Генетические основы селекционного процесса

Профессор В.А. Пухальский

Лаборатория генетики растений ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН

“Селекция – это не синоним генетики”

“Селекцию можно рассматривать как науку, как искусство и как определенную отрасль сельскохозяйственного производства”

Н.И. Вавилов

Принятые селекционерами генетические положения:

- понятие о наследственной и ненаследственной изменчивости;
- понятие о гомозиготности и гетерозиготности;
- доминирование и рецессивность признаков;
- менделевские закономерности;
- понятие о гетерозисе.

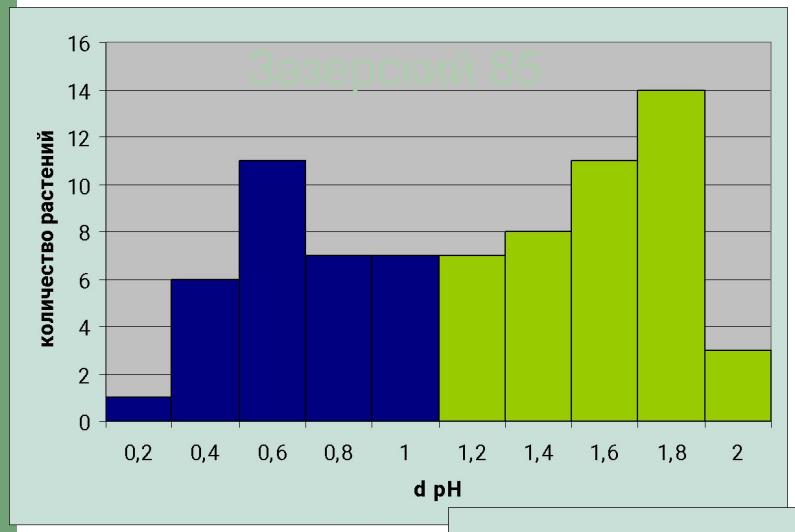
Гипотезы гетерозиса:

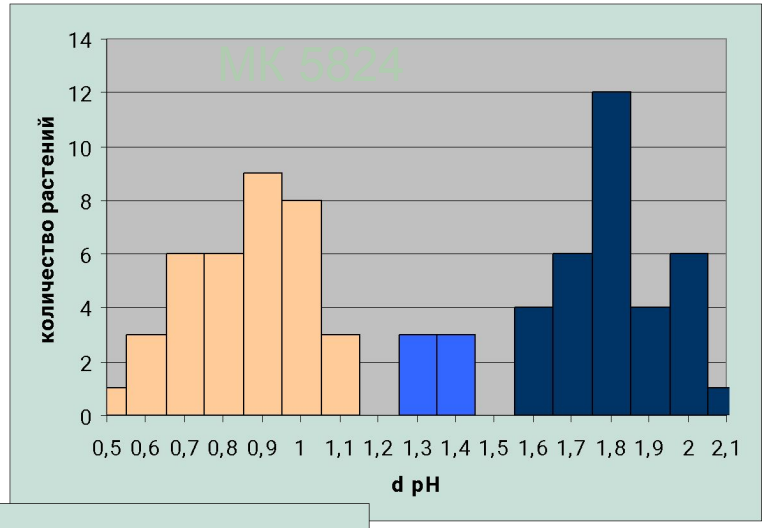
1. Доминирования (Джонс, Пелью).
2. Сверхдоминирования (Ист, Шелл).
3. Компенсационного комплекса генов (Струнников).
4. Генетического баланса (Лернер, Матер).

