-52

Трансформация рапса геном пролиндегидрогеназы в антисмысловой ориентации повышает солеустойчивость растений



нетрансгенные растения-
регенеранты

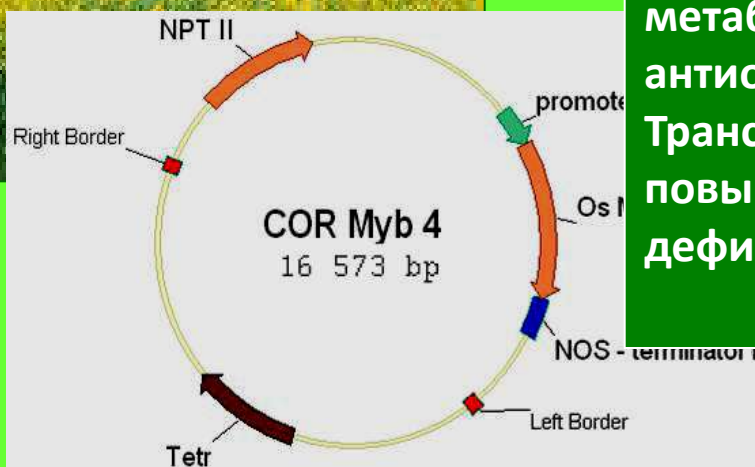
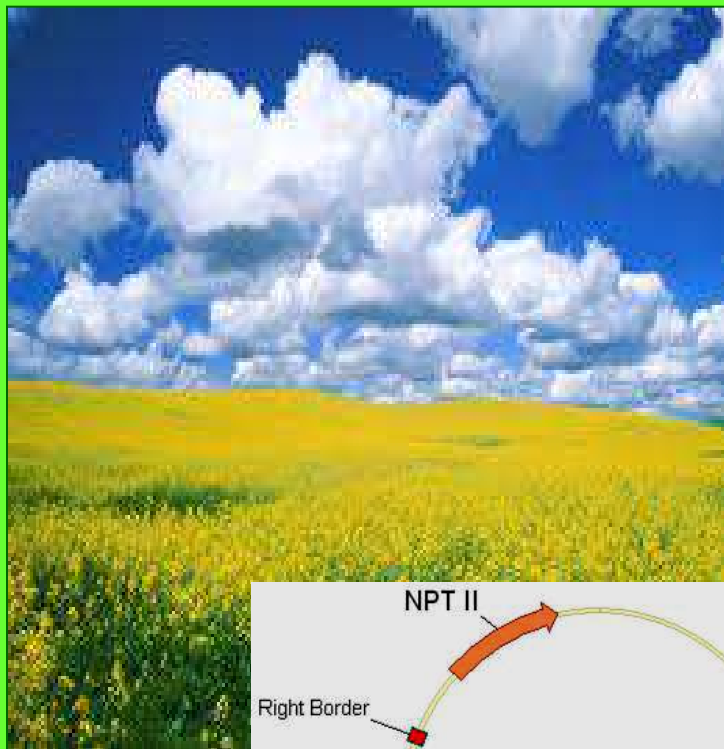


0 100 150 200



0 100 150 200 NaCl, mM

ПОЛУЧЕНИЕ ТРАНСГЕННЫХ СТРЕСС-ТОЛЕРАНТНЫХ РАСТЕНИЙ



Получены трансгенные растения рапса с геном трансфакторного белка риса (OsMyb4).

Эти растения имели повышенную холодо- и морозоустойчивость, устойчивость к ТМ, в основе которой лежит активация синтеза вторичных метаболитов, обладающих антиоксидантными свойствами. Трансгенные растения обладают повышенной устойчивостью и к водному дефициту

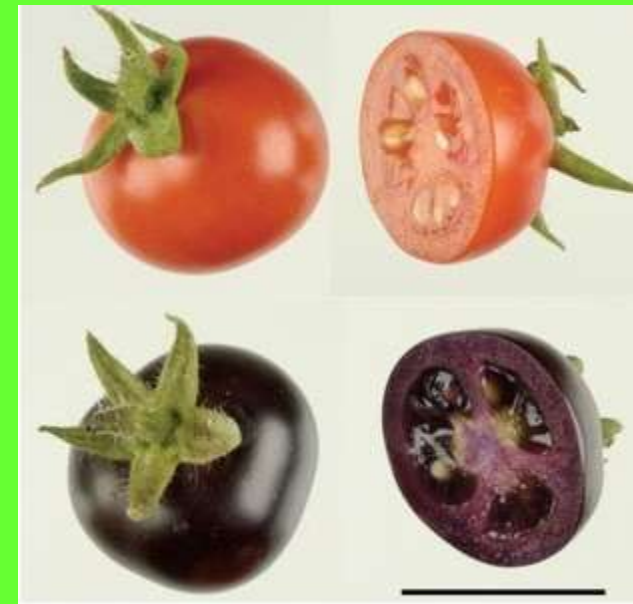
Raldugina G.N. et al (in press)

Получение растений, обогащенных витаминами и микроэлементами



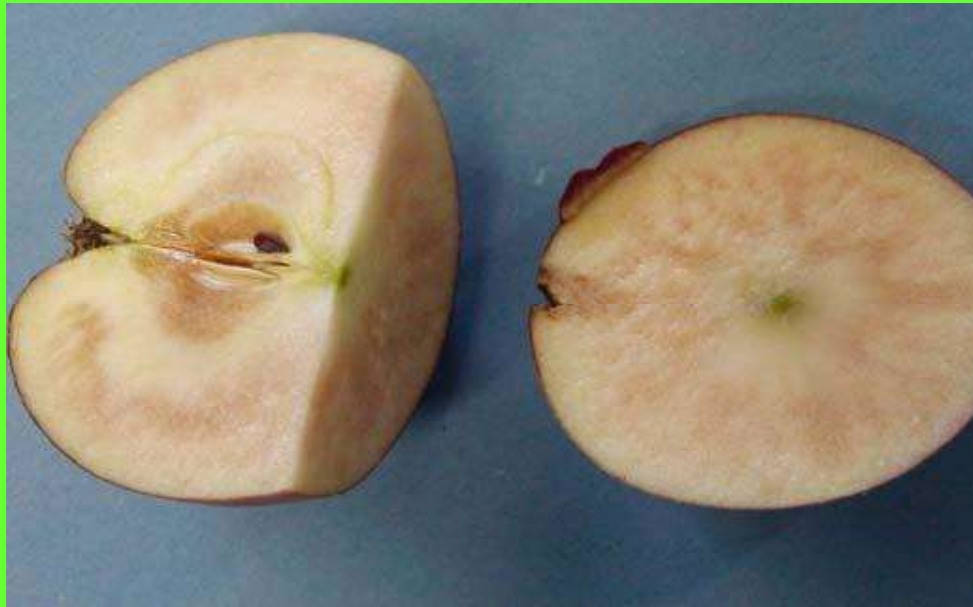
Fe-обогащенный рис

Рис, обогащенный витамином А



Томаты дикого типа и обогащенные антиоксидантами

Повышение сохранности урожая после сбора – одна из задач физиологов растений

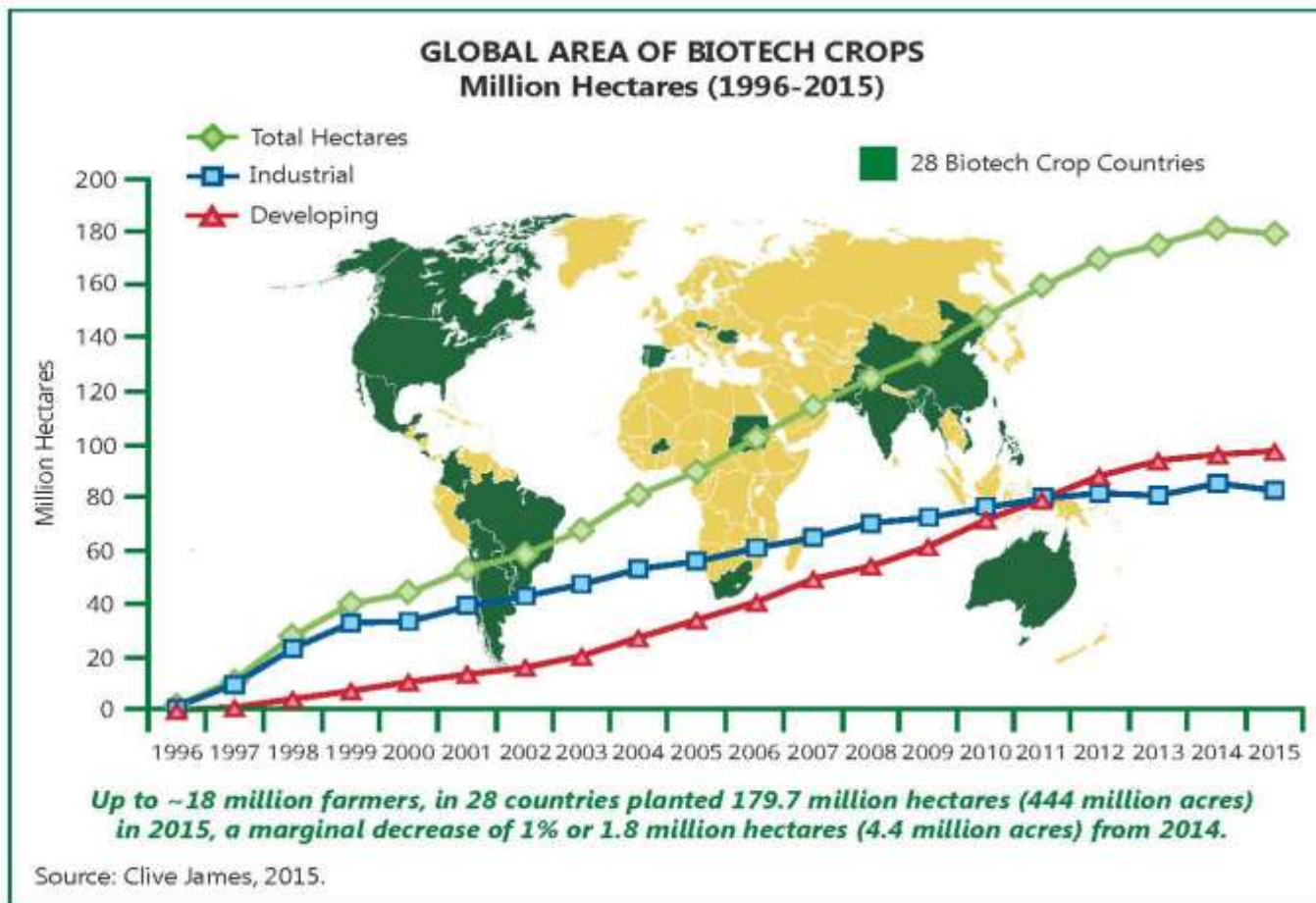


Эти процессы делают фрукты менее привлекательными и снижают их пищевые качества

После сбора фрукты становятся мягкими, спелыми, и обычно начинают гнить.



