



**РНФ**  
Российский  
научный фонд



# Генетические ресурсы растений и освоение Арктики (продовольственная безопасность, здоровье, новые ресурсы)



**Заварзин Алексей Алексеевич**  
**07.06.2023 г.**

**Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт генетических ресурсов растений  
им. Н.И. Вавилова**

1. Биологическое разнообразие, генетика, генетические ресурсы

2. Генетические ресурсы растений в арктической зоне и для арктической зоны

3. Возможности и перспективы



# Биологическое разнообразие

**Генетическое разнообразие** - внутривидовое разнообразие - изменчивость особей. Связано с тем, что особи обладают незначительно отличающимися генами – участками хромосом, которые кодируют определенные белки.

**Видовое разнообразие** - разнообразие живых организмов (растений, животных, грибов и микроорганизмов).

**Разнообразие экосистем** охватывает различия между типами экосистем, разнообразием сред обитания и экологических процессов.





# Генетическое разнообразие



*Gallus gallus* L.

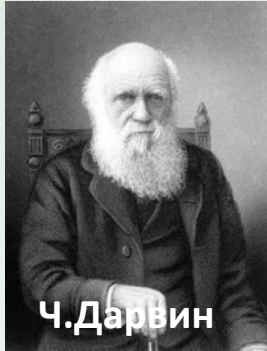
*Solanum lycopersicum* L. →

← *Cucurbita pepo* L.

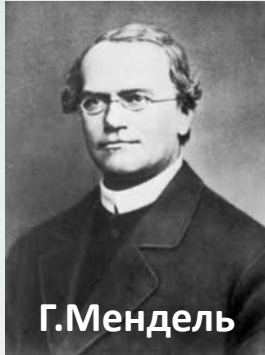




# Генетика – наука XX, XXI, XXII и далее веков



Ч.Дарвин



Г.Мендель



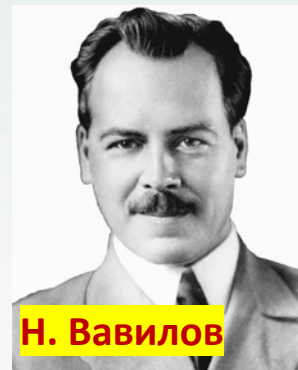
Г. де Фриз



У. Бэтсон



Т.Морган



Н. Вавилов



И.Раппопорт



Ф.Крик  
Д.Уотсон



Д.Дудна Э.Шарпантье

1842 – Чарльз Дарвин - «Происхождение видов»

1865 – Грегор Мендель - Опыты с горохом

1900 – переоткрытие законов Менделя – **рождение Генетики**

1905 – Уильям Бэтсон - **термин «Генетика»**

1907 – Томас Морган - **теория гена**

1920 – Николай Вавилов - **закон гомологических рядов**

1925-27 – открыт радиационный **мутагенез**

1935 – экспериментально определен размера гена

1943 – открыт химический мутагенез

1953 – расшифрована **структура молекулы ДНК**

1961 – расшифрован **генетический код**

1962 - первое клонирование лягушки

1969 – проведен химический синтез первого гена

1972 – **рождение генной инженерии**

1977 – расшифрован **первый ген человека**

1980 – получена **первая трансгенная мышь**

1997 – **клонирована овца**

1999 – клонированы мышь и корова

2000 – **прочитан геном человека**

2005 – клонирована собака

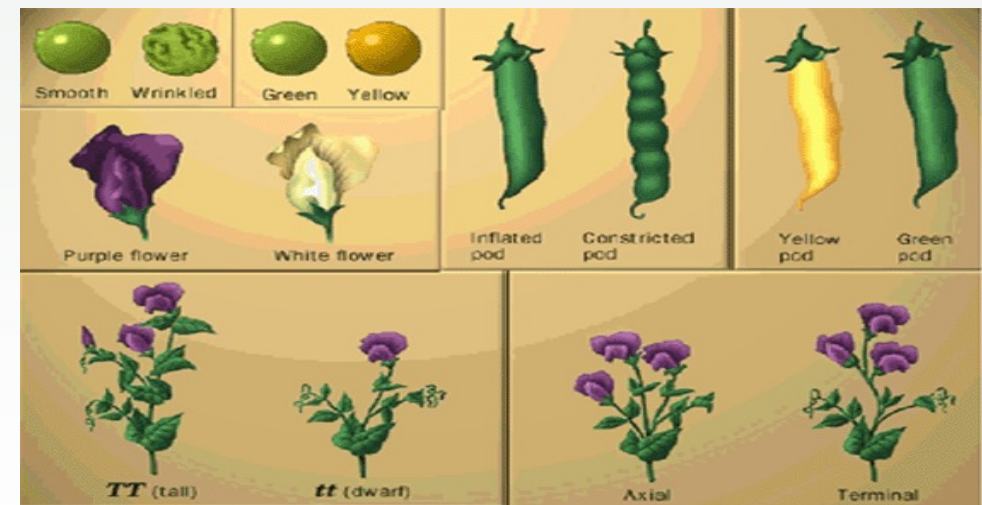
2012 – открыт **CRISPR/Cas направленный мутагенез**

2020 – прочитан **геном пшеницы**

202.. – ....

# Наследственность

Наследственность – свойство организма сохранять и передавать какой-либо признак от родителей потомку.





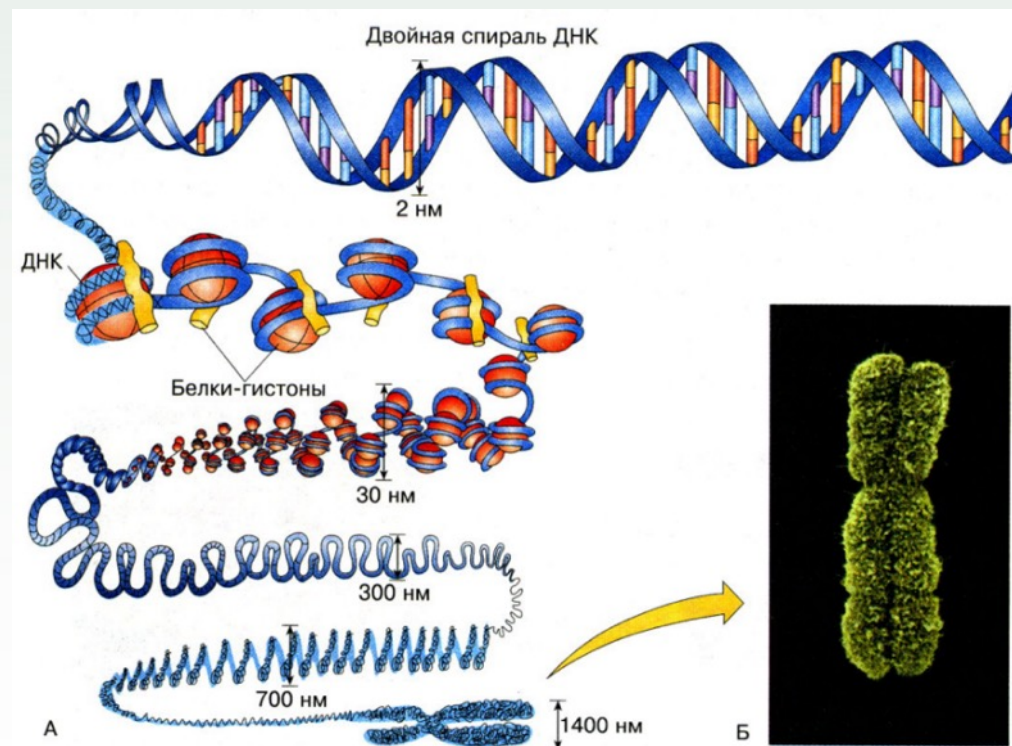
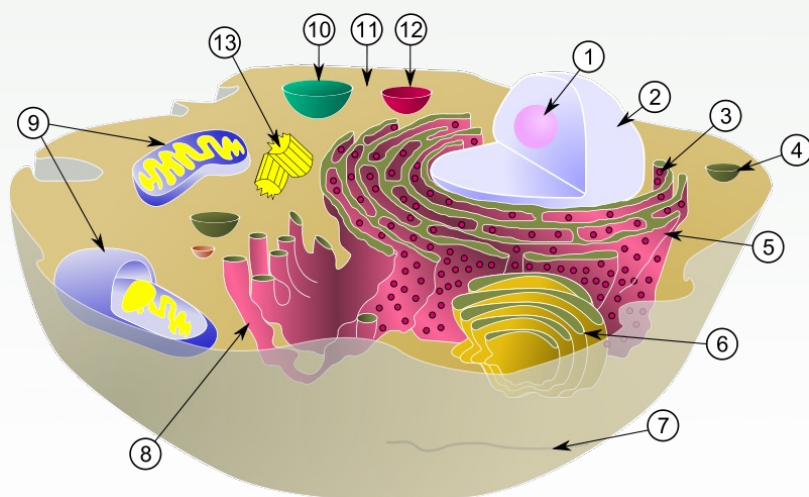
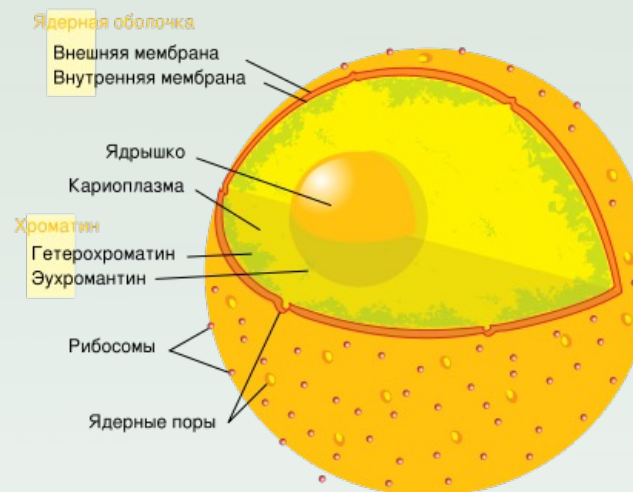
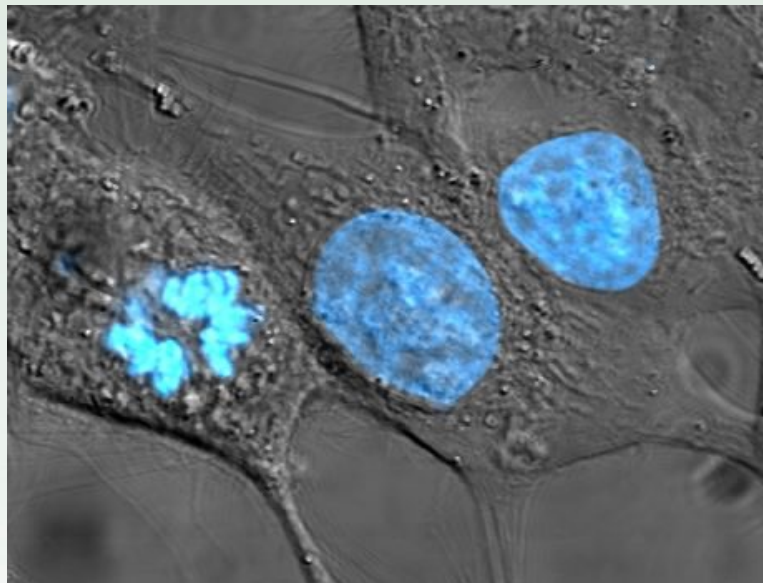
# Изменчивость

Изменчивость – свойство организма приобретать какие-либо новые признаки, отличные от родительских

- Средовая (ненаследственная) является результатом реагирования организма на условия окружающей среды
- Генетическая (наследственная) – изменение в наследственном материале.