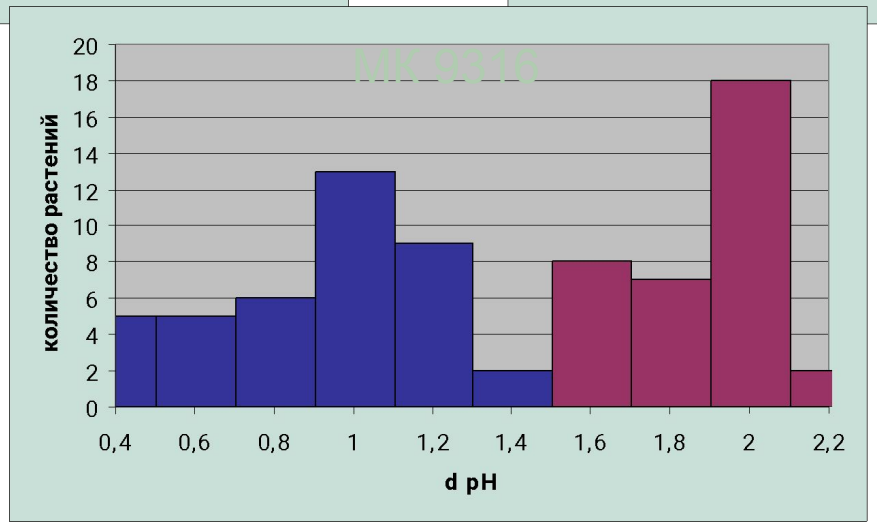
Проблема индивидуального отбора:

“Сверхчистую” линию получить трудно, т.к. селекционер может контролировать только незначительно большой набор очень важных генов.

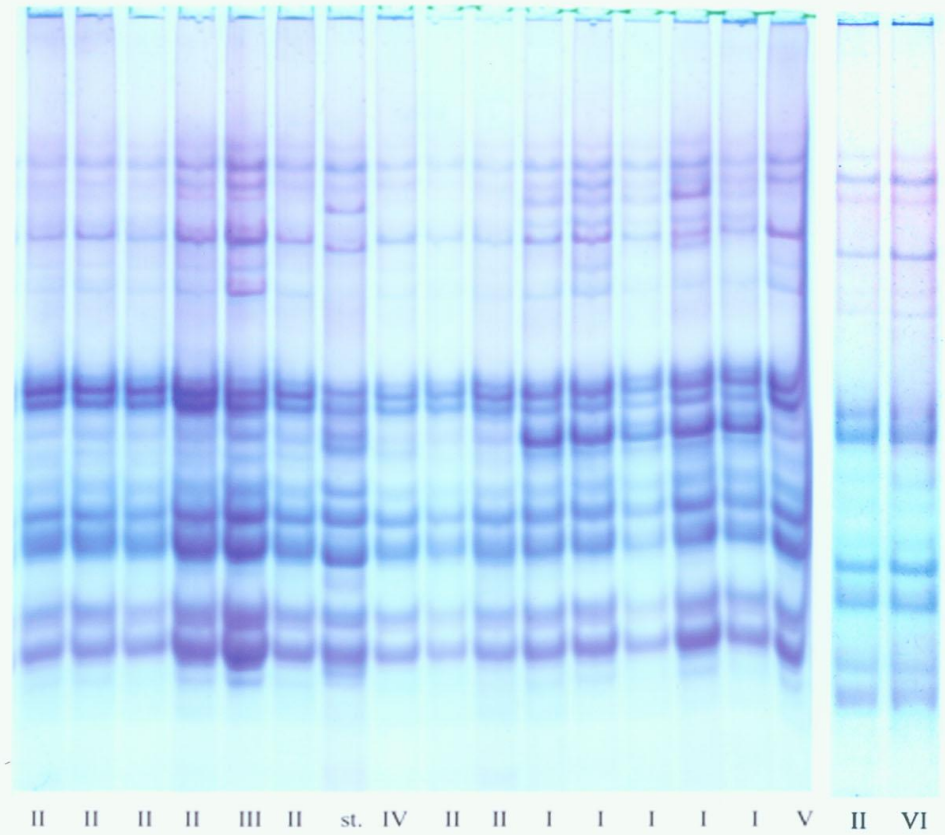
Биотипы сортов ячменя по способности подкислять среду в присутствии ионов калия