191.7 млн га в мире занято ГМ сортами с/х культур (2018)



ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ТРАНСГЕНОВ В КОММЕРЧЕСКИХ СОРТАХ

(около 191.7 млн га занято ГМ сортами растений)



Устойчивость к гербицидам **71%**

Устойчивость к насекомым **28%**

Другие признаки **1%**

Устойчивость к вирусам

Изменение состава масла

Изменение сроков созревания

Мужская стерильность

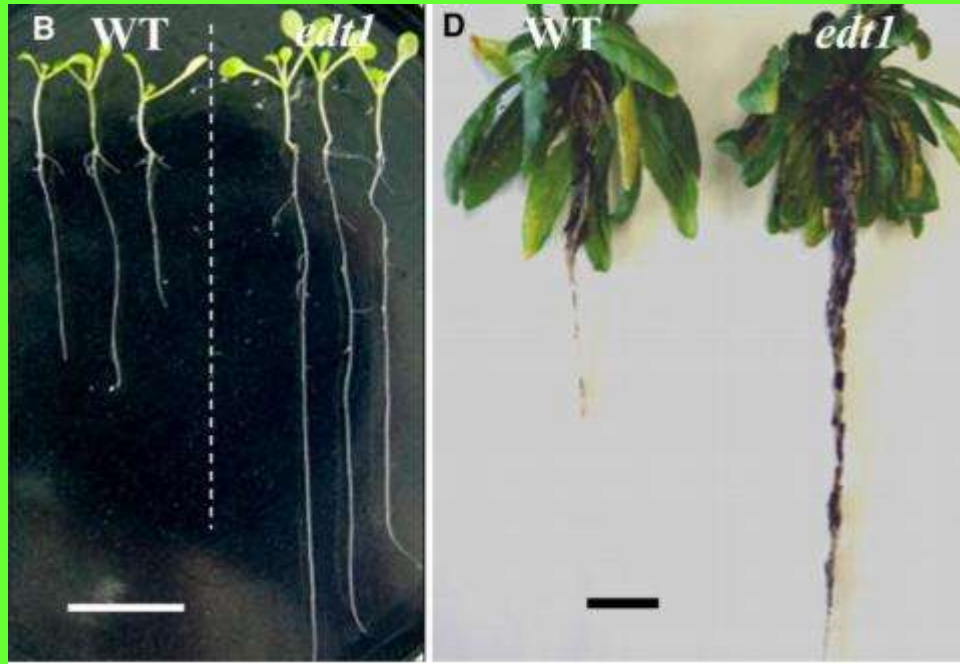
**Где устойчивость к засухе, к низким температурам,
засолению, техногенным факторам?**



Более длинная корневая система повышает засухоустойчивость растений



Дикий тип Устойч. к засухе Дикий тип Устойч. к засухе

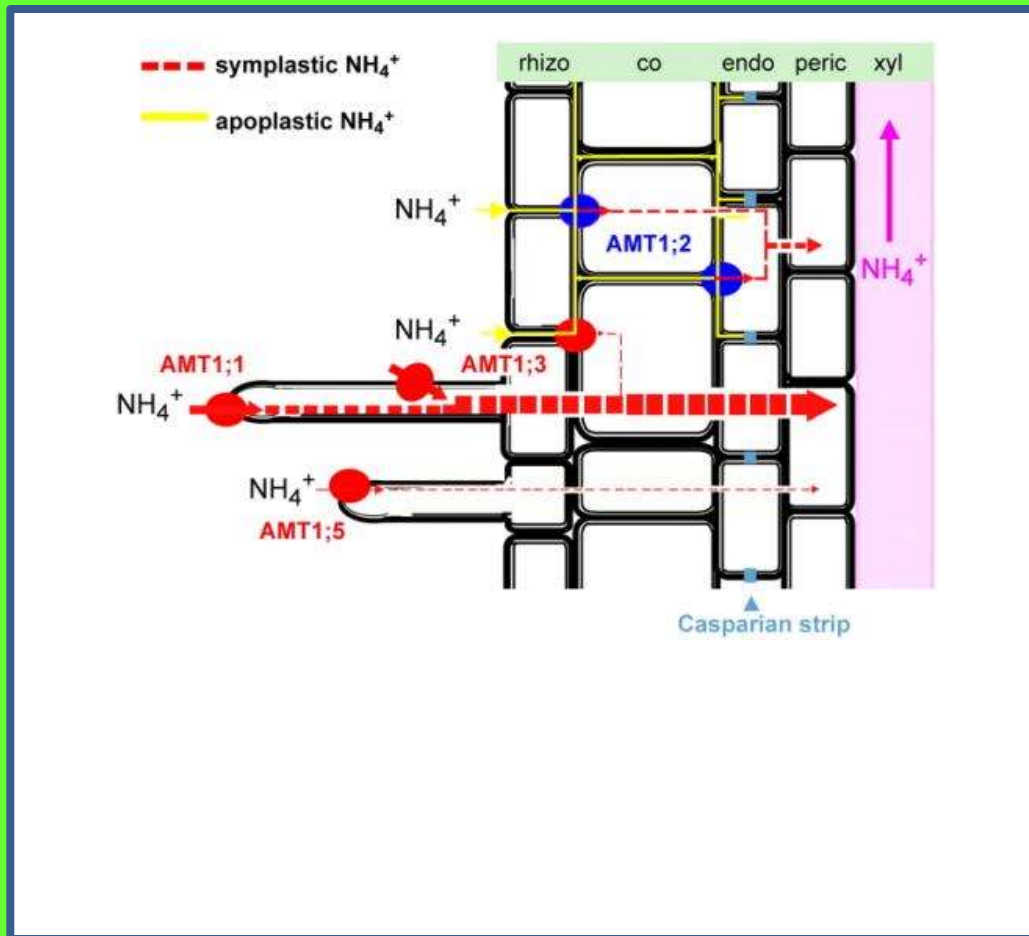


Проростки

Зрелые растения

Получение растений с более длинной корневой системой позволит им расти в засушливых регионах

Повышение эффективности поглощения питательных веществ



Более эффективные транспортные системы корней могут снизить потребность растений в минеральных удобрениях

ЧТО ЖЕ ЛИМИТИРУЕТ СОЗДАНИЕ СТРЕСС-ТОЛЕРАНТНЫХ СОРТОВ С/Х КУЛЬТУР?



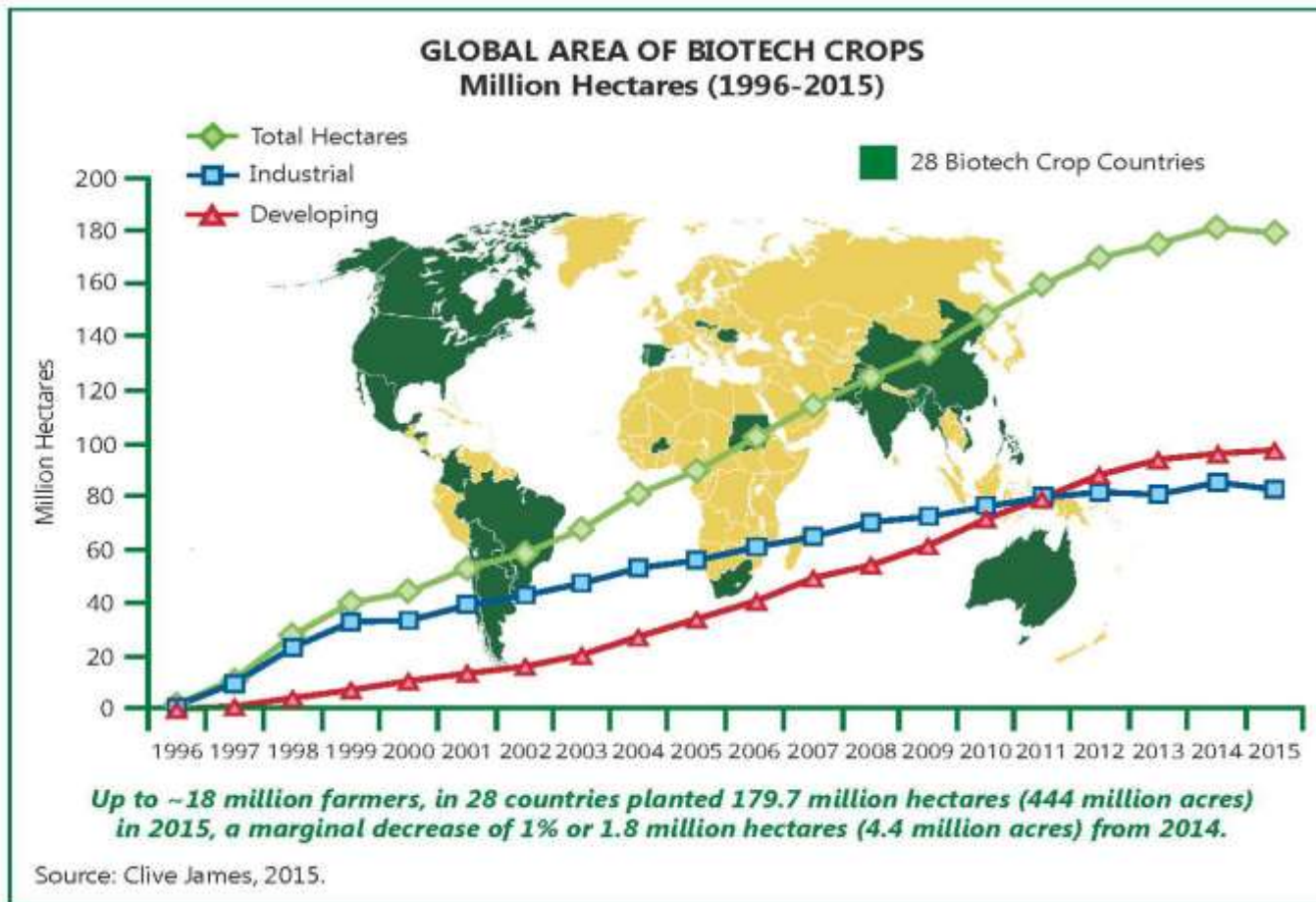
1. Полигенность признаков устойчивости растений к повреждающим факторам

2. Неспособность современной ГИ одновременно манипулировать многими генами

3. Недостаток фундаментальных знаний по механизмам устойчивости растений и механизмам регуляции и функционирования генома



191.7 млн га в мире занято ГМ сортами с/х культур (2018)





Мировые площади посевов ГМ С/Х КУЛЬТУР (МЛН ГА)

2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
170,3	175,2	181,5	179,7	185,1	189.8	191.7



**БЕЗОПАСНЫ ЛИ
СОВРЕМЕННЫЕ
ТРАНСГЕННЫЕ СОРТА
С/Х КУЛЬТУР И
ПОЛУЧЕННЫЕ ИЗ НИХ
ПРОДУКТЫ?**



Пищевые риски



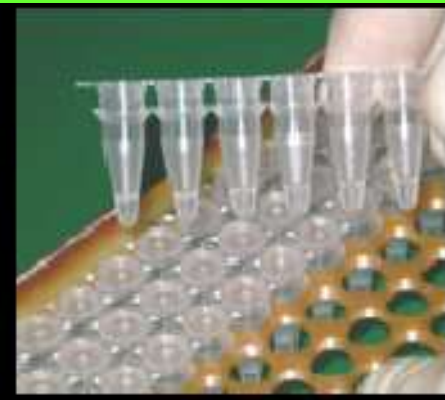
Австрийское правительство опубликовало результаты исследования, подтверждающие, что ГМ злаки могут быть опасны для здоровья.