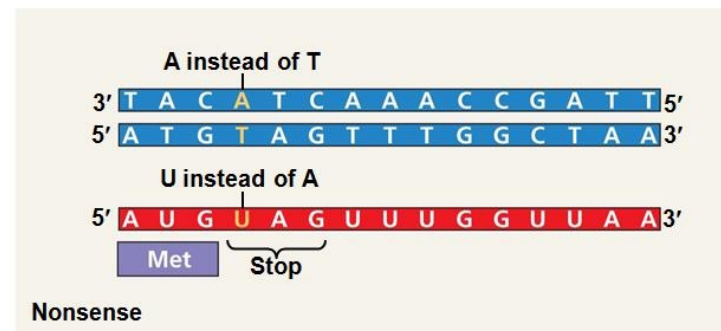
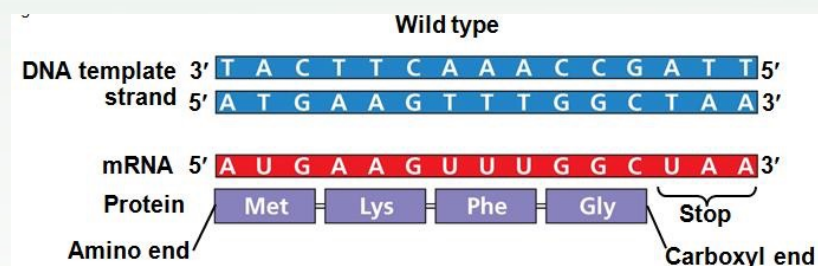
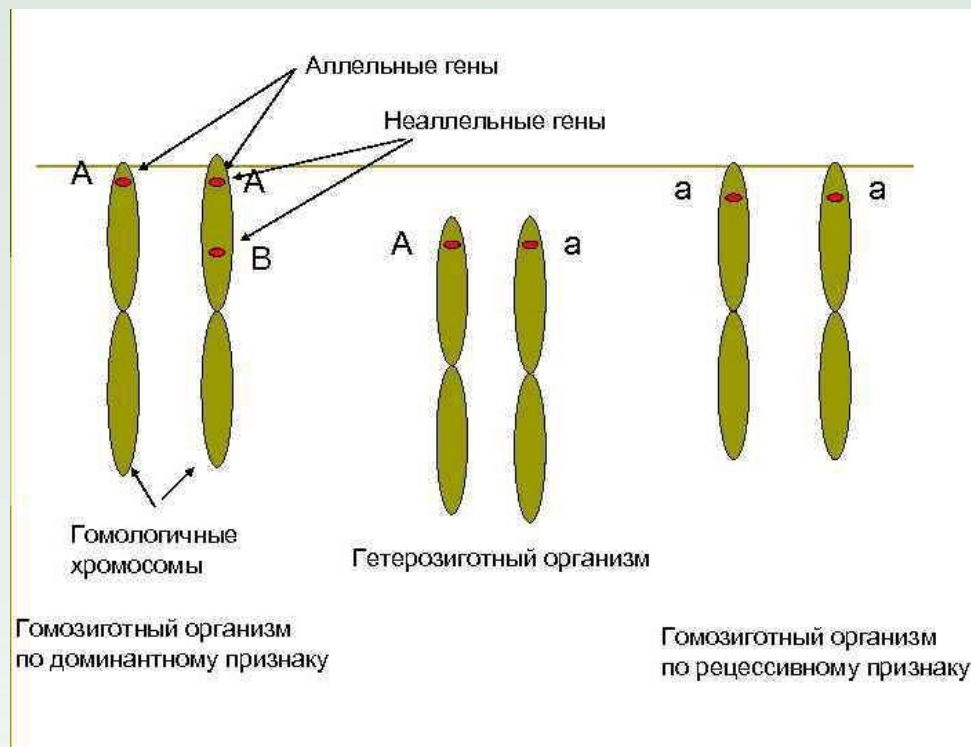
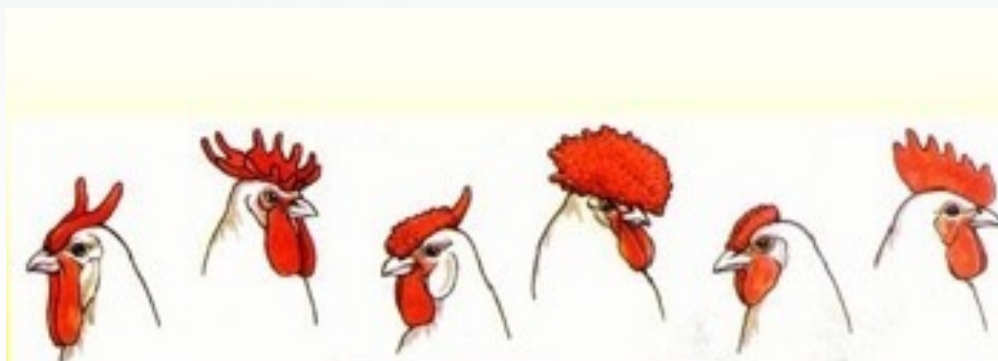


# Материальные носители: клетки, хромосомы, ДНК





# Наследственная изменчивость – комбинаторная и мутационная – материал для отбора



# Генетика – наука XX, XXI, XXII и далее веков



Г.Мендель



Н. Вавилов

1842 – Чарльз Дарвин - «Происхождение видов»

1865 – Грегор Мендель - Опыты с горохом

1900 – переоткрытие законов Менделя (**ЗАКОНЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ**)

1905 – Уильям Бэтсон - термин «Генетика»

1907 – Томас Морган - теория гена

1920 – Николай Вавилов - **закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (ЗАКОН ИЗМЕНЧИВОСТИ)**

1925-27 – открыт радиационный мутагенез

1935 – экспериментально определен размера гена

1943 – открыт химический мутагенез

1953 – расшифрована структура молекулы ДНК

1961 – расшифрован генетического кода

1962 - первое клонирование лягушки

1969 – проведен химический синтез первого гена

1972 – рождение генной инженерии

1977 – расшифрован первый ген человека

1980 – получена первая трансгенная мышь

1997 – клонирована овца

1999 – клонированы мышь и корова

2000 – прочитан геном человека

2005 – клонирована собака

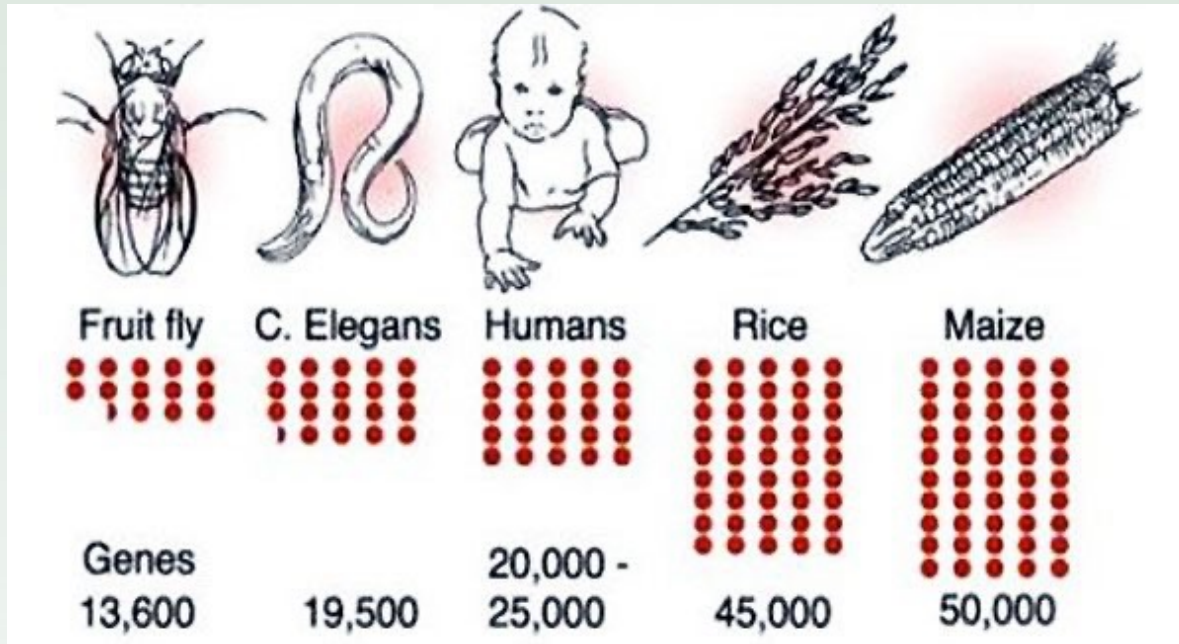
2012 – открыт CRISPR/Cas направленный мутагенез

2020 – прочитан геном пшеницы





# Размеры геномов



По примерному количеству генов



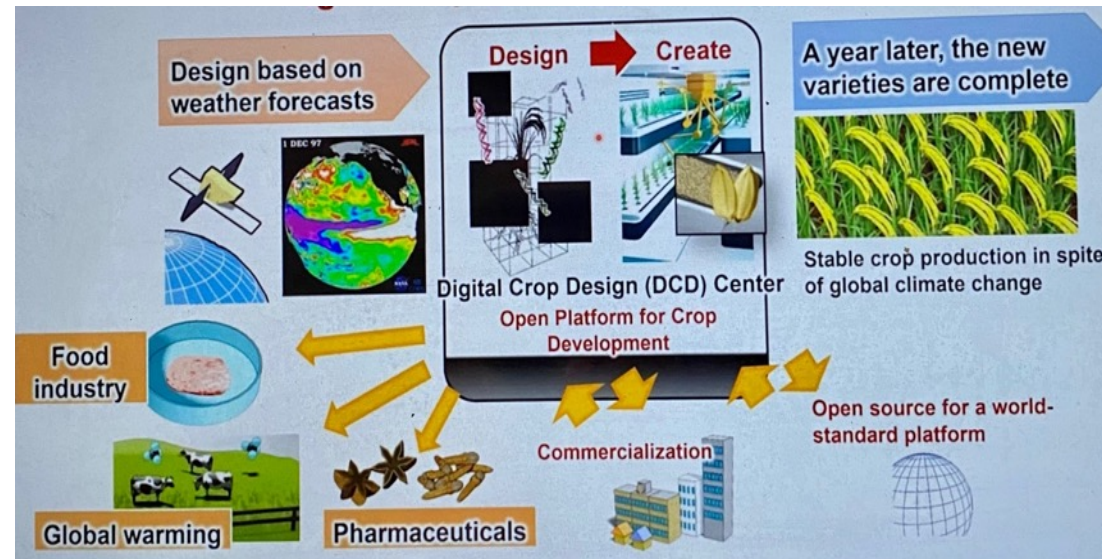
По количеству пар оснований



# Оксигенные фотоавтотрофы

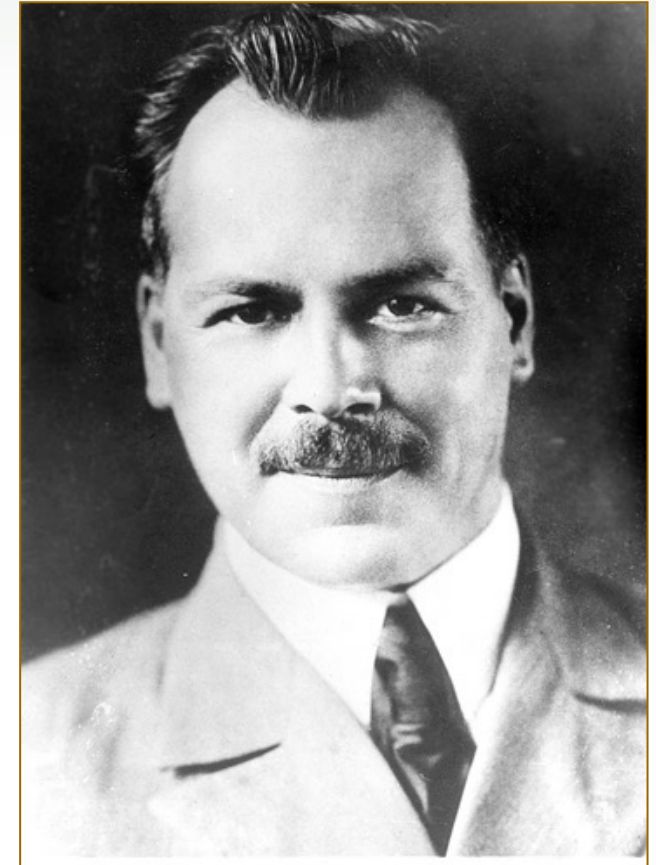
## – РАСТЕНИЯ

- Появление человека
- Возникновение цивилизаций
- Существование сегодня
- Перспективы для будущего