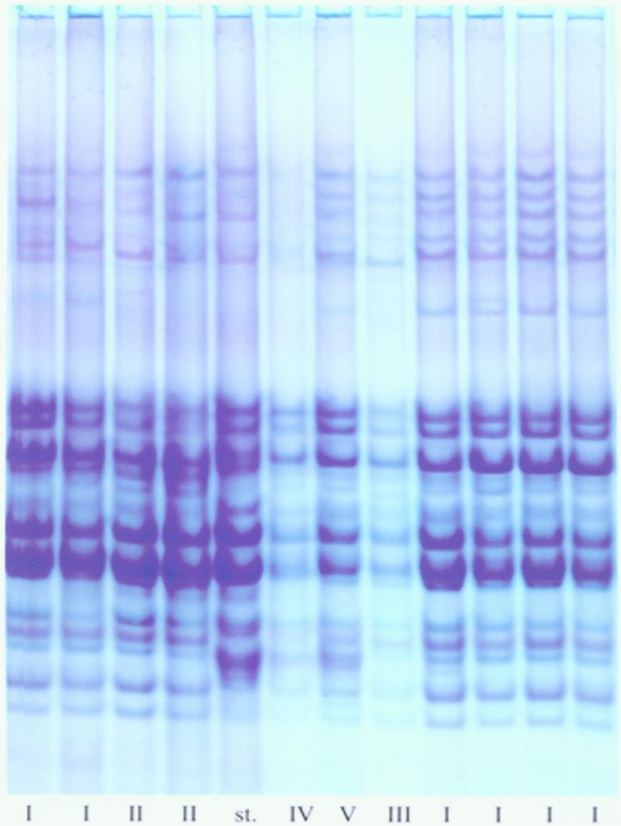




Внутрисортовая гетерогенность сортов яровой мягкой пшеницы по запасным белкам (глиадины)



сорт Амир
I - 54,8 %
II - 33,9 %
III - 6,5 %
IV - 1,6 %
V - 1,6 %
VI - 1,6 %



сорт Приокская
I - 90 %
II - 4,8 %
III - 1,6 %
IV - 1,6 %
V - 1,6 %

Лаборатория генетики растений ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН

Выделение гомозиготных линий ячменя, устойчивых к *Heterodera filipjevi* SSD-методом

P: Донецкий 4 x к-6808 (Турция)