Австрийские ученые показали, что мыши, 33% рациона которых составляла **ГМ-кукуруза** компании "Монсанта" (**NK 603 x MON 810**), в третьем и четвертом пометах рождали меньше детенышей. Вес мышат также становился меньше. Контрольные животные, имели нормальные репродуктивные циклы.

Нарушение генеративной функции.

Данный вид кукурузы одобрен к выращиванию и употреблению в пищу во многих странах (Аргентина, США, Япония, Филиппины, ЮАР, Россия, Мексика, Евросоюз).

Безопасность ГМ продуктов питания пока не может гарантировать никто



1.3.

Проблема голода

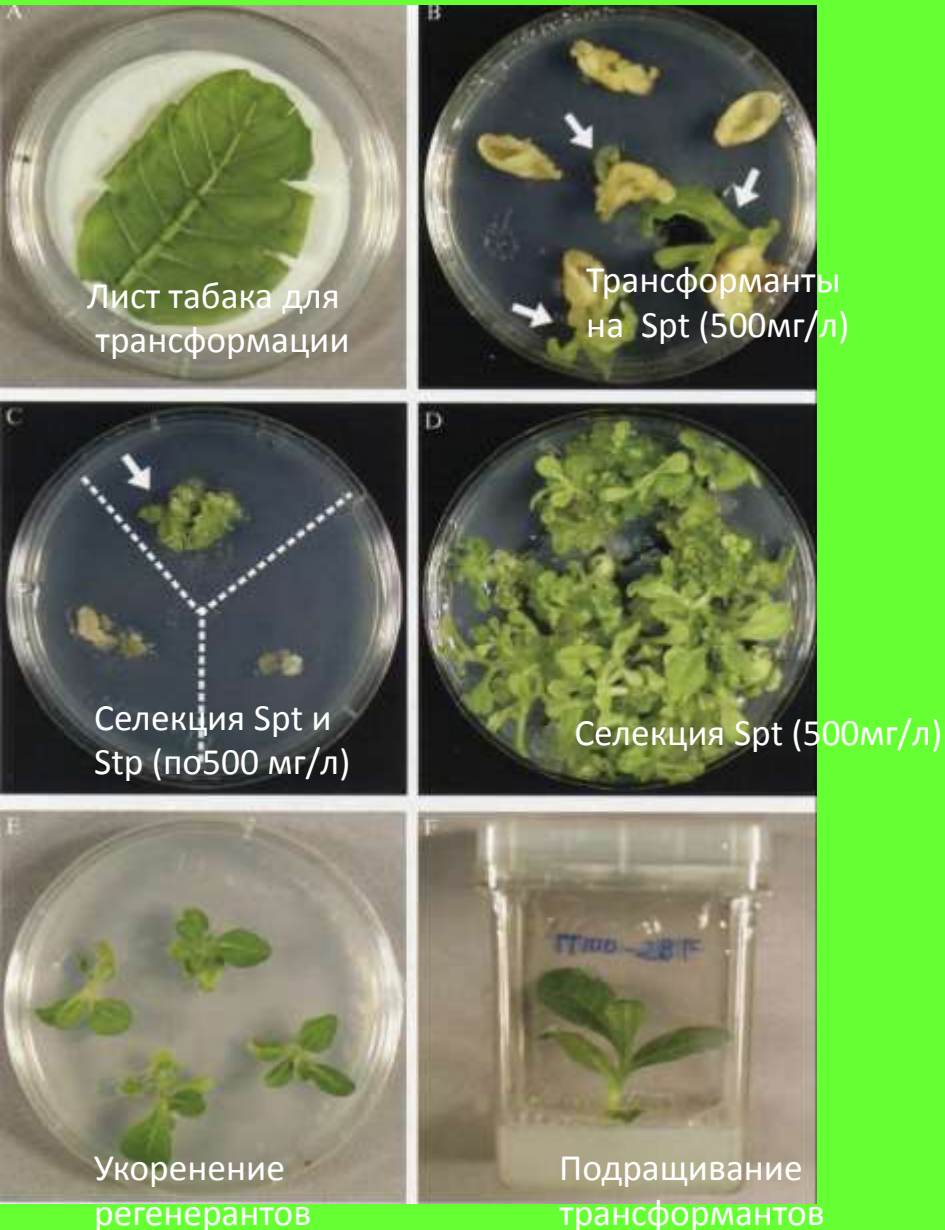


Получение транспластомных форм растений с улучшенными свойствами

Преимущества:

1. Снижение экологических рисков;
2. Точная сайт-направленная интеграция конструкции в геном
3. Отсутствие сайленсинга

Этапы получения транспластомных растений табака





1.4.

Проблема голода

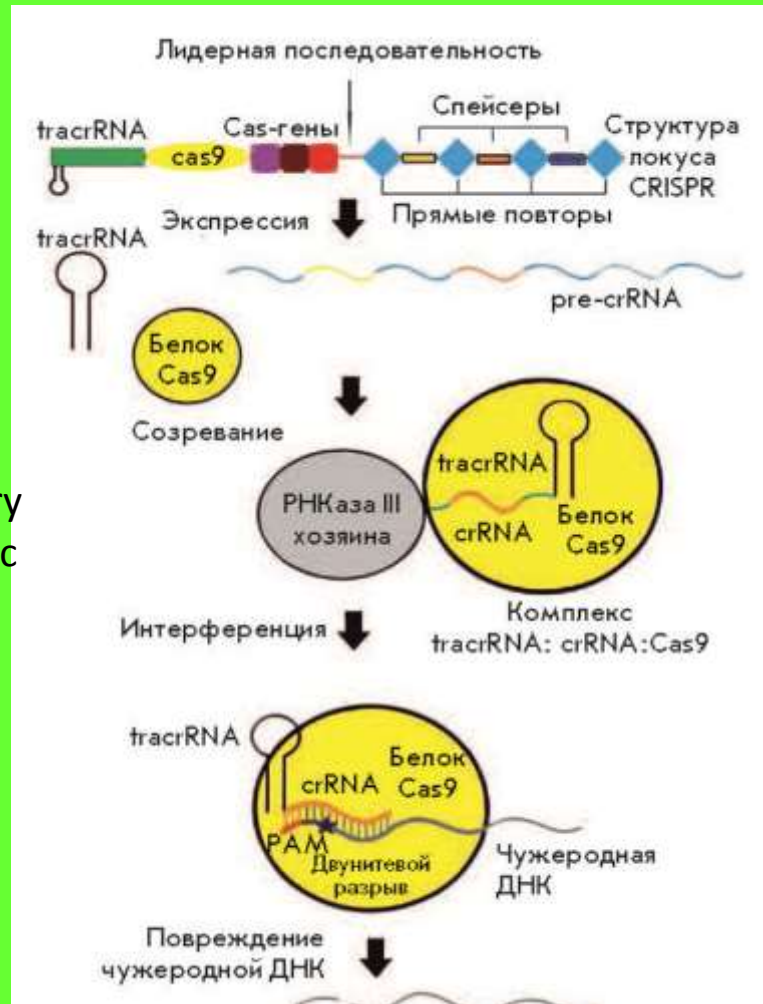
Создание новых форм растений с помощью технологии геномного редактирования (CRISPR/Cas9)

С помощью геномной инженерии (геномного редактирования) (CRISPR/Cas9) будут получены мутанты и трансформанты растений и цианобактерий с нарушенными/восстановленными системами регуляции генной экспрессии и улучшенными свойствами.

Преимущества:

- (1) сайт-специфическое встраивание конструкции в геном;
- (2) Одновременная регуляция активности нескольких генов;
- (3) Полученные растения могут не содержать чужеродных фрагментов ДНК

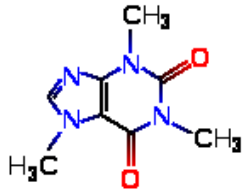
Редактирование геномов: механизм действия CRISPR/Cas9 у бактерий



CRISPR - clustered regulatory interspaced short palindromic repeats

Cas – CRISPR-associated endonuclease

кофеин

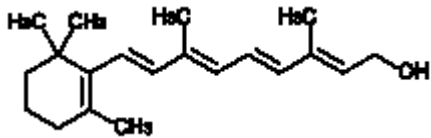


Глобальные вызовы

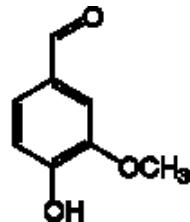


2. Борьба с болезнями

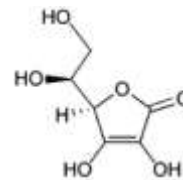
Растение как источник огромного числа разнообразных биологически активных соединений
Вторичный метаболизм – специфика растений



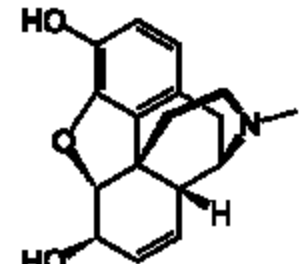
витамин А



ванилин



витамин С



морфин



Растения синтезируют сотни соединений, которые используются в медицине, косметике и фармакологии

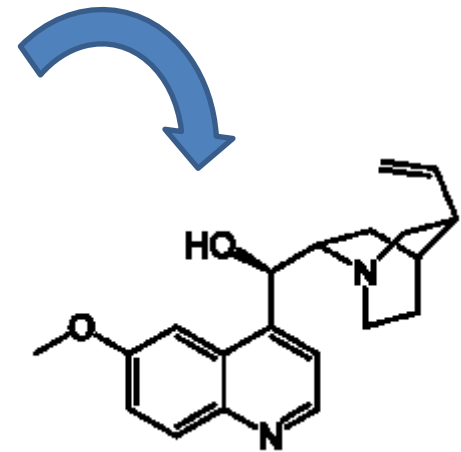
- **Ива** (*Salix*) – источник аспирина
- **Наперстянка** (*Digitalis purpurea*) – источник кардио-препаратов
- **Тисс** (*Taxus brevifolia*) – источник таксола (антиканцерогенный препарат)
- **Кофейное дерево** (*Coffea arabica*) and **чай** – источник кофеина (стимулятор)
- **Жень-шень** (*Taxus baccata*) – источник гинзенозидов



Миллионы людей ежегодно умирают от малярии



Кора хинного дерева содержит соединение, хинин, которое убивает *Plasmodium*

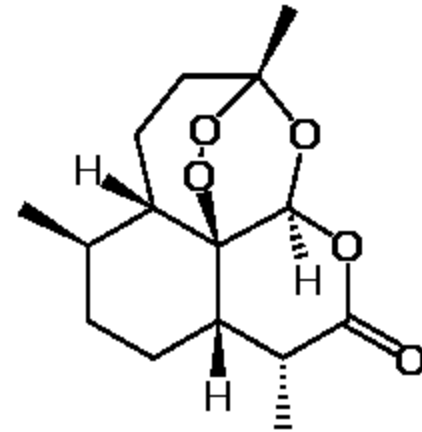


ХИНИН

Возбудитель малярии - простейшее одноклеточное животное *Plasmodium*

Однако *Plasmodium* развивает устойчивость к хинину

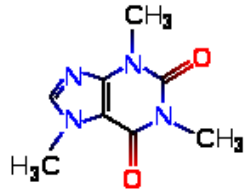
Растение *Artemisia annua* содержит
другое антималярийное соединение



Артемизин

Artemisia использовали в Китае тысячи лет назад.
В 1972 артемизин был очищен.