# Центры происхождения культурных растений



Николай  
Иванович  
Вавилов  
(1887—1943)



# Доместикация и цивилизация

## Очаги древних цивилизаций

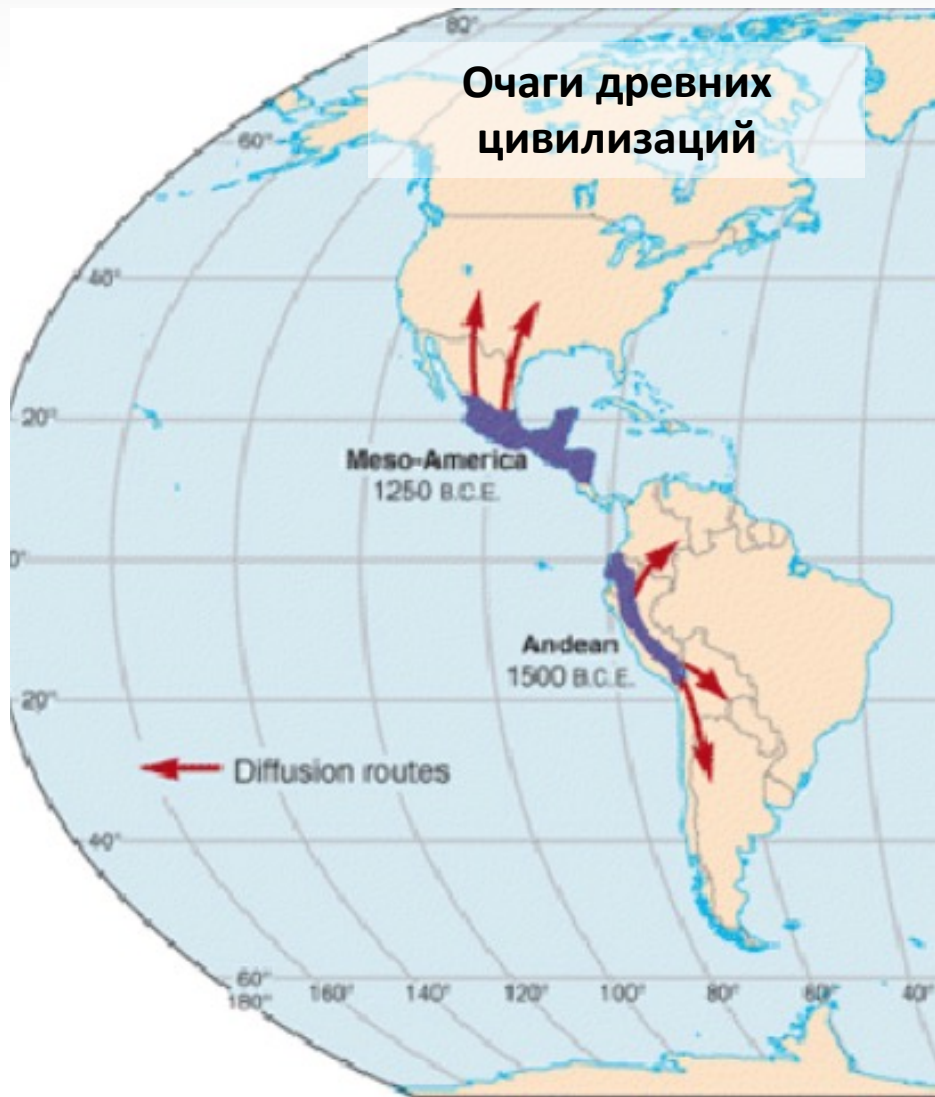




# Доместикация и цивилизация



# Доместикация и цивилизация





## Растения человеку

Продукты питания для человека и корм для животных

Сырье для промышленности и хозяйственной деятельности

Лекарственные средства и сырье для получения медицинских препаратов

Декоративное озеленение и улучшение качества среды обитания

Сохранение и улучшении окружающей среды





# Лен



**Семена**



**Волокно**



**Костра**



# Продукты питания и корма



## Декоративный лен



# Сырье для промышленности

## Лекарства и косметика



гамма-линоленовая  
кислота



## Краски и лаки



## Разные ткани



## Полимеры

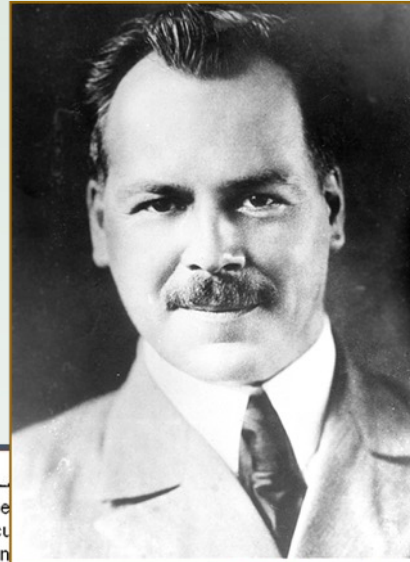


## Композиты

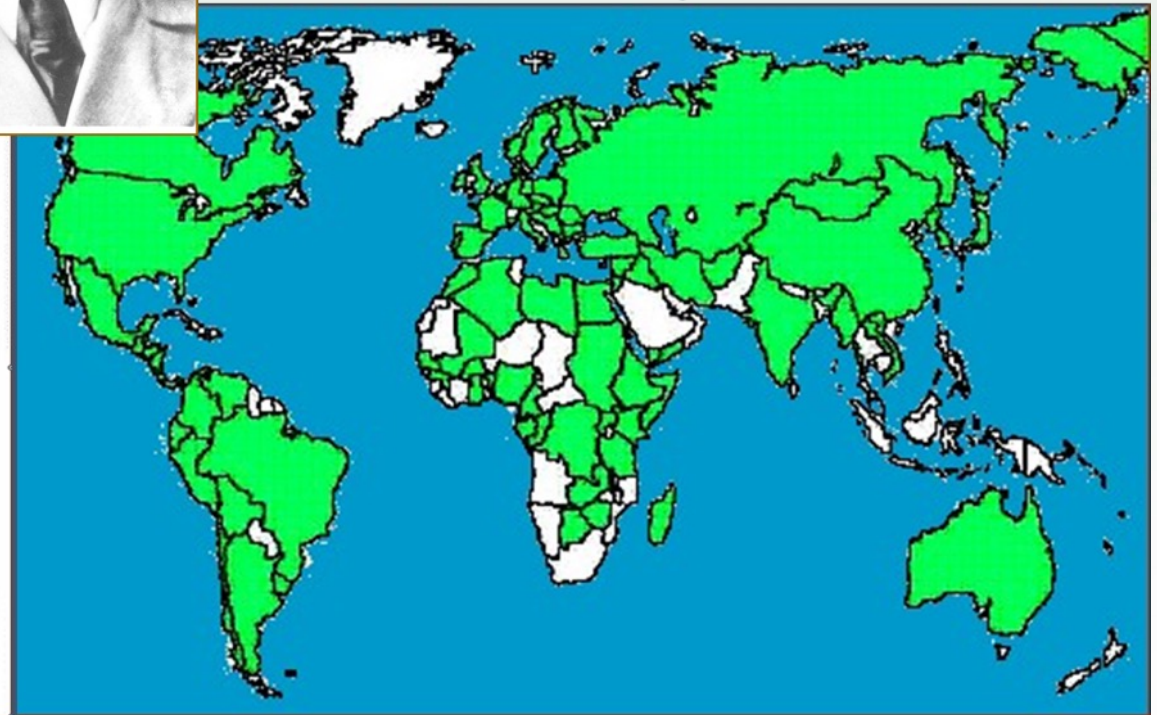
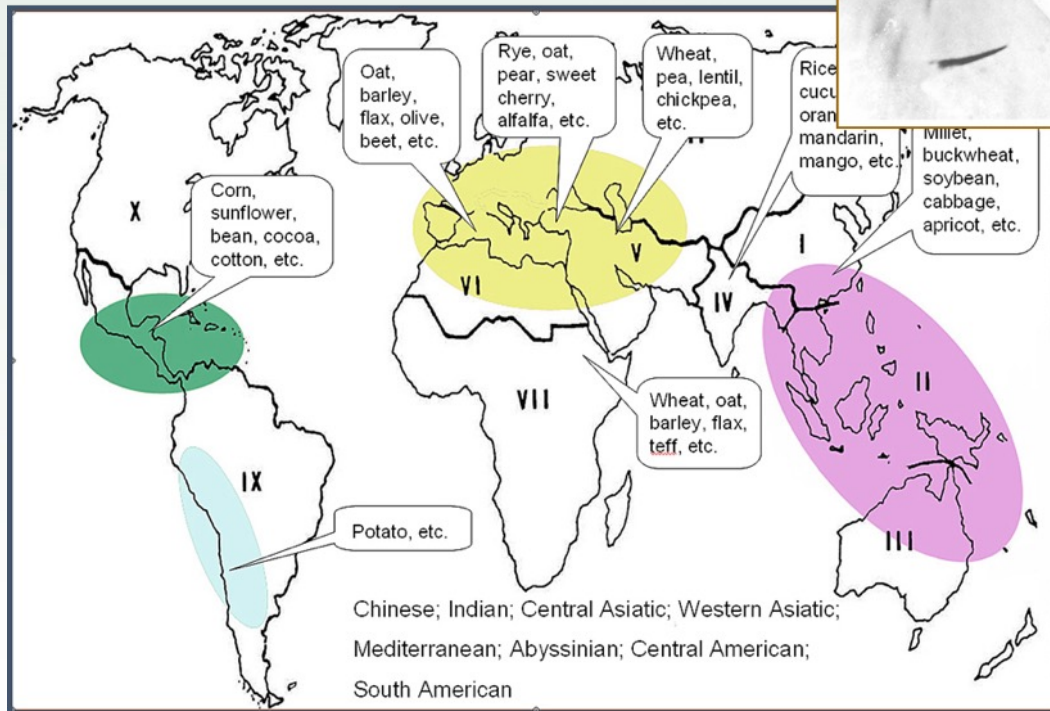


# Зачем «собирать гены»?

Центры происхождения культурных растений,  
открытые  
Н.И.Вавиловым



Территории сбора культурных растений и их диких родичей,  
составляющих коллекцию  
ВИР