S R

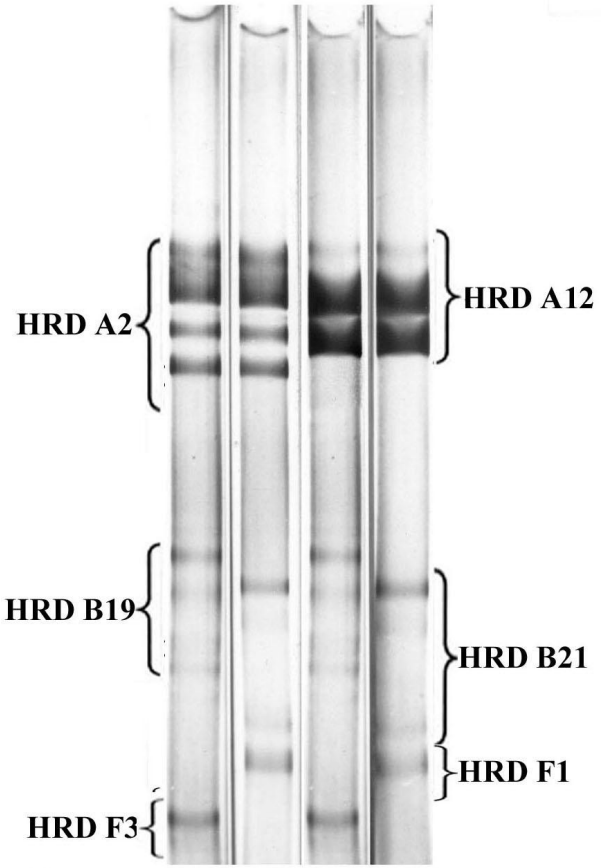
F1 R

F2 S R + RS

F3-F8 R + RS

F9 R

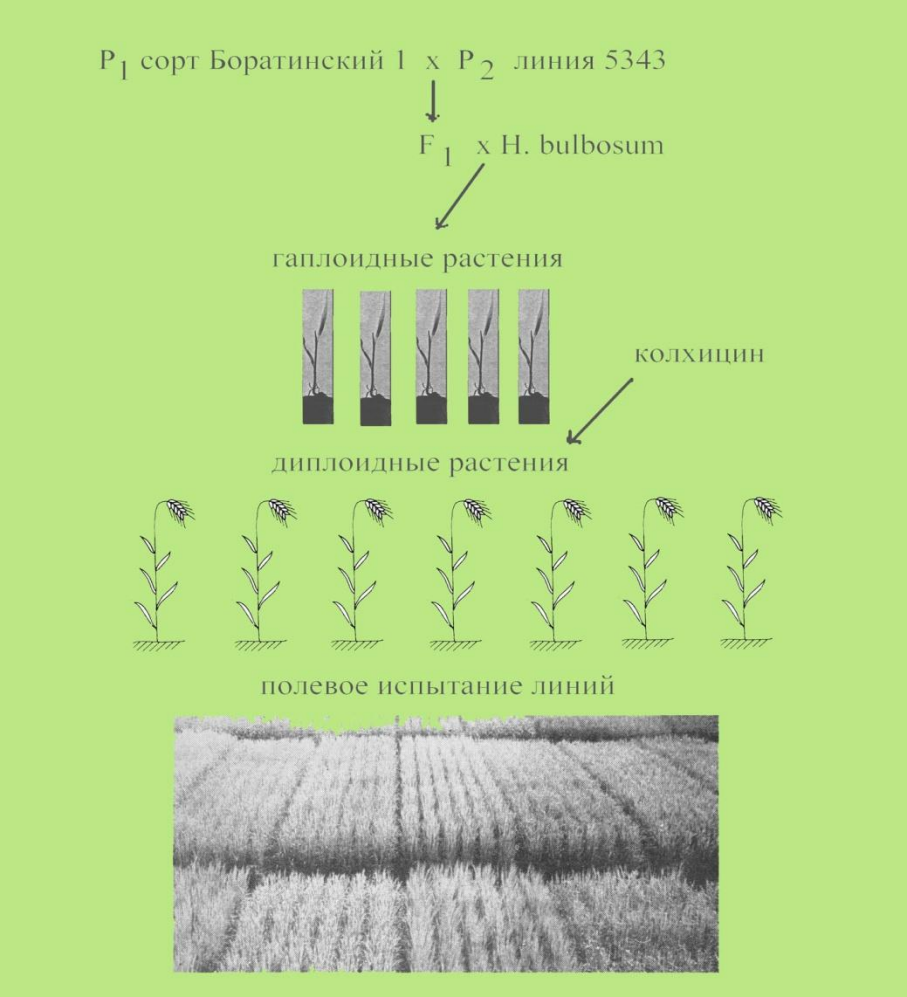
Линия 32



Продуктивность линий ячменя, устойчивых к *Heterodera filipjevi*

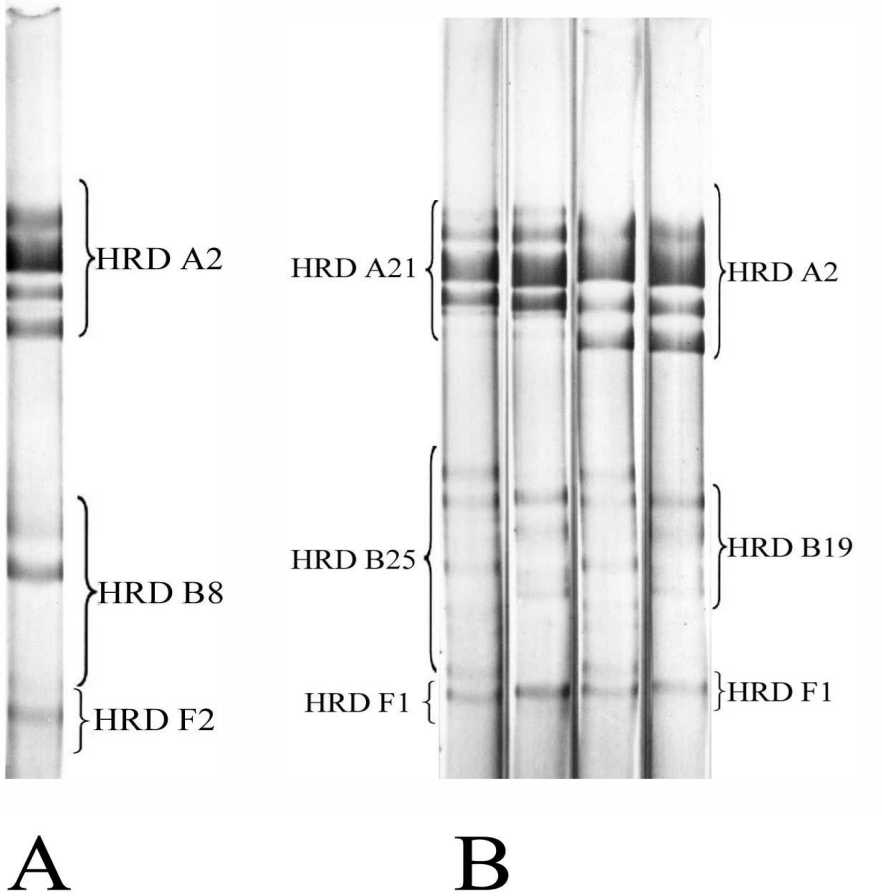
Линия, сорт	Высота растения	Число зерен с растения	Масса зерна с растения	Масса 100 зерен
16	60,0	62,4	2,62	4,2
32	85,0	41,1	2,14	5,2
77	94,0	42,5	2,55	6,0
Зазерский 85 (st)	68,0	41,9	1,79	4,3
НСР 05	2,45	2,67	0,14	0,17