кофеин



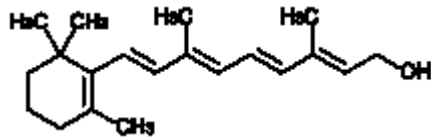
Глобальные вызовы



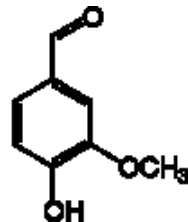
Лекарственные растения активно используются во всем мире:

в Европе более 2000 видов
в Индии более 7500 видов
в Китае более 10 000 видов

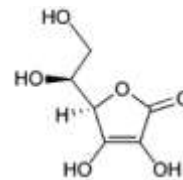
С Европейского континента собирают более 20000 тонн дикорастущих лекарственных растений в год



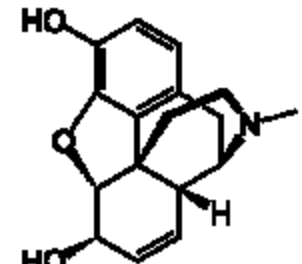
витамин А



ванилин



витамин С



морфин

Можно получать биологически активные соединения из дикорастущих видов растений, но при этом возникают следующие проблемы:

- Многие биологически активные вещества синтезируются редкими и исчезающими видами растений; сырьевая база в данном случае ограничена или полностью отсутствует.
- Растения очень медленно растут и достигают коммерческой зрелости лишь в возрасте 5-7 и более лет.
- Растения, выращенные в открытом грунте, часто загрязнены техногенными и антропогенными факторами.





2.1

Какие технологии предлагает физиология растений для получения биологически активных соединений?

(а) Изолированные органы растений - суперпродуценты важнейших лекарственных соединений и косметических средств

(б) Изолированные клетки растений – суперпродуценты биологически активных соединений

Борьба с болезнями

Культивируемые *in vitro* корни растений -

уникальная растительная система для получения ценных лекарственных соединений



Разработка этой системы и создание на ее основе инновационных технологий базируется на фундаментальных знаниях, полученных в области физиологии изолированных органов – одной из областей физиологии растений





Культивируемые *in vitro* корни ценных лекарственных растений

Преимущества корневой культуры:

1. быстрый (в 30-40 раз быстрее) непрерывный рост корней
2. дешевая питательная среда без гормонов;
3. генетическая стабильность культуры;
4. сохранение способности корней к синтезу вторичных метаболитов.



Корневая культура марены красильной в биореакторе

Корни получают при трансформации стерильных проростков с помощью T-ДНК дикого штамма почвенной агробактерии *Agrobacterium rhizogenes*

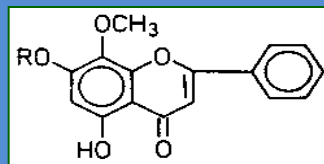


Шлемник байкальский размножается семенами, зацветает на 8-10 год

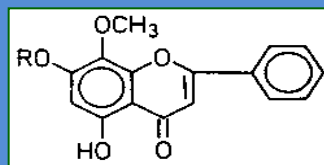
Изолированные корни лекарственных растений

Корни исчезающего лекарственного растения шлемника байкальского, внесенного в Красную книгу, содержат флавоны, которые обладают высокой **антиоксидантной, антибактериальной, цитостатической и гипотензивной активностью**

HPLC профиль флавонов спиртовых экстрактов



байкалин и байкалеин
(1) (3)



вогонин и вогонозид
(2) (4)



Культивируемые (с 2000 года) корни шлемника (5-недельного возраста)

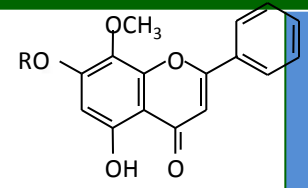
В культивируемых *in vitro* корнях шлемника байкальского доминирующим флавоном является **вогонин** с селективной антиканцерогенной активностью; он вызывает апоптоз лишь злокачественных, но не нормальных клеток



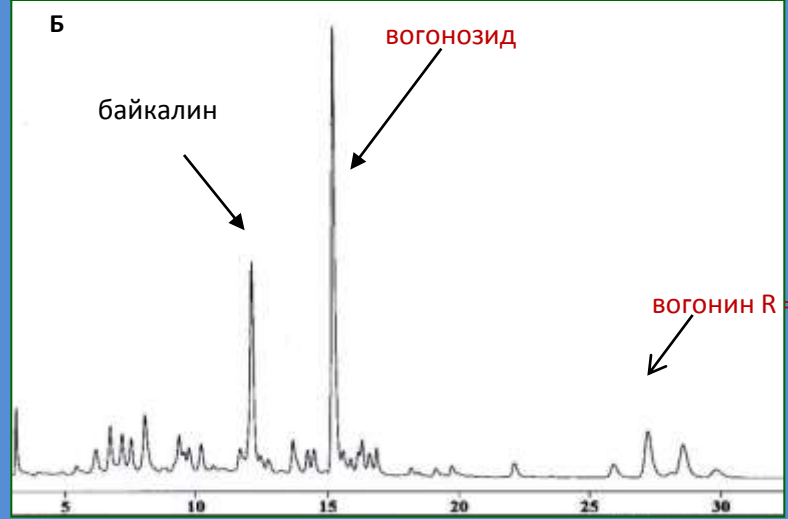
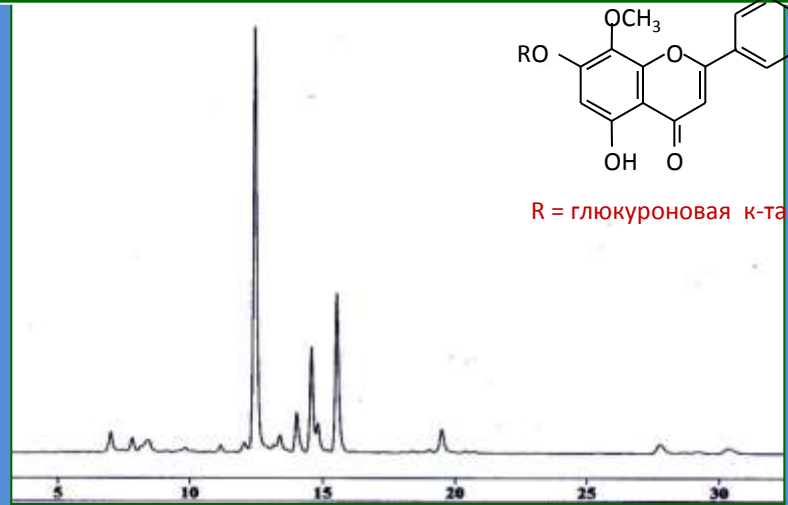
6-недельные корни шлемника *in vitro*



Лиофильно высушенный «урожай» корней шлемника после их 6-недельного выпасивания в колбах



R = глюконовая к-та



VЭЖХ-профили флавонов корней шлемника: А – корни целого растения; Б – культивируемые корни

**Культивирование корней
шлемника байкальского в биореакторе
швейцарской фирмы ROOTec**



**6-недельные
корни в биореакторе**



**8-недельные
корни шлемника вне биореактора**

2.2.

Какие технологии предлагает физиология растений для получения биологически активных соединений?



Культивируемые *in vitro* клетки растений - уникальная система для получения ценных лекарственных соединений и решения фундаментальных проблем биологии



Растения синтезируют тысячи ценных биологически активных соединений

Фундаментальная основа этих технологий – физиология изолированных клеток растений



Борьба с болезнями

Р. Г. Бутенко
Основатель работ по культуре клеток
высших растений в нашей стране





**Что представляют собой
культивируемые *in vitro* клетки
растений ?**

Каллусная культура клеток - это неорганизованная растущая масса дедифференцированных клеток растений



Этой фотографии более полувека: тогда культуру клеток считали сообществом практически одинаковых делящихся клеток...



Возраст культуры – 50 лет

Уникальные свойства клеток растений, на которых базируются клеточные биотехнологии

1. Неограниченный рост (морковь Готре – с 1934 года)
2. Синтез вторичных метаболитов
3. Высокий регенерационный потенциал
5. Тотипотентность клеток растений



Характеристика каллусных культур



А. Макроскопическая.

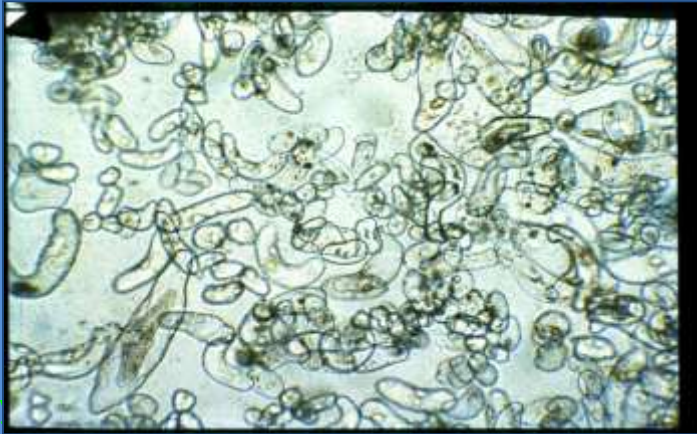
Консистенция: твердая, рыхлая, «растекающаяся» по поверхности



Генетическая гетерогенность популяций культур клеток высших растений *in vitro* обеспечивает адаптивные возможности системы