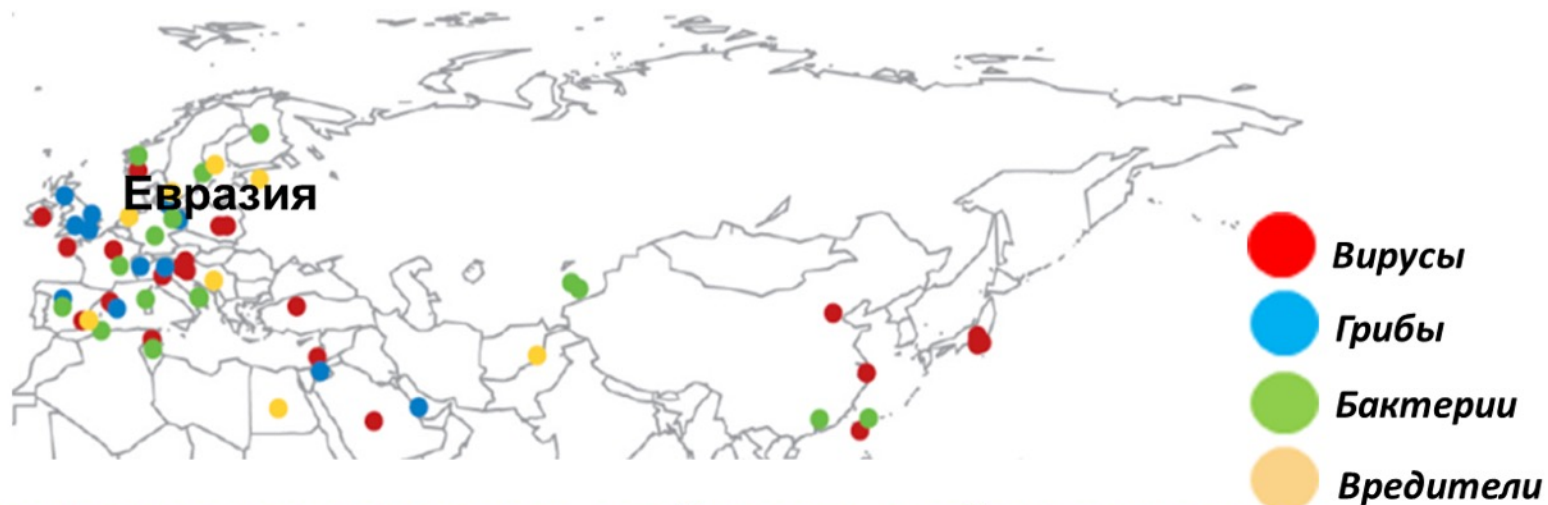




# Чтобы постоянно вести селекцию

## Данные о расширении ареала распространения патогенов

Annu Rev Phytopathol 2015



■ Существующие сорта могут терять устойчивость к заболеваниям из-за появления новых рас фитопатогенов.

■ Сорта должны быть адаптированы к меняющимся климатическим условиям.

■ Нужны сорта, соответствующие новым запросам потребителя (например, функциональное и диетическое питание, переработка в продукцию с высокой добавленной стоимостью и т.д.).

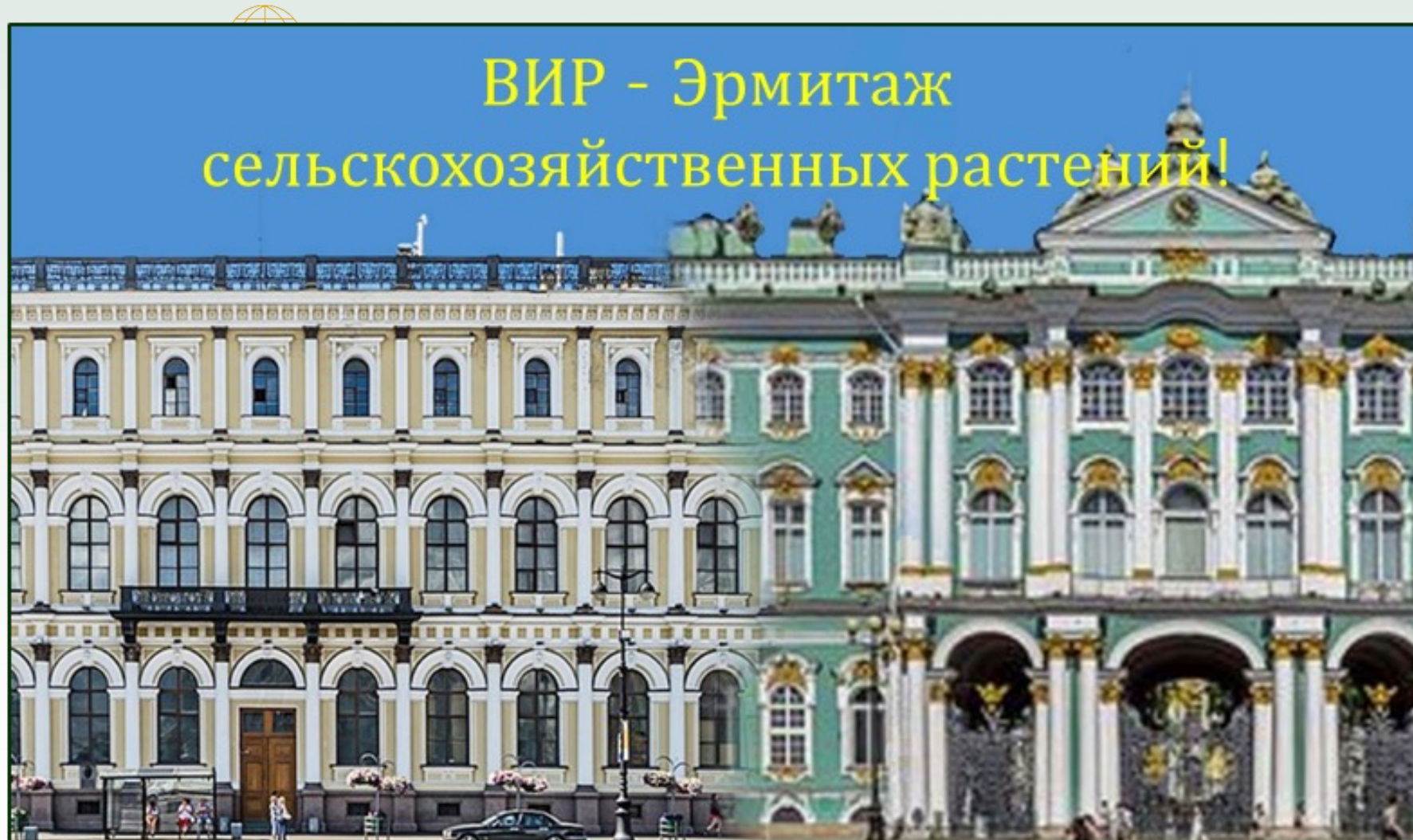


«Российские ученые вырастили в Арктике дыни и арбузы».





**Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) - первый генбанк в мире**





# Национальное достояние



12 методических лабораторий



опытные и селекционные станции



9 отделов генетических ресурсов растений



генетика



биотехнология

физиология

биохимия



семеноводство



молекулярная биология



постгеномные технологии



Свыше 320 тысяч образцов, более 1,2 миллионов единиц хранения и изучения

Стоимость коллекции по оценке ФАО  
>10 триллионов долларов

- В ВИР ведется масштабное изучение коллекции в разных эколого-географических зонах (> 20 тыс. образцов в год).

- Оценочные данные (ОД) в результате многолетних исследований.
- Каталоги ВИР (1000), на основе которых селекционеры выбирают образцы и заказывают их из ВИР для своей работы.

Мобилизация

целевой поиск и сбор генетических ресурсов экономически важных растений

долгосрочное сохранение генетических ресурсов культурных растений и совершенствование технологий хранения и поддержания генетических ресурсов растений

Сохранение

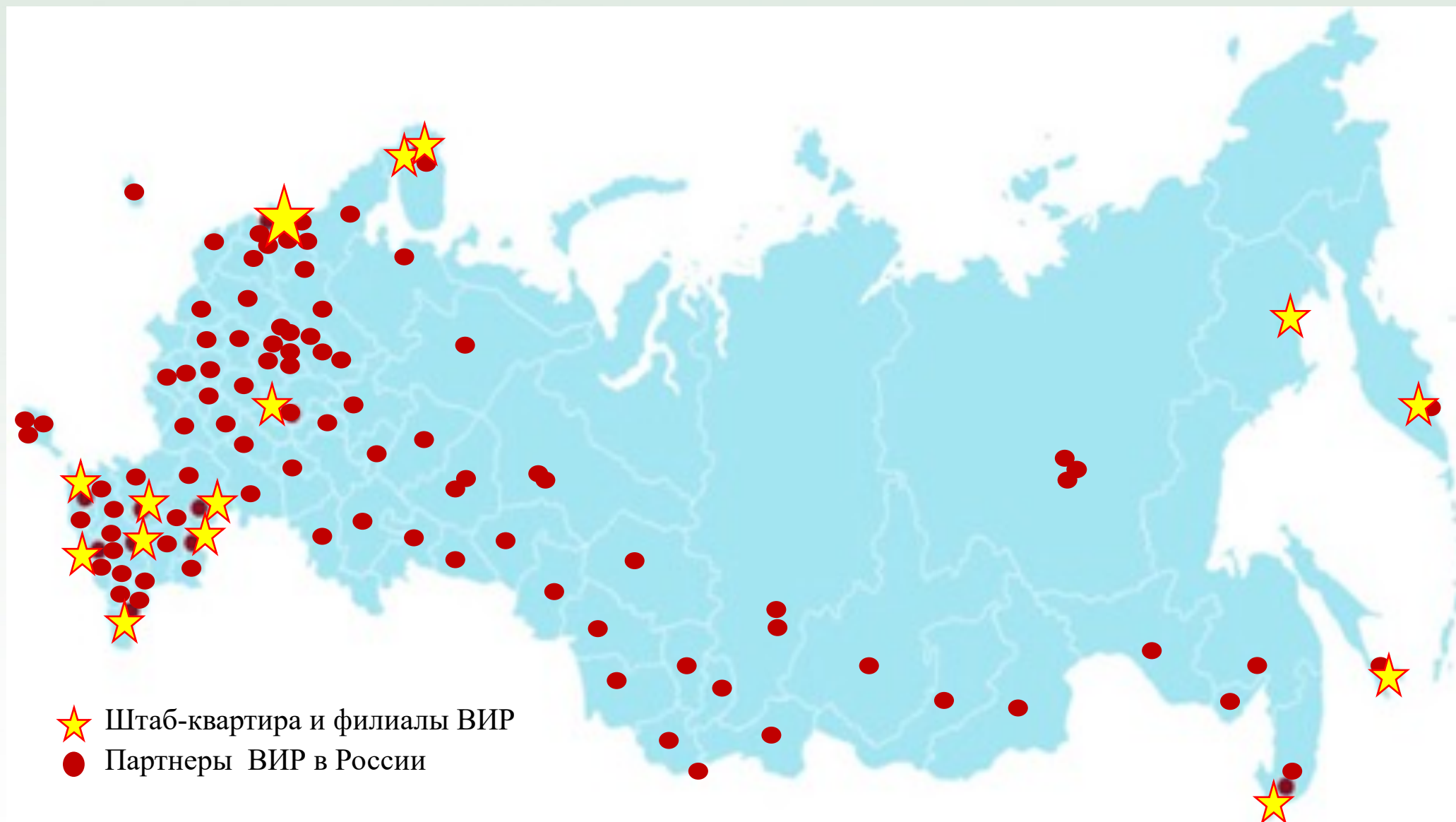
Изучение

комплексные исследования генетических ресурсов растений и выявление нового генетического материала для эффективной и адаптивной селекции; фундаментальные и прикладные исследования мирового разнообразия генетических ресурсов растений

разработка принципов и технологий улучшения приоритетных культур, создание коллекций генов и доноров, молекулярная селекция

Использование

# Институт, над которым не заходит солнце





# Пример многоуровневого структурирования коллекции

Пшеница, эгилопсы,  
тритикале – ок.50тыс.