Схема получения сорта БИОС-1

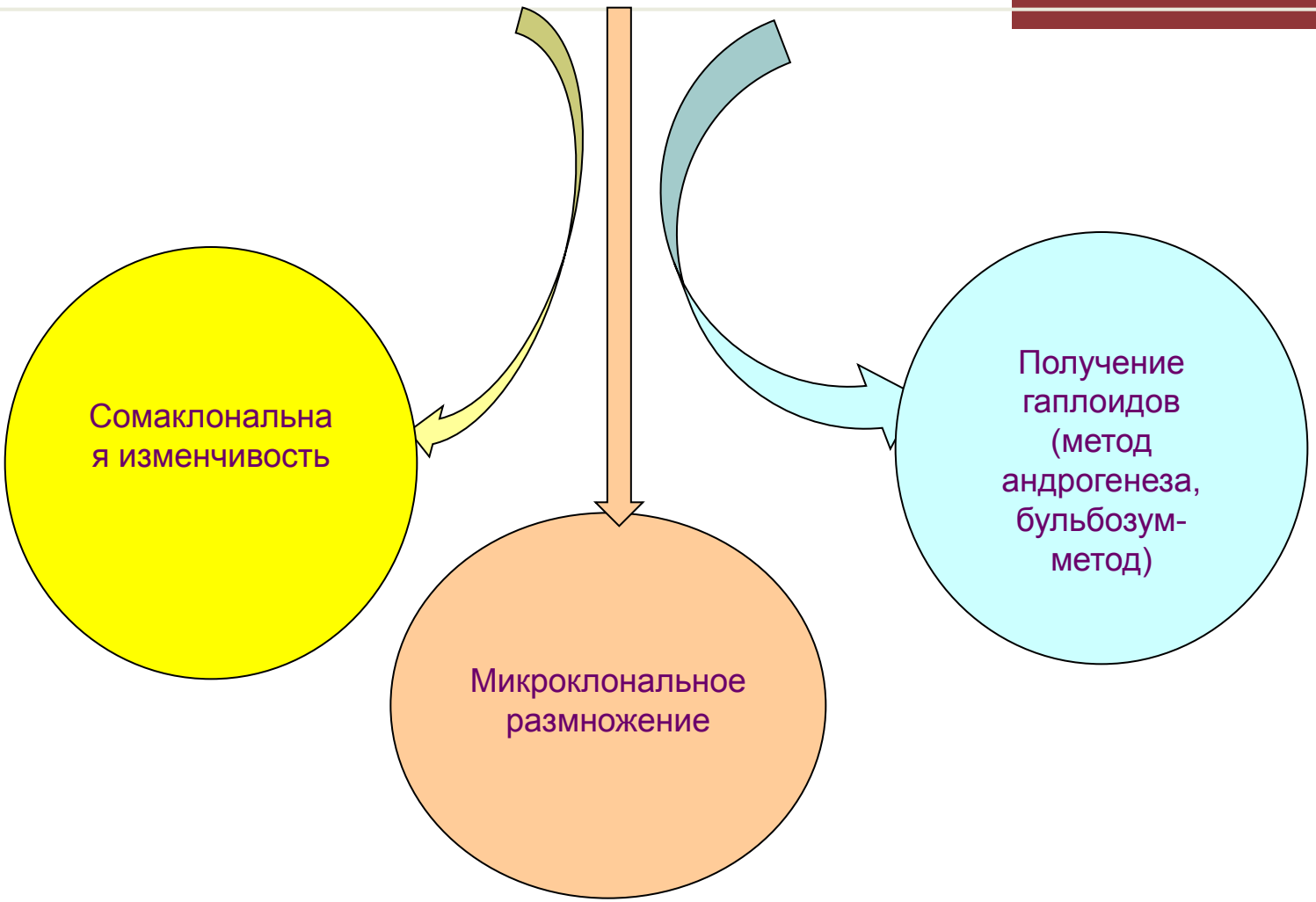


Лаборатория генетики растений ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН

Электрофоретические спектры гордеина сортов БИОС-1 (А) и Московский - 3 (В)



Биотехнология (культивирования клеток растений in vitro)



Основные механизмы сомаклональной изменчивости

- Изменения числа хромосом.
- Изменения морфологии хромосом.
- Соматический кроссинговер.
- Генные мутации.
- Репрессия генов.
- Дерепрессия генов.
- Изменение метилирования ДНК.
- Амплификация повторов ДНК.
- Делеция повторов ДНК.
- Транспозиции.