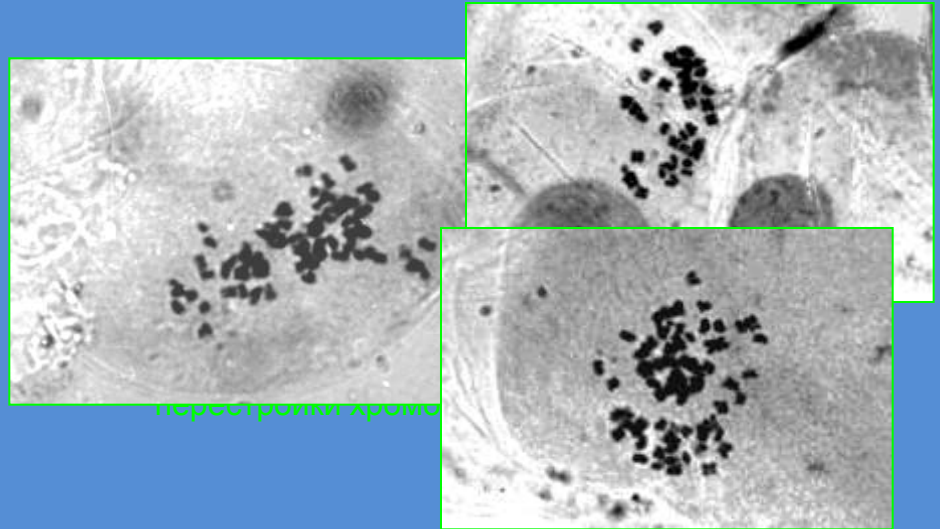
Морфологическая - клетки

табака в суспензии

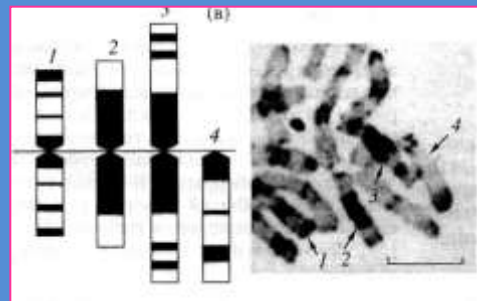
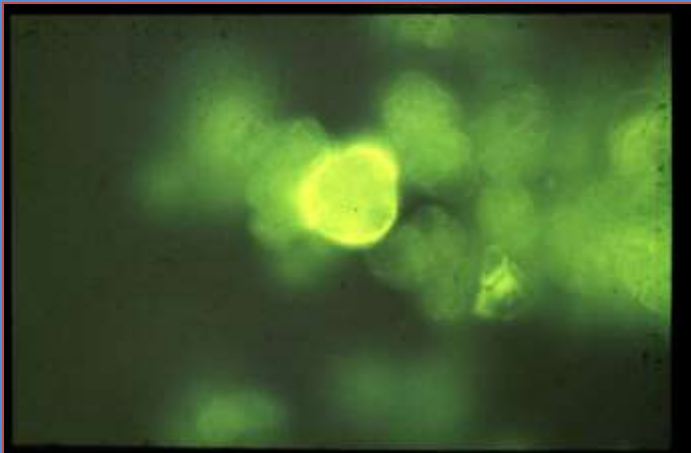


Генетическая - различное число

хромосом в клетках женьшеня



перестройки хромо



Характеристика каллусных культур

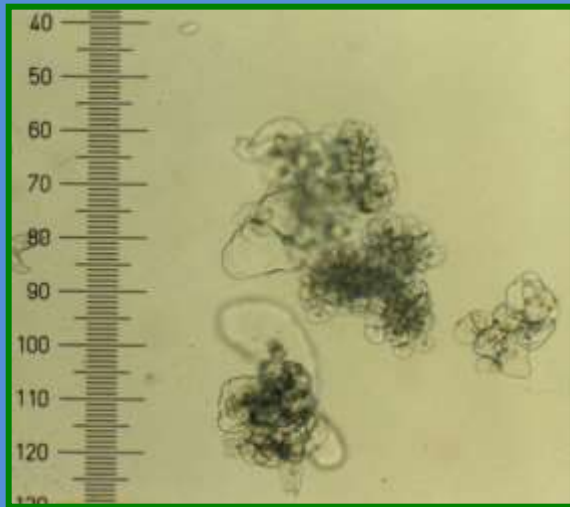


А. Макроскопическая

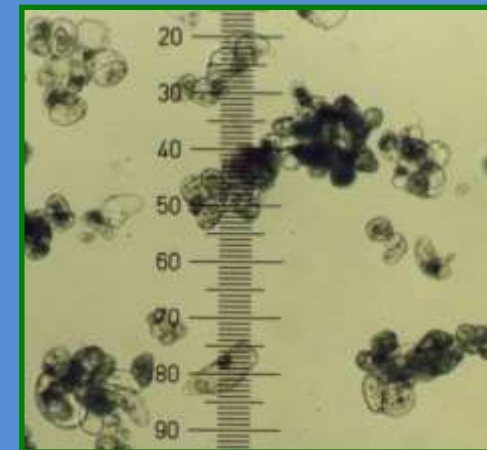
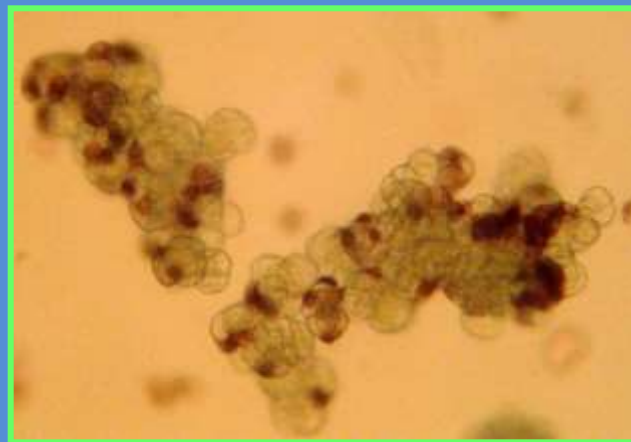
Окраска: белая - желтая – оранжевая – бурая – темная - пигментированная



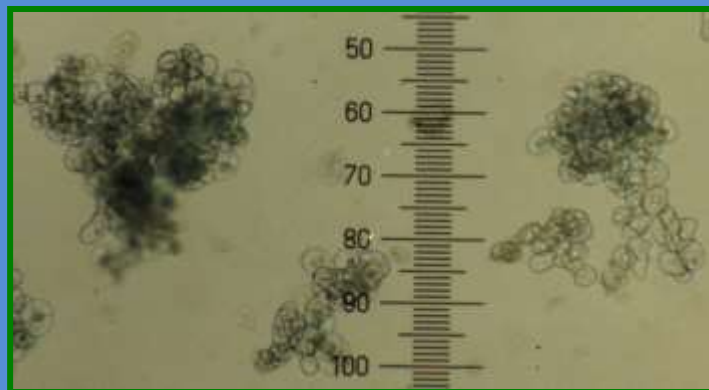
Суспензионные культуры клеток растений – это новая биологическая система экспериментально созданная популяция соматических клеток



Пшеница Тимофеева



Диоскорея



Свекла

Преимущества использования культур клеток высших растений для получения биологически активных веществ



Абсолютная экологическая чистота производства биомассы культуры клеток
(отсутствие в биомассе пестицидов, гербицидов, радиоактивных соединений и других поллютантов).

Возможность получения биомассы редких и исчезающих видов растений

Высокие скорости получения биомассы: до 2 граммов сухой биомассы с литра среды за сутки (прирост корня женьшеня на плантации - 1 г в год);

Гарантированное получение растительной биомассы с заданными характеристиками независимо от сезона, климатических и погодных условий;

Более высокое содержание целевого продукта, чем в интактном растении

Выращивание клеток в колбах на качалке и в биореакторах



Культуры клеток тиса – продуценты противоопухолевых дитерпеноидов



Тис ягодный
Taxus baccata



Получение культур клеток *Taxus baccata*

Среды: MS Gb W



Паклитаксел (таксол)



**Содержится в коре дерева
в количестве 0,01 - 0,035%
Цена 1 кг таксола более 2
миллионов US\$**

Ростовые характеристики суспензионной культуры

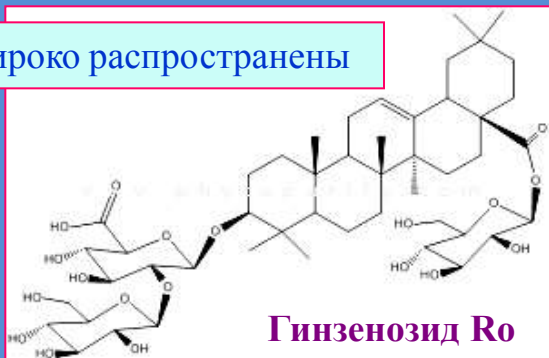
Индекс роста	I	11 - 13
Экономический коэффициент	Y	0,46
Продуктивность по сухой массе	P	0,55 г/л сутки
Удельная скорость роста	μ	0,13 – 0,18 сут ⁻¹

Полученные культуры клеток содержат баккатин-III и паклитаксел

Женьшень *Panax sp.* и структура гинзенозидов - тритерпеновых гликозидов даммаранового ряда и гликозидов олеаноловой кислоты



Широко распространены



Биологическая активность:

Гинзенозид Rb1

Гипотензивный эффект

Седативное действие

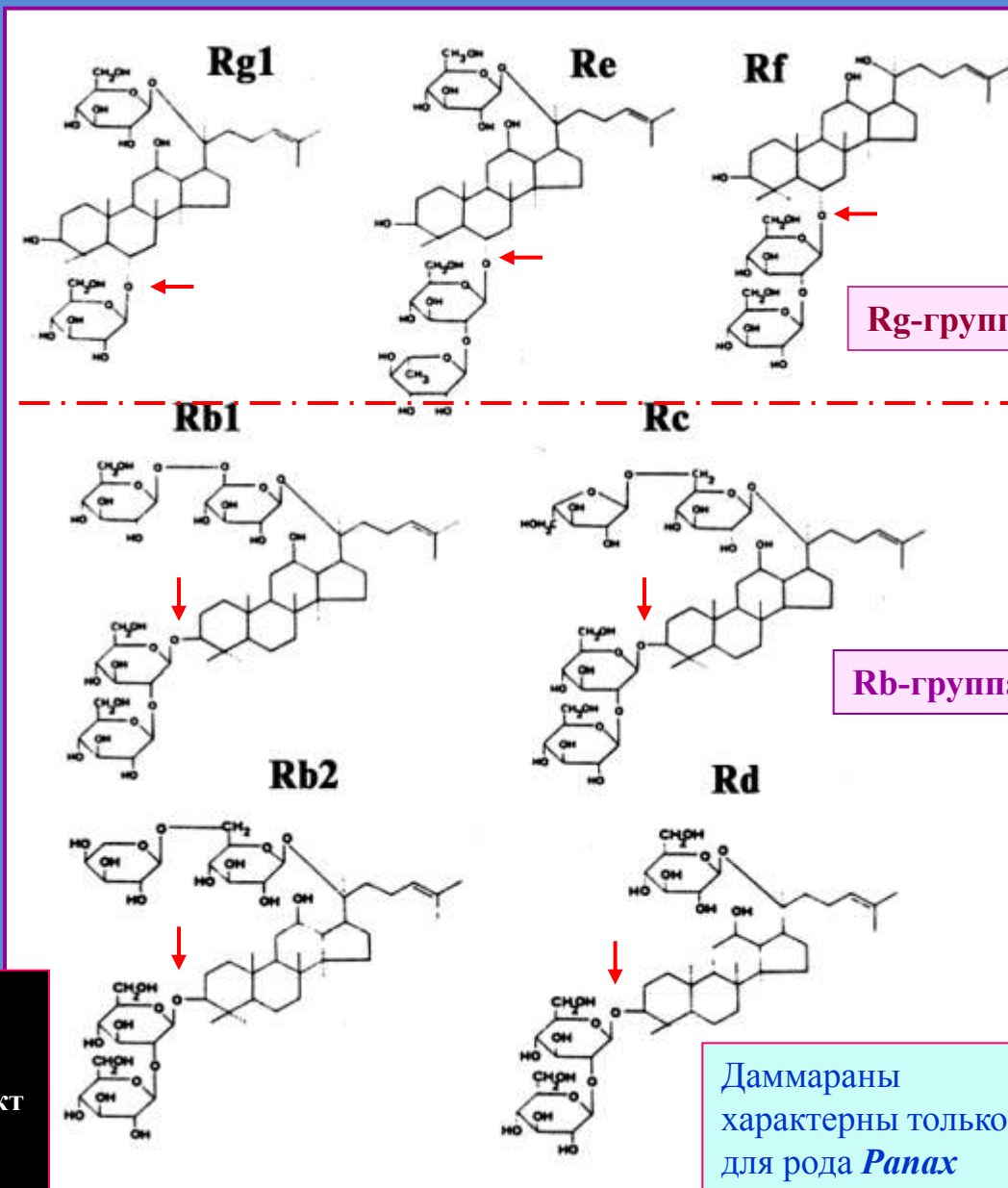
Антиконвульсант

Гинзенозид Rg1

Гипертензивный эффект

Активирует ЦНС

Активирует моторику

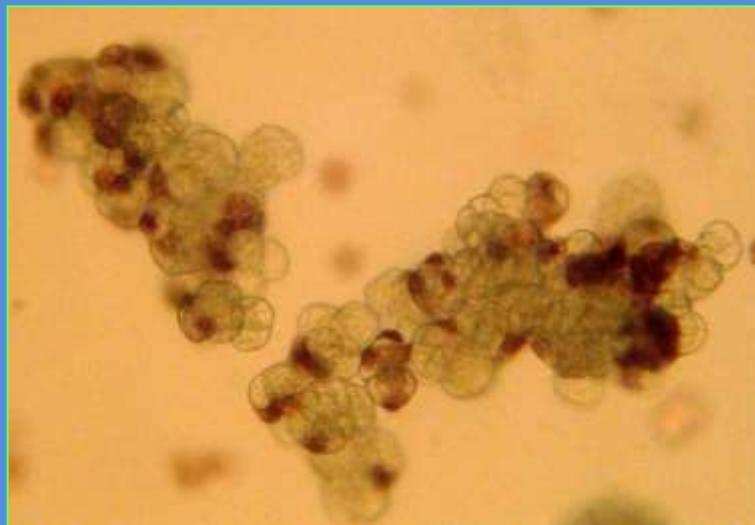


**Биореакторы промышленного объема и
получаемая биомасса культуры клеток
женьшеня**



Получение лекарственных препаратов и пищевых добавок на основе культур клеток высших растений

Совместно с НПФ «Биофармтокс» (С-Петербург) на основе биомассы культуры клеток полисиаса *Polyscias filicifolia* созданы нутрицевтики «Витагмал», «Трифитол», серия мазей «Витагмалин». Биомасса нарабатывается на установках Отдела биологии клетки ИФР РАН (биореакторы объемом 0,63 м³)

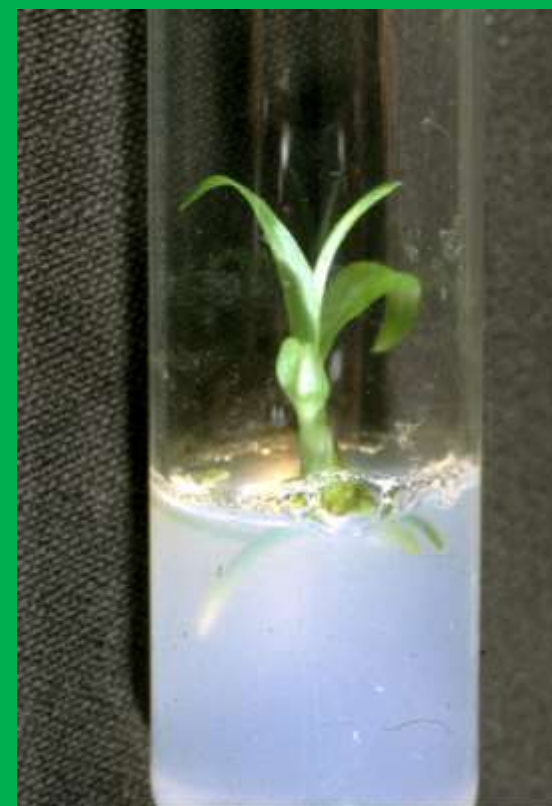


Глобальные вызовы



3. Сохранение биоразнообразия

**РАЗРАБОТКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ
ОСНОВ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
ГЕНОФОНДОВ РЕДКИХ И ИЗЧЕЗАЮЩИХ
ВИДОВ РАСТЕНИЙ**





Всероссийская коллекция культур клеток высших растений

В коллекции представлены как каллусные, так и суспензионные культуры клеток около 60 видов и 30 семейств в основном двудольных растений. Линии клеток поддерживаются как в каллусах, так и в суспензиях. Общее количество единиц хранения – 80.





смолевка узколистная

**Клетки растений
сохраняют
жизнеспособность в
течение 30000 лет**

**(в условиях вечной мерзлоты;
3-5 градусов ниже нуля)**

*Svetlana Yashina et al. (2012)
PNAS, V. 109, p. 4008-4013
Fruiting plants of Silene
stenophylla regenerated
from tissue of
fossil fruits.*

Растения после хранения при -196°C

Сохранение
ценных штаммов-
продуцентов
и исчезающих
видов
путем
криоконсервации



Орхидея



Диоскорея балканская
D. balcanica

После хранения при
 -196°C



Морфогенный каллус
диоскореи кавказской
D. caucasica

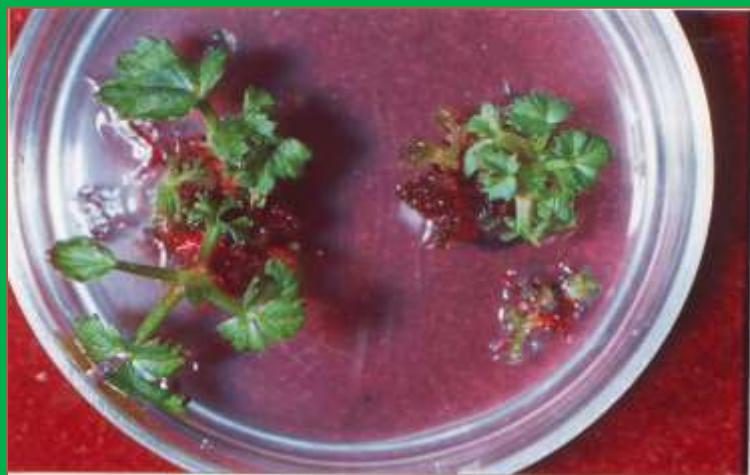


Роза сорта Peter
Frankenfeld

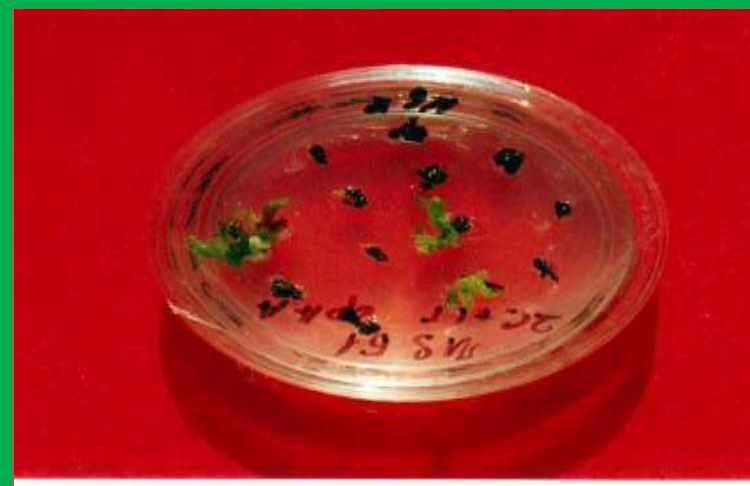
Криосохранение меристем ценных сортов декоративных и плодовых культур



Земляника после хранения при -196°С



Роза после хранения при -196°С





Орхидеи, выращенные из семян, хранившихся
в жидком азоте (-196°C)



Encyclia cochleata



Calanthe vestita

Глобальные вызовы



4. Сохранение окружающей среды

Теоретическая основа –
экологическая физиология растений

г. Апатиты, 2013 г. Саяны. Следы цивилизации





WHAT ARE THE SOURCES OF AIR POLLUTION?

Outdoor air pollution affects urban and rural areas and is caused by multiple factors:



Countries cannot tackle air pollution alone.
It is a global challenge we must all combat together.

CLEAN AIR FOR HEALTH

#AirPollution



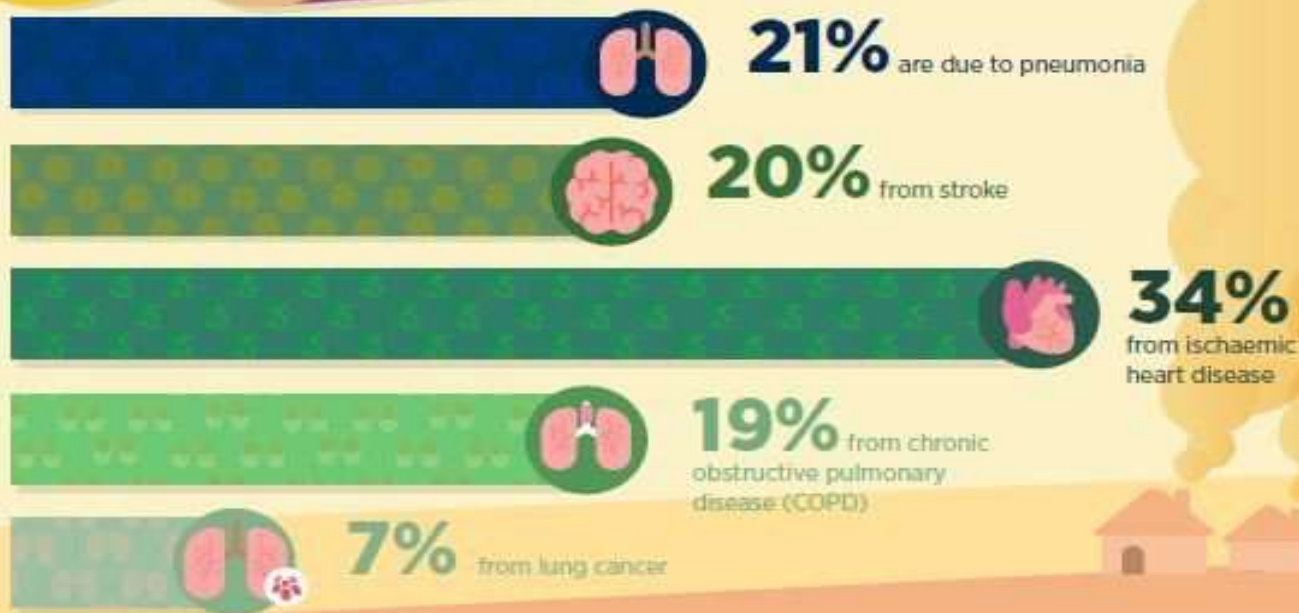
Загрязнение
воздуха – это
глобальная
проблема

DEATHS LINKED TO OUTDOOR AND HOUSEHOLD AIR POLLUTION



7 million people die prematurely every year from air pollution – both household and outdoor.