Картофель – ок.8 тыс.



Масличные и  
прядильные  
культуры –  
ок.29 тыс.



Овощные и бахчевые  
– ок.52 тыс.



Зернобобовые – ок.47 тыс.



Многолетние  
кормовые  
травы  
– ок.32 тыс.



Плодовые – ок.22 тыс.



Крупяные – ок.49 тыс.



Овёс, рожь, ячмень – ок.37 тыс.



## Структурирование коллекции пшеницы

**Коллекция зерновых злаков**  
Всего 90747 образцов



**Коллекция пшеницы**





# Технологии *ex situ* сохранения генетических ресурсов растений



Крио –196°C



Многолетние  
насаждения



Поддержание  
всхожести семян



Для размножаемых  
семенами

in vitro



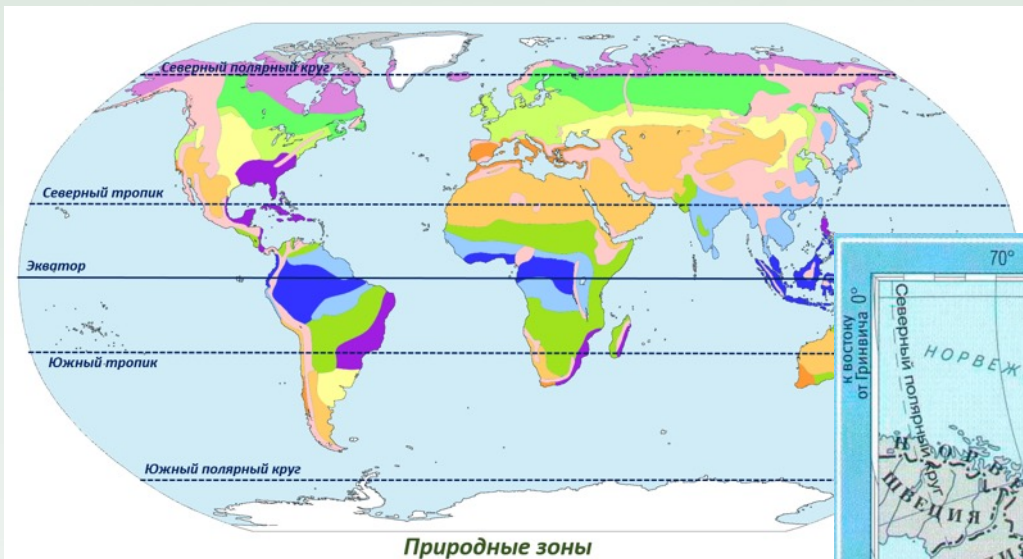
Для  
размножаемых  
вегетативно

Генетический банк семян  
+4/+8°C  
-10/-18°C





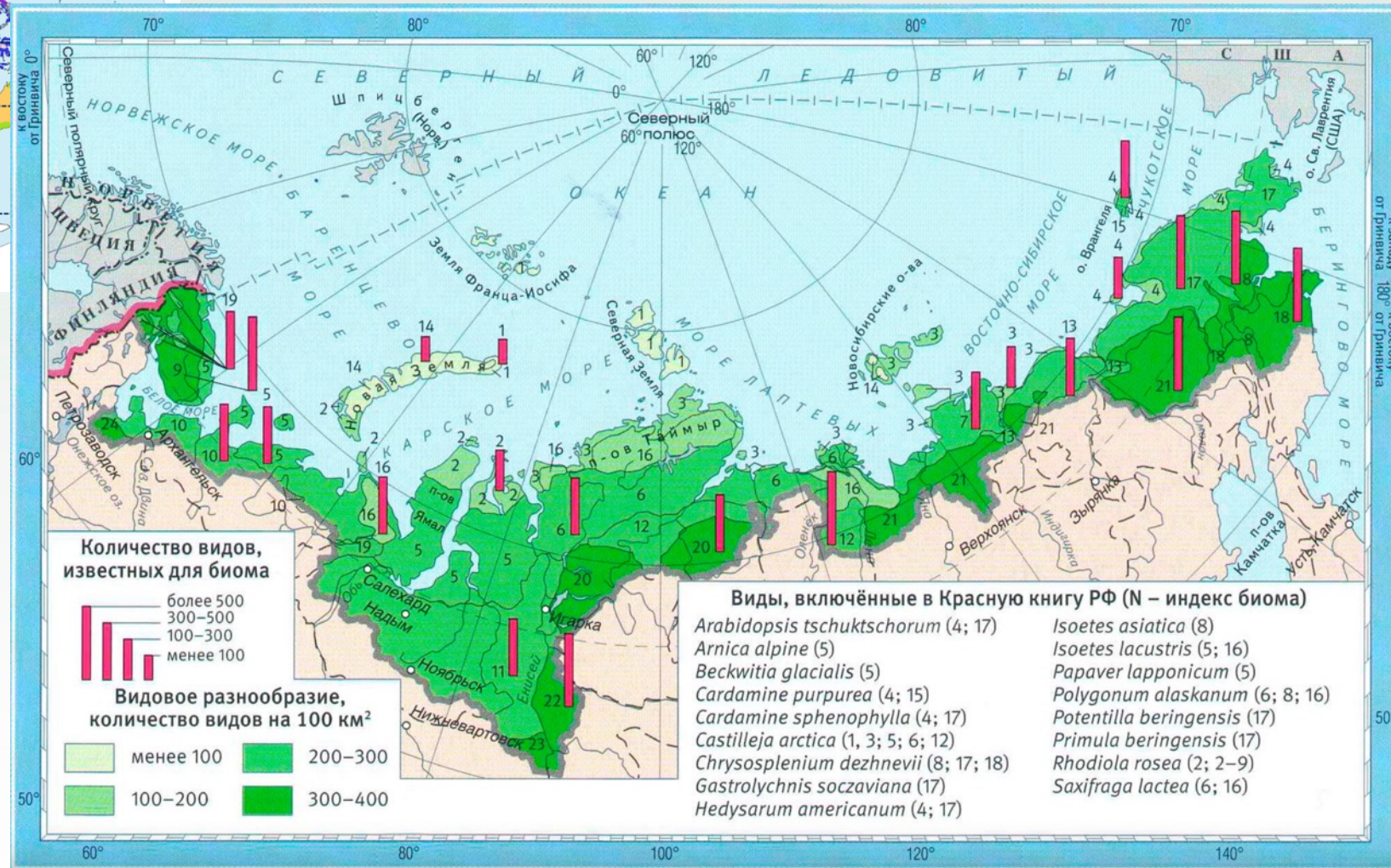
# Генетические ресурсы растений арктической зоны



Мировая флора – > 250 000  
видов

Флора арктической и  
субарктической территории  
России – 1 691 вид:

- тундры - 764 вида
- заход и бореальных лесов - 526 видов





# XX век - освоение Арктической зоны



А. П. Карпинский.

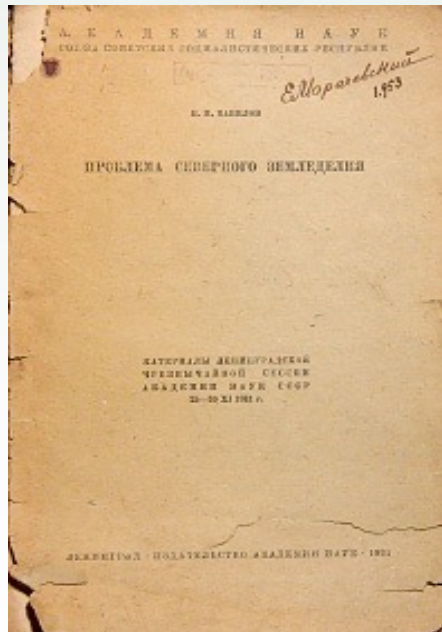


Ю. М. Шокальский.



А. Е. Ферсман

- На суше же разворачивала исследовательскую деятельность Северная научно-промысловая экспедиция. В 1925 г. Северная научно-промысловая экспедиция была преобразована в Институт по изучению Севера при ВСНХ СССР, впоследствии Арктический научно-исследовательский институт.



«... Мы отберем все нужное. Возьмем все, что природа прятала от нас тысячелетиями. Мы сместим зоны культурных растений на восток и Крайний Север, заставим плодородные, но сейчас пустынные земли подчиняться нашим планам...».  
Н.Вавилов



# 100 лет Полярной Опытной Станции ВИР - ПОСВИР



- ✓ Выращивание овощей и зелени в открытом и защищённом грунте
- ✓ Картофелеводство и кормопроизводство
- ✓ Окультуривание северных почв, осушение торфяников под экспериментальные участки и производство

- ✓ Агrobiохимия, агротехника и защита растений
- ✓ Выведение сортов для севера
- ✓ Исследования приспособленности растений



*Н.И. Вавилов на ПОС ВИР 1936 год*



# Факторы продвижения растениеводства на север



- Рост численности населения северных регионов (разработка месторождений, развитие инфраструктуры и другие проекты).
- Задачи обеспечения населения северных регионов России свежей сельскохозяйственной продукцией.
- Продовольственная безопасность/независимость северных регионов от более южных.
- Мировой кризис перенаселения как «двигатель» северного растениеводства.
- Глобальное изменение климата.



# Проблемы развития северного растениеводства



## 1. Почвенно-климатические условия

- Низкие среднесуточные температуры и короткий вегетационный период
- Отсутствие плодородного слоя почвы, сильная заволауненность
- Длинный полярный день

## 2. Изменения в фитосанитарном состоянии экосистемы

## 3. Задача соблюдения баланса между искусственными (сельскохозяйственные системы) и естественными экосистемами

## 4. Отсутствие материально-технической сельскохозяйственной и кадровой базы





# Пути решения проблемы «осеверения» растениеводства

- Введение в ассортимент новых сельскохозяйственных культур, пригодных для выращивания на севере
- Введение новых сортов традиционных сельскохозяйственных культур, адаптированных к экстремальным условиям Севера и имеющих высокие продуктивные свойства: как интродуцированные сорта, так и сорта полученные на местной селекционной базе
- Создание новых технологий выращивания сельскохозяйственных культур, внедрение новой техники, агротехнических приемов.