Размах сомаклональной изменчивости только в отдельных случах выходит за пределы данного конкретного вида растений (Кунах, 2004).

Поле деятельности генетиков растений в эпоху молекулярно-генетических методов

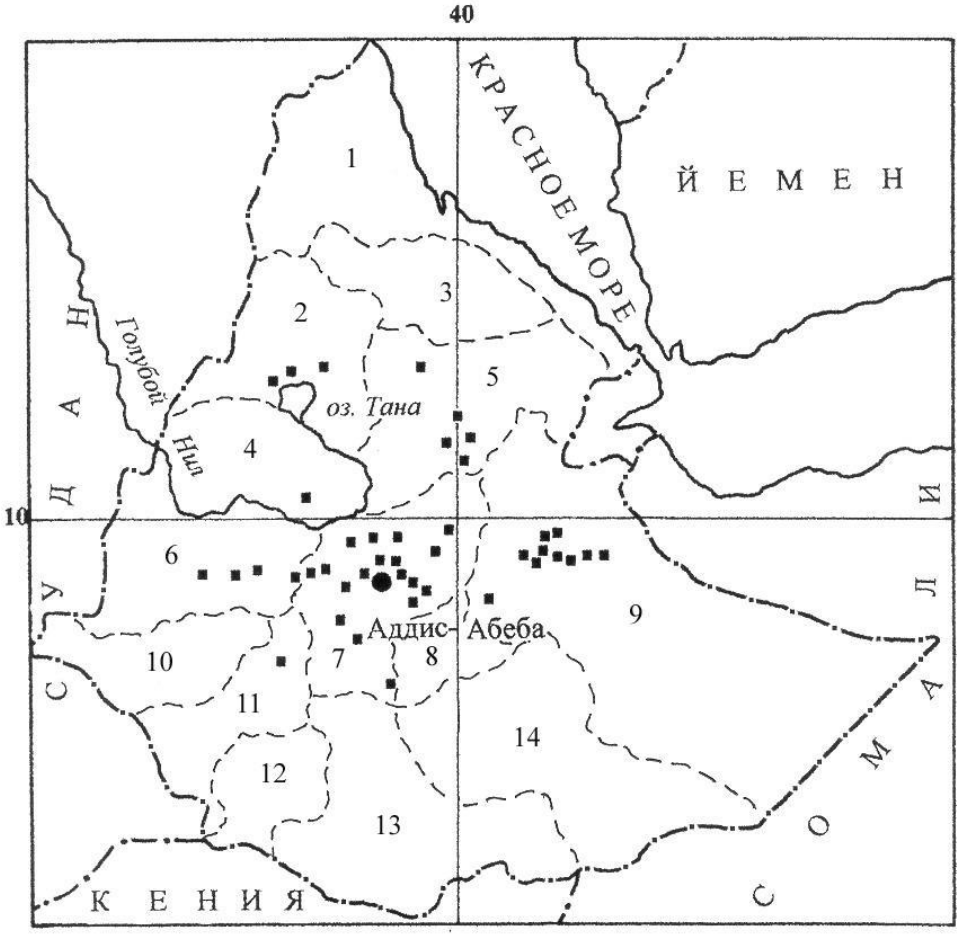
- Познание растительных геномов.
- Молекулярные маркерные системы и их эволюция.
- Молекулярные карты с.-х. культур (методология).
- Организация микросателлитных повторов и ретротранспозонов у культивируемых видов.
- QTL-локусы и отдельные гены, определяющие устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам.
- Селекционое улучшение растительных геномов.
- Изменения генов и геномов растений при их окультуривании.
- Распределение генов в растительном геноме.