Among these deaths:



CLEAN AIR FOR HEALTH

#AirPollution

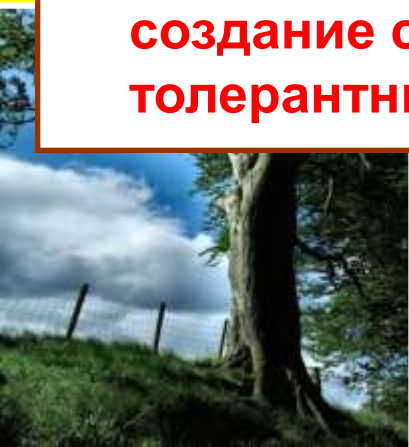


Физиология растений и глобальная экология



(1) Как ответят растения на катастрофически быстрые, с эволюционной точки зрения, почти мгновенные, изменения окружающей среды и климата?

(2) Механизмы выживания растений в экстремальных условиях и создание стресс-толерантных генотипов.



Глобальные вызовы



5. Поиск возобновляемых источников энергии

ЭНЕРГЕТИКА ТРАДИЦИОННАЯ

(уголь-нефть-газ, ядерное топливо, гидроэнергетика)

Запасы ископаемого топлива (81%) ограничены

Нефти хватит на 60 лет, газа на 55 лет, каменного угля на 175 лет

Добыча и сжигание ископаемого топлива нарушают глобальную экологию

**2050 г. 9.7 млрд чел,
2100- 11.2 млрд чел**

Потребление энергии в расчете на человека растёт быстрее роста численности населения

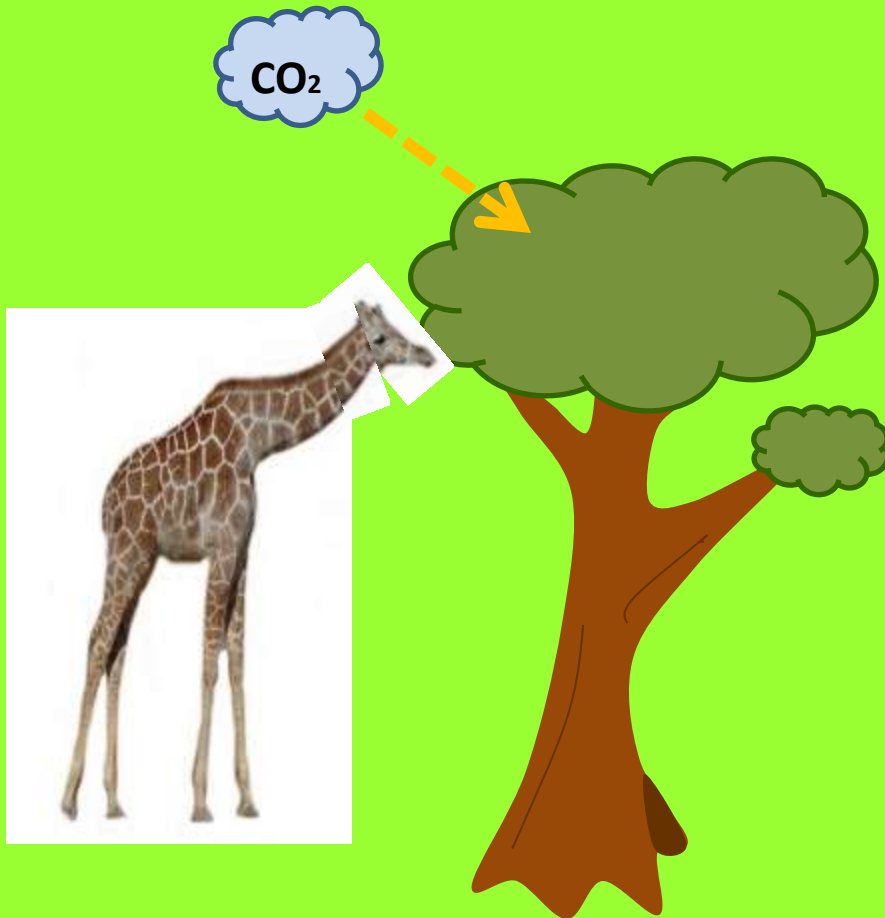


ЭНЕРГЕТИКА АЛЬТЕРНАТИВНАЯ

ветровая, геотермальная, на основе переработки биомассы, **солнечная энергетика** и другие виды.

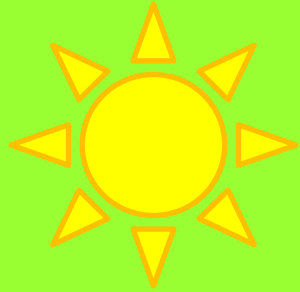


Растения производят основную часть химически запасенной энергии, которую мы используем в качестве топлива

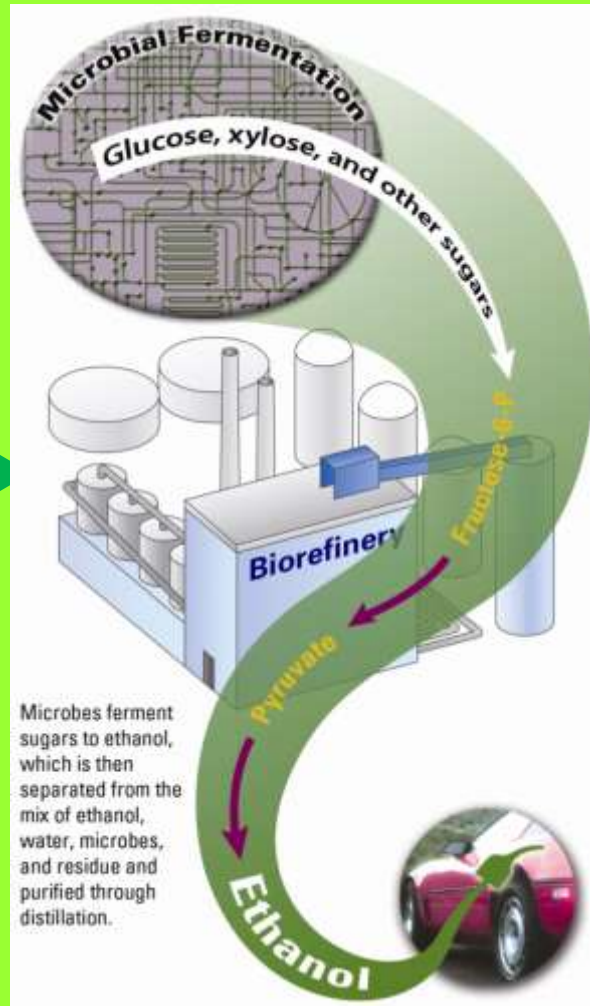


Растения превращают CO_2 в процессе **фотосинтеза** в сахара

Растения могут быть источником биотоплива (биоэтанол)



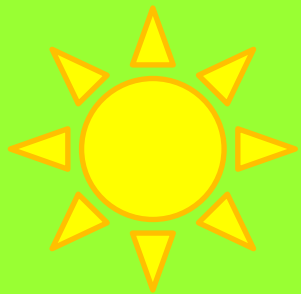
Солнечная энергия



Создание растений – суперпродуцентов изопрена

Сахара, крахмал и целлюлоза могут в процессе ферментации превращаться в этанол

Растения могут быть источником биодизеля



Биодизель получают из рапса, водорослей и сои, который заменяет традиционное дизельное топливо





Солнечная энергетика

Энергия солнечного света, падающая на нашу планету за 1 час, эквивалентна энергии, потребляемой человечеством за один год

1. Гелиоконцентраторы

2. Фотоэлементы

на основе полупроводников;
на основе органических полимеров, тонко-пленочные фотоэлементы;