# Пути решения проблемы «осеверения» растениеводства

- Пропаганда научных разработок для населения и сельскохозяйственных предприятий (семинары, выставки, статьи, лекции, консультации специалистов)
- Создание малых и средних предприятий сельскохозяйственного направления (СОТ, сельскохозяйственные кооперативы, частные владения)
- Оптимизация рынка сбыта северной сельскохозяйственной продукции

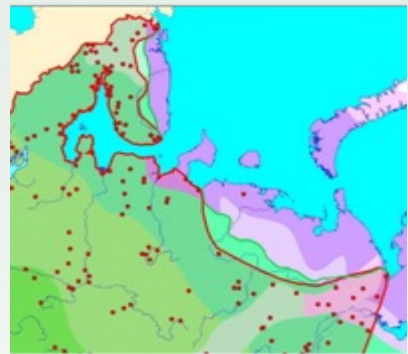




# ВИР в Арктике

## Поддержание мировой коллекции ГРР

- ☐ Изучение нового генетического материала
- ☐ Мониторинг локального фиторазнообразия и его расширение за счет интродуцентов из высокогорных районов других регионов РФ



## Развитие с/х на основе генетических и биотехнологий:

- ☐ «Осеверение» и интродукция новых культур с использованием ресурсосберегающих и генетических технологий
- ☐ Борьба с инвазивными видами и предупреждение их распространения
- ☐ Разработка комплексных агротехнологий для северных регионов и пакетных решений для сортов
- ☐ Прогнозирование влияния изменения климата на агроэкосистемы





## ВИР в Арктике

### Развитие комфортной городской и сельской среды в условиях севера

- ☐ Селекция под защищенный грунт
- ☐ Вертикальные фермы и иные форматы локального растениеводства
- ☐ Декоративное растениеводство, озеленение населенных пунктов, создание комфортной среды обитания



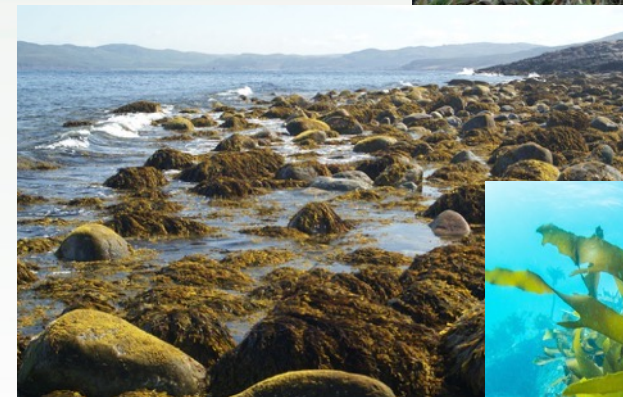
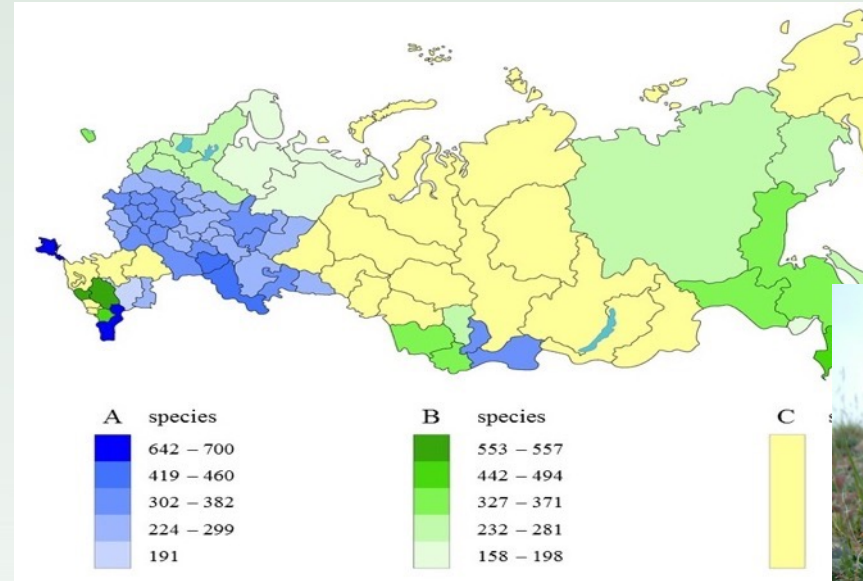
### Междисциплинарные проекты по решению актуальных проблем региона

- ☐ Биоремедиация



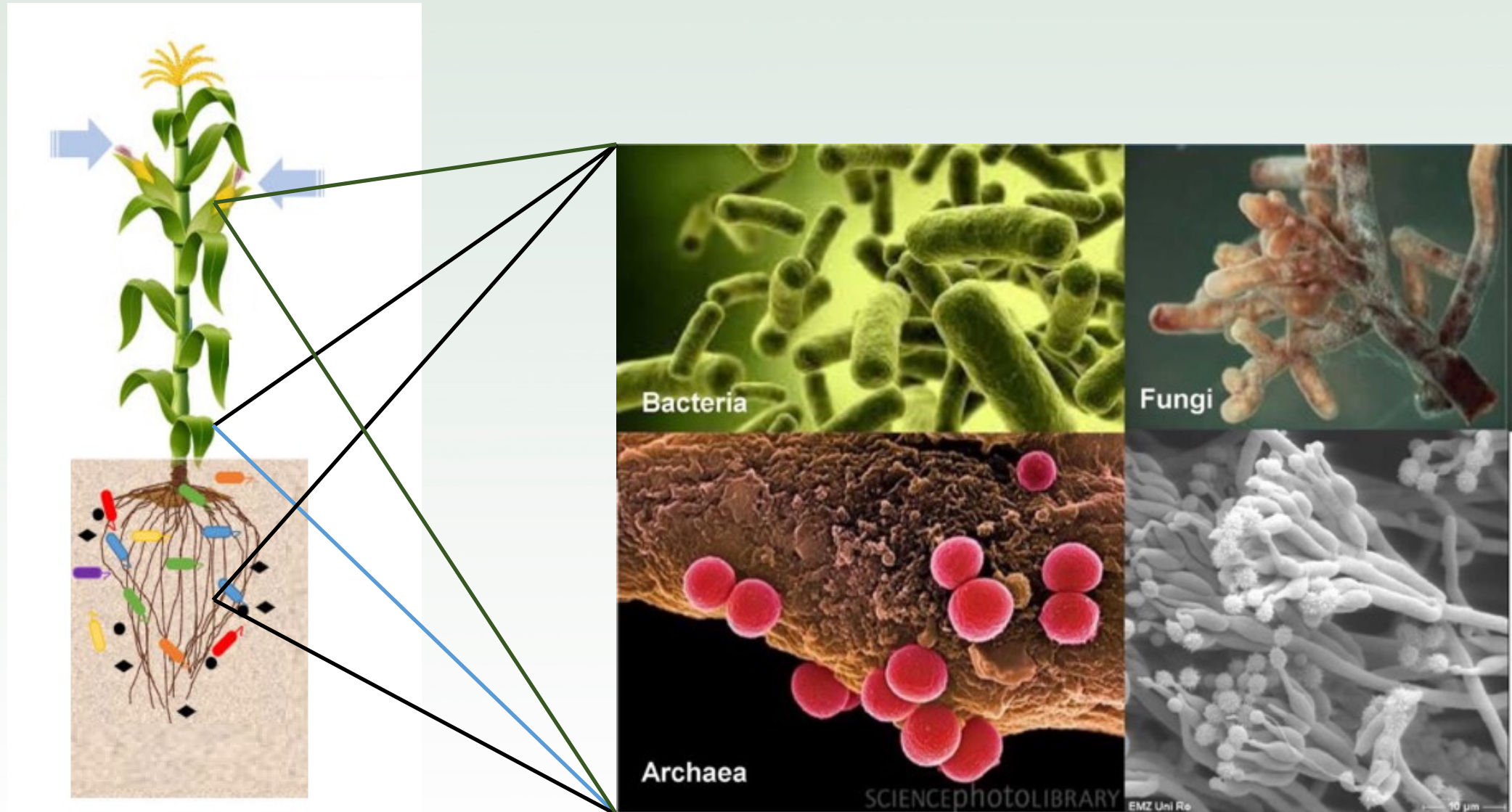
## «Арктические» перспективы

- Дикие родичи и одичавшие формы – источники разнообразия генов для создания новых урбано- и агроэкосистем в условиях изменения климата
- Дикоросы как объекты для доместикации и возделывания
- Водоросли-макрофиты – источник пищи, лекарственных препаратов и сырья для промышленности



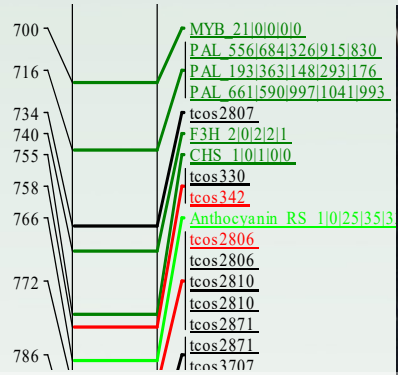


# Растение – симбиотическая система...



# Мобилизация генетических ресурсов

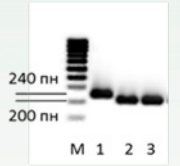
## Фундаментальные исследования



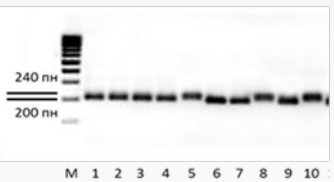
Раскрытие наследственного потенциала культур



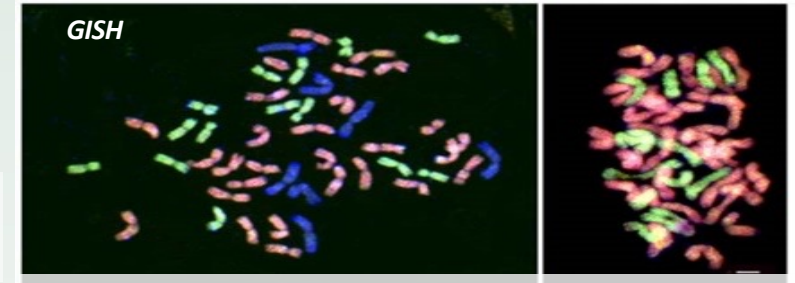
### Генетические технологии для гибридной селекции и селекции на устойчивость



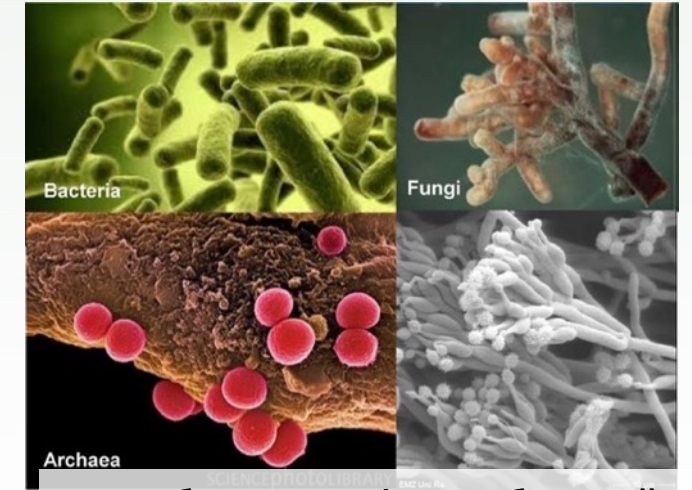
Электрофореграмма маркерных фрагментов гена *P18* устойчивости к ЛМР у линий подсолнечника: 1 – ВИР116А, 2 – ВИР740, 3 – RIL130.



Расщепление по наличию маркерных фрагментов НА4011 в популяции F2 (ВИР116 × ВИР740): 1, 3 – 9, 11, 12, 14, 17, 18 – фертильные растения; 2, 10, 13, 15, 16 – стерильные растения.