на основе биологических пигментов





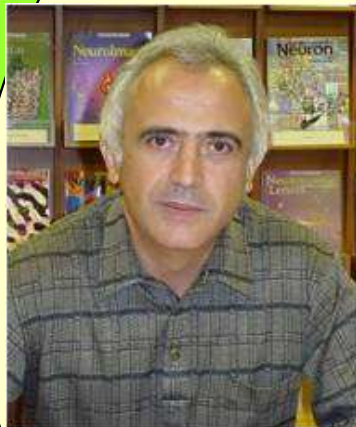
СЭС 34,7 МВт Япония



От природного фотосинтеза



к искусственным системам



С. Аллахвердиев

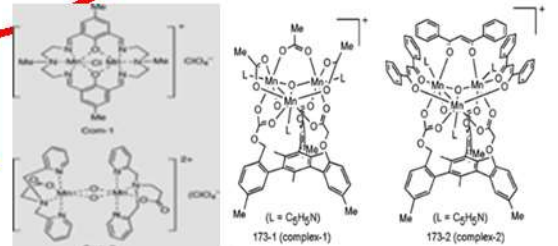
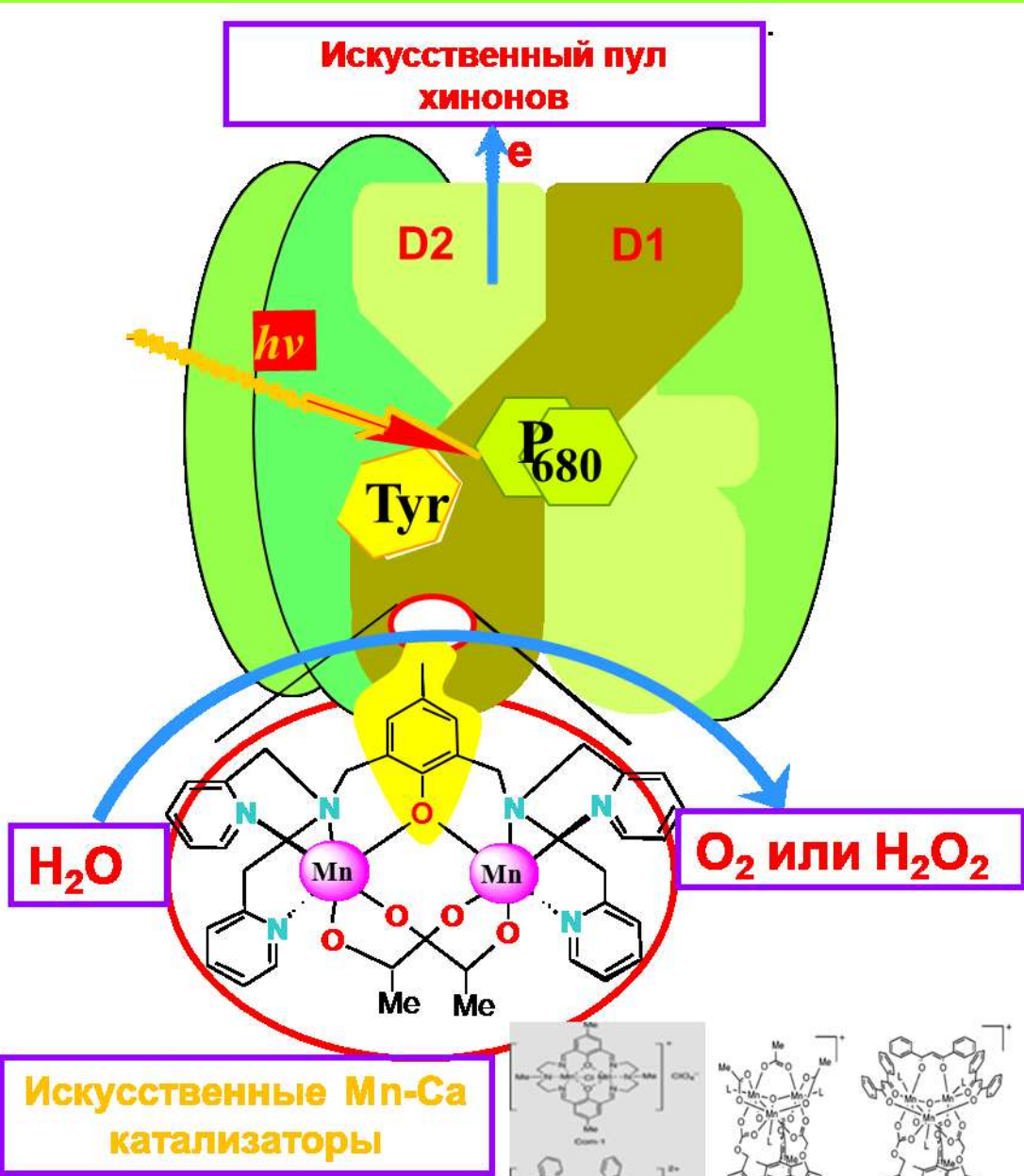
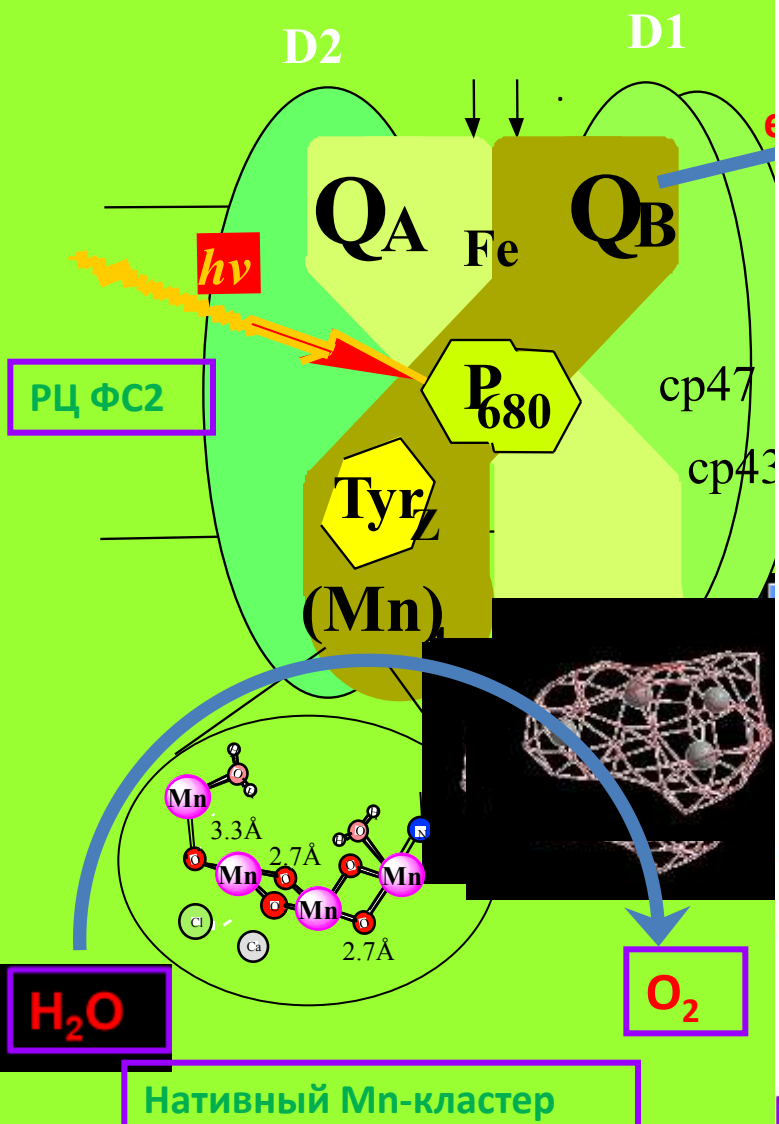
Биомолекулярная инженерия фотосинтетического аппарата растений

**Разработка новых
биомолекулярных устройств для
преобразования солнечной энергии**

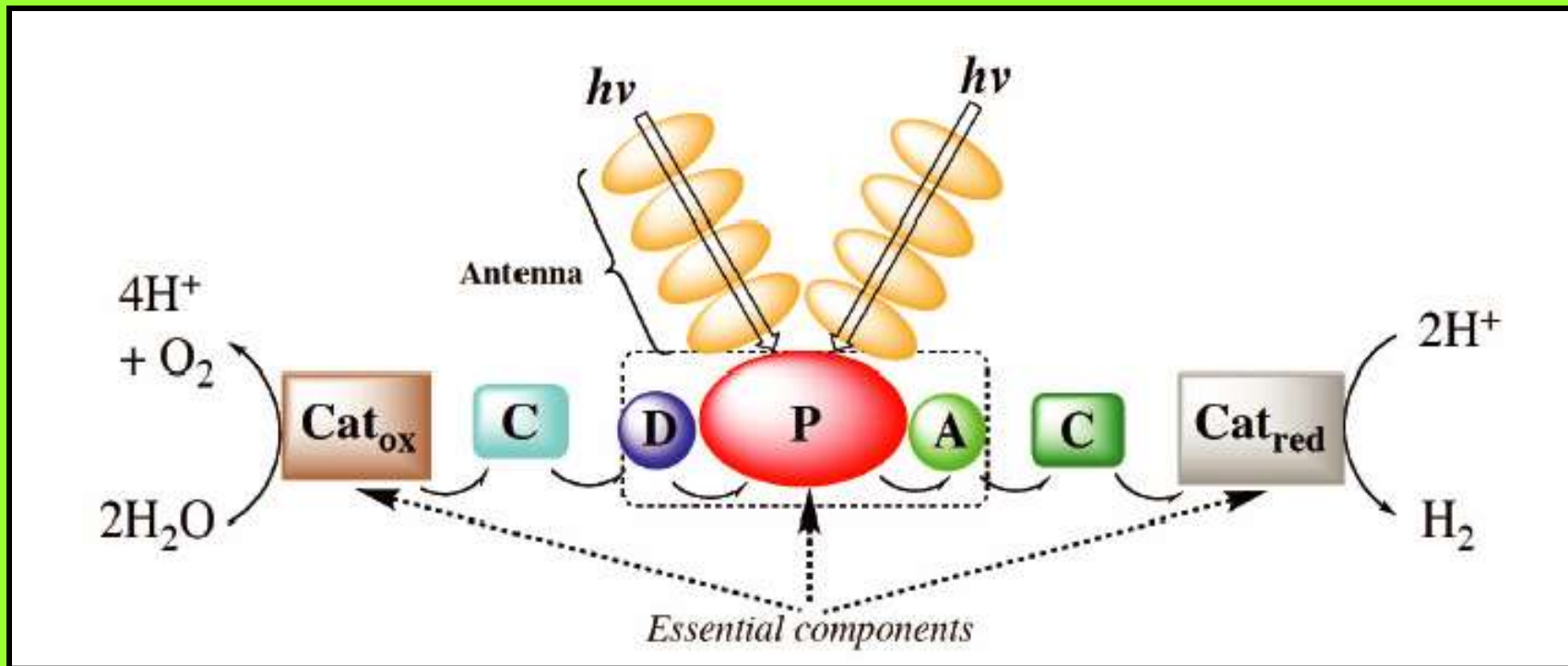
От природного фотосинтеза к



искусственному



Примерная модель, имитирующая работу ФС2, для получения молекулярного водорода из воды за счет энергии света на основе гибридных и полностью искусственных фотосинтезирующих систем



Искусственная система для выделения водорода. Светособирающий комплекс (антенна), P, фотосенсибилизатор; A, Акцептор электрона; D, донор электрона; C, переносчик электрона; Cat_{ox} , катализатор для окисления воды; Cat_{red} , катализатор для восстановления протонов H^+ .



БОРЬБА С ГОЛОДОМ

БОРЬБА С БОЛЕЗНЯМИ

СОХРАНЕНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Физиология растений является фундаментальной основой агрономии, экологии и современных фитобиотехнологий и вовлекается в решение глобальных общечеловеческих проблем

СОЗДАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

ЭКОНОМНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕСНОЙ ВОДЫ

СОХРАНЕНИЕ ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ



Спасибо за внимание

**Институт физиологии растений
им. К.А. Тимирязева РАН**

**Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова**

**Персональная благодарность
проф. А.М. Носову,
проф. С. Аллахвердиеву,
к.б.н. И.Н. Кузовкиной
за любезно предоставленные
слайды**





Food and Chemical Toxicology

journal homepage:

www.elsevier.com/locate/foodchemtox



Seralini, G.-E., et al. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-Tolerant genetically modified maize.

Food Chem. Toxicol. (2012),

<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.005>

Gilles-Eric Seralini a,†, Emilie Clair a, Robin Mesnage a, Steeve Gress a, Nicolas Defarge a, Manuela Malatesta b, Didier Hennequin c, Jolι Spiroux de Vendϕmois a
a **University of Caen**, Institute of Biology, CRIIGEN and Risk Pole, MRSH-CNRS, EA 2608, Esplanade de la Paix, Caen Cedex 14032, **France**

b **University of Verona**, Department of Neurological, Neuropsychological, Morphological and Motor Sciences, **Verona 37134, Italy**

c University of Caen, UR ABTE, EA 4651, Bd Marϕchal Juin, Caen Cedex 14032, **France**

Maize R-tolerant NK603
(Monsanto Corp., USA)

Seralini, G.-E., et al. Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-Tolerant genetically modified maize. *Food Chem. Toxicol.* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2012.08.005>