Молекулярно-генетические и молекулярно-цитогенетические маркеры для контролируемого создания фертильных гибридов

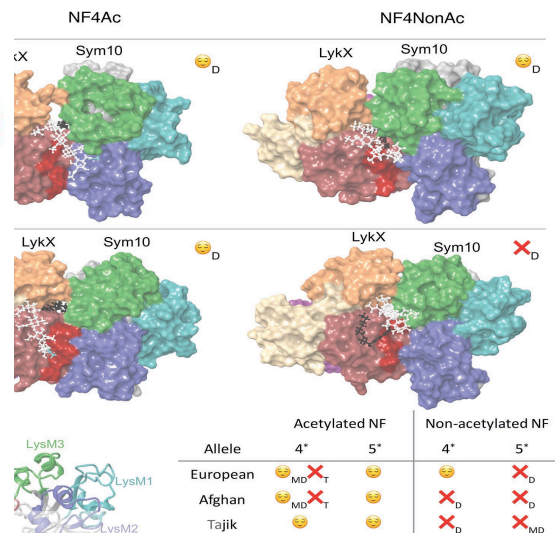
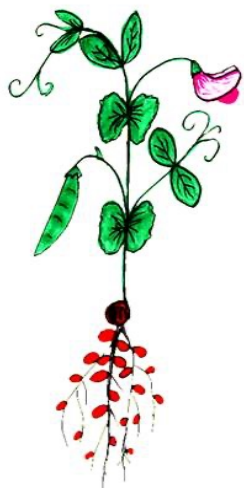


Разнообразие эндофитных бактерий и механизмы их взаимодействия



# Мобилизация генетических ресурсов

## Прикладные разработки



Генетические основы  
специфичности симбиоза

### Функциональная метаболомика



### Создание конвейеров сортов



Горох овощной

### Новые устойчивые сорта и гибриды



Масса 1000 зерен



Высота колоса

Длина колоса



Новые сорта зерновых, бобовых,  
плодовых для функциональных  
продуктов

### Новые технологичные культуры



Вигна для мех.уборки




# Мобилизация генетических ресурсов

Возвращение / расширение разнообразия

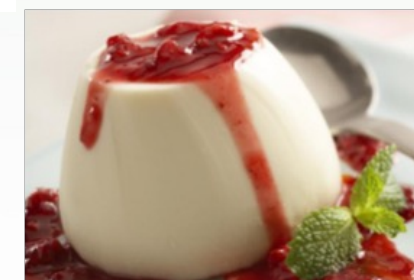




## Поиск сортов для создания природных пищевых добавок в генетическом разнообразии картофеля



## Оценка фосфорилированности амилопектиновых цепей картофельного крахмала

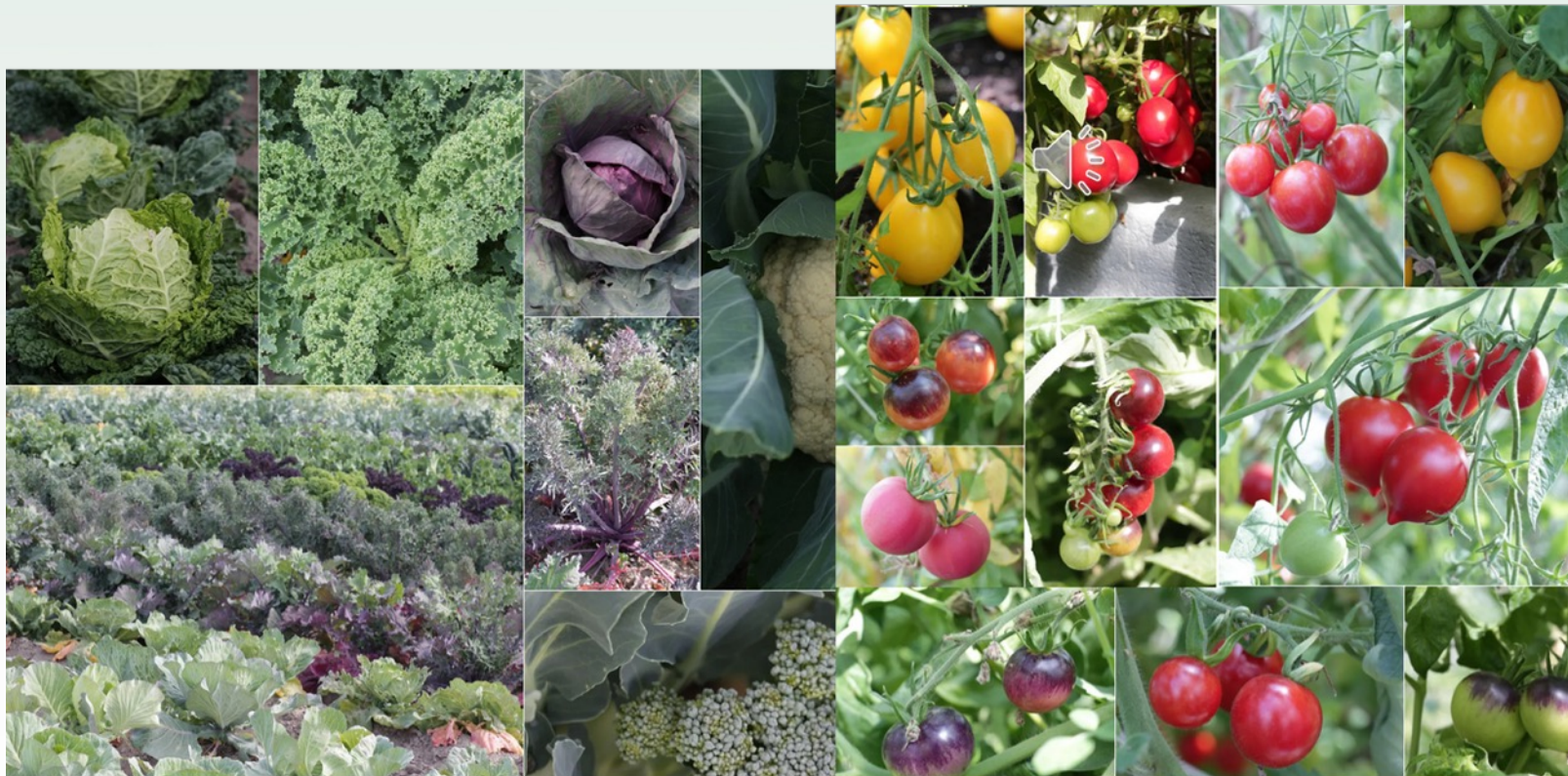




# Мобилизация генетических ресурсов

## Здоровье и долголетие

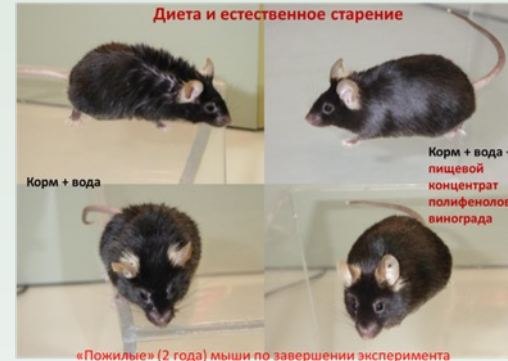
Изучение генетических механизмов регуляции накопления антоцианов и каротиноидов у овощных пасленовых (*Solanaceae*) и капустных (*Brassicaceae*) культур





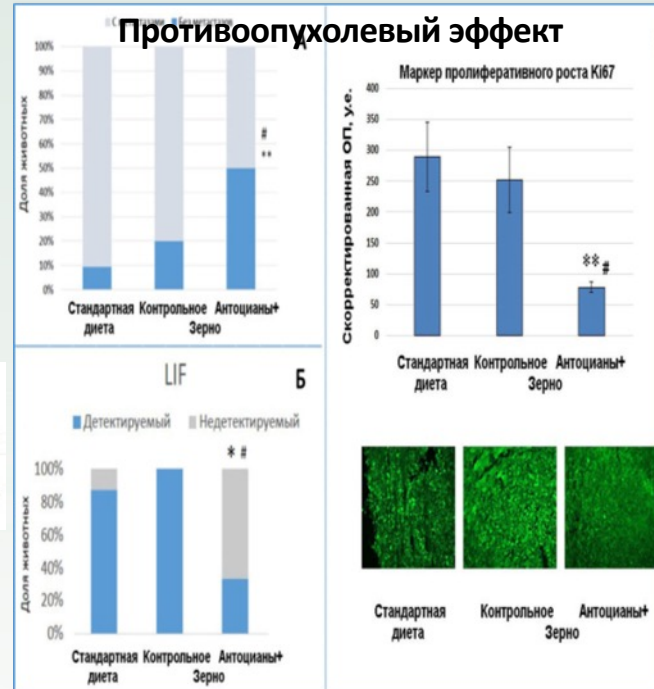
# Мобилизация генетических ресурсов

## Здоровье и долголетие



Пшеница

Ячмень

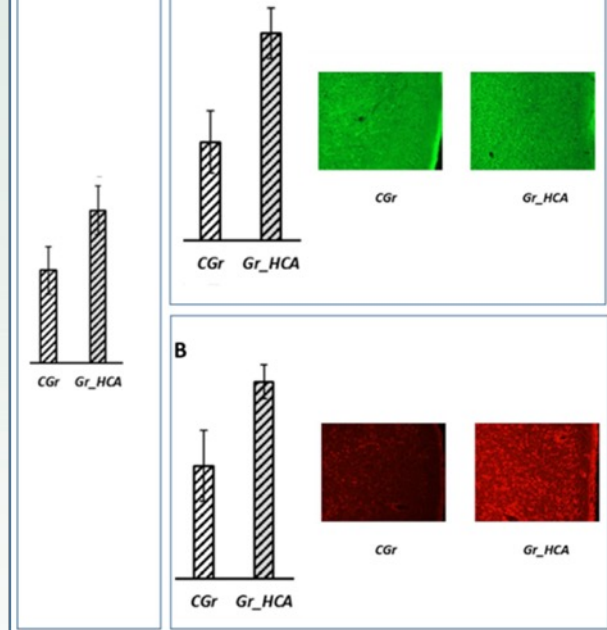


Article

### Evaluating the Effects of Grain of Isogenic Wheat Lines Differing in the Content of Anthocyanins in Mouse Models of Neurodegenerative Disorders

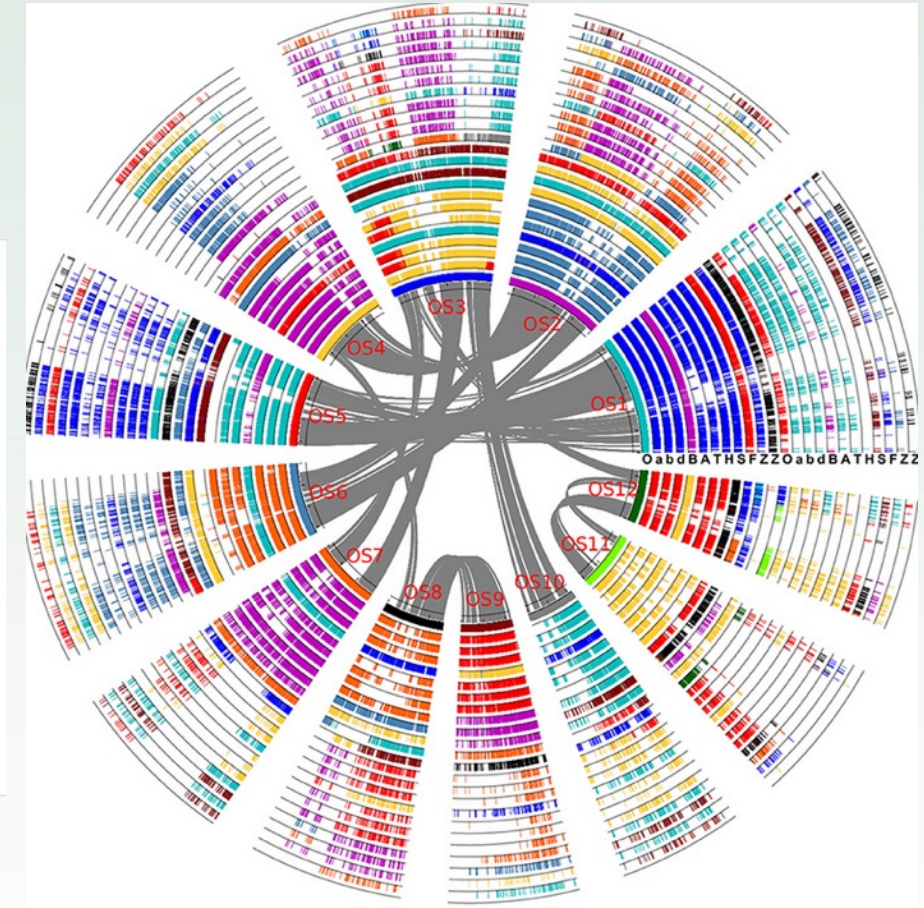
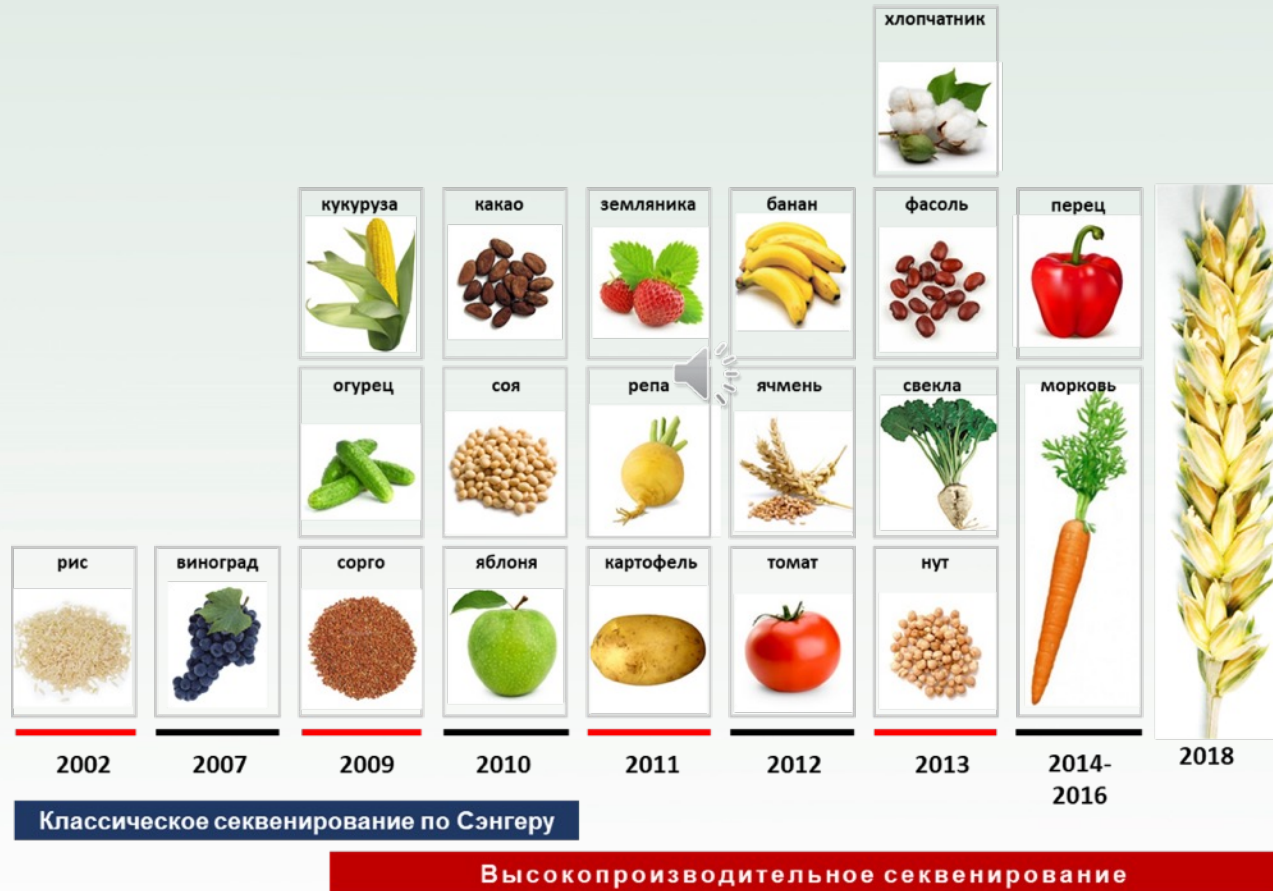
Maria A. Tikhonova <sup>1,2,\*</sup>, Olesya Yu. Shoeva <sup>1</sup>, Michael V. Tenditnik <sup>2</sup>, Marina V. Ovsyukova <sup>2</sup>, Anna A. Akopyan <sup>2</sup>, Nina I. Dubrovina <sup>2</sup>, Tamara G. Amstislavskaya <sup>1,2</sup> and Elena K. Khlestkina <sup>1,3</sup>

#### Нейродегенеративный эффект



# Развитие генетических технологий

## Секвенирование полных геномов культурных растений







Крахмал кукурузный амилопектиновый ГОСТ Р51985-2002 (Россия) - область применения:

- - кондитерское и хлебопекарное производство
- - мясоперерабатывающая промышленность
- - производство спортивного питания
- - производство соусов и майонезов
- - производство сыров
- - фармацевтическая промышленность
- - бумажная и текстильная промышленность



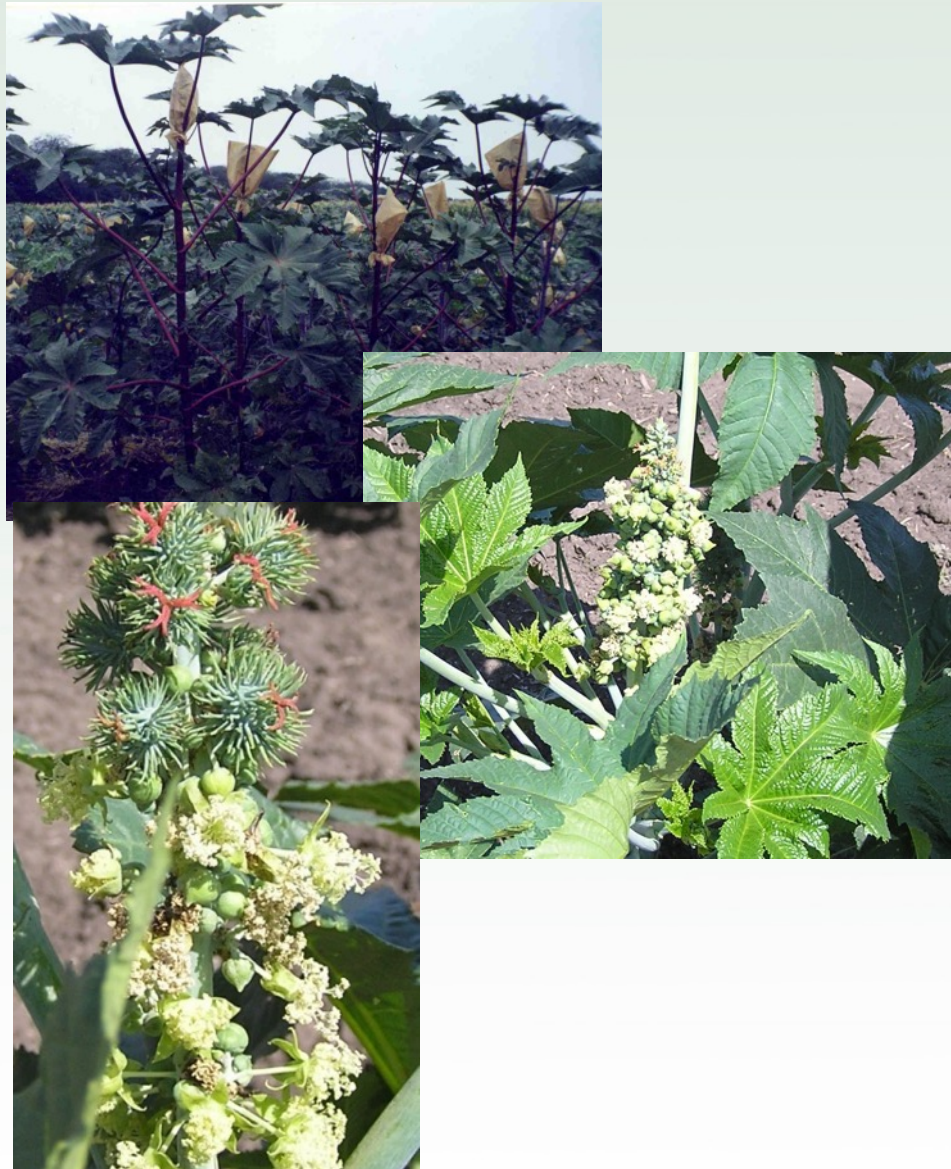
## Развитие генетических технологий

Растения – фабрики: КУКУРУЗА

### Коллекция высококрахмалистой (амилопектиновой, высокоамилозной) кукурузы ВИР

- Заменитель плазмы крови «ВОЛЕКАМ» на основе крахмала восковидной кукурузы
- Модифицированный крахмал для буровых растворов для геологоразведки





**1. Смазочный материал для моторов, работающих в тяжелых условиях, трансформаторное масло**

**2. Гидротормозная жидкость, кабельные покрытия**

**3. Лакокрасочная промышленность. Производство алкидных смол для эмалей, лаков с хорошим блеском, влагоустойчивых**

**4. Типография**

**5. В легкой промышленности (ализариновое масло, мягчитель кож, замасливание шерстяных тканей)**



# «Просто коллекция»

Гуар *Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.

--> гуаровая камедь



Полба

- Первые 8 образцов в из штата Пенджаб в 1927-1929.
- Дополнительно получены образцы из Индии, США, Австралии в период 1956-1966 гг. - всего более 100 образцов.
- В 2012-2020 гг на основе коллекции созданы сорта для возделывания на территории России и импортозамещения гуаровой камеди

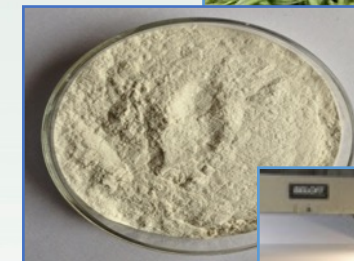
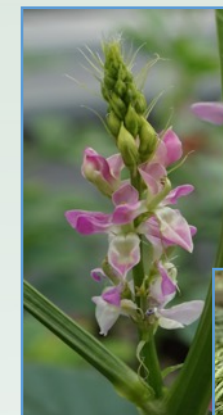
Белая швабская чечевица



На сегодняшний день в коллекции ВИР хранится  
120 образцов гуара



6 сортов  
зарегистрированы для  
возделывания в России





# Перспективы для будущего

Основные  
продовольственные  
культуры ~ 50

Всего введено в культуру  
видов растений ~ 150

Всего используется  
человеком видов  
растений ~ 3000



Лишайники



~250 000 видов высших  
растений



15 млрд. тонн сырой  
массы  
17-22% общей  
продукции шельфа



**РНФ**  
Российский  
научный фонд



# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

**Россия, 190031, Санкт-Петербург,  
Большая Морская ул., 42, 44**

**Тел.: 8 (812) 312 51 61**

**E-mail: [education@vir.nw.ru](mailto:education@vir.nw.ru)**

**[www.vir.nw.ru](http://www.vir.nw.ru)**