Генетические маркеры

- Гены – маркеры.
- Биохимические маркеры.
- Молекулярные маркеры.
- QTL – маркеры (**Q**uantitative **T**rait **L**oci).
- Родословные.

Проблема центров происхождения культурных растений

Эфиопия.
Цифрами обозначены провинции: 1 - Эритрея, 2 - Бегемдер, 3 - Тигре, 4 - Годжам, 5 - Волло, 6 - Воллега, 7 - Шоа, 8 - Аруси, 9 - Харар, 10 - Илубабор, 11 - Каффа, 12 - Гаму-Гофа, 13 - Сидамо, 14 - Бале.
(А.А. Поморцев)



Приложимость биохимических маркеров к оценке сортовой чистоты

Партии	Сортовая чистота, %						
	99-100	97-98	95-96	93-94	91-92	<91 (56 - 90)	Не соотв.
Все партии (n=77)	54.5	9.1	3.9	10.4	1.3	18.2	2.6
Оригинальные с/элита (n=31)	77.4	6.5	0	9.6	0	6.5	0
Элита (n=40)	42.5	10.0	5.0	7.5	2.5	27.5	5.0

D-геном

В 1940 г. N. Pathak предположил, что диплоидный вид *Ae. tauschii,* имеющий D-геном, является донором мягкой пшеницы. В дальнейшем это подтвердилось.

Объекты исследований

Сорт	Геном	2n	Происхождение	Автор
Canthatch	AABBDD	42	Thatcher / Kenya Farmer	
T-Canthatch	AABB	28	Выделенный из сорта Canthach	Kerber, 1963
Prelude	AABBDD	42	Downy Gehum / Fraser	
T-Prelude	AABB	28	Выделенный из сорта Prelude	Kaltsikes, 1968
Thatcher	AABBDD	42	Marquis / lumilo // Marquis / Kanred	
T-Thatcher	AABB	28	Выделенный из сорта Thatcher	Kaltsikes, 1968
RL 5404	AABBD’D’	42	T-Thatcher /*Ae.tauschii*	Kerber, 1969

Проблема геномных перекомбинаций

Доза генома D и процент белка в эндосперме:

AABBD – 19,7%;

AABBDD – 16,2%;

AABBDDD – 9,4%

- Для пшеницы свойственен определенный оптимум синтеза белков, который варьирует в определенном для данного вида диапозоне.
- Идентично происходит процесс синтеза аминокислот в белке.
- При становлении новых видов в процессе аллополиплоидизации сохраняется одинаковый баланс содержания белка и содержания аминокислот.

Поражаемость мучнистой росой в полевых условиях

Сорт	Геном	1-й учет	2-й учет
Canthatch	AABBDD	3	9
T-Canthatch	AABB	2	7
Prelude	AABBDD	7	9
T-Prelude	AABB	3	9
Thatcher	AABBDD	5	9
T-Thatcher	AABB	3	7
RL 5404	AABBD’D’	1	1-2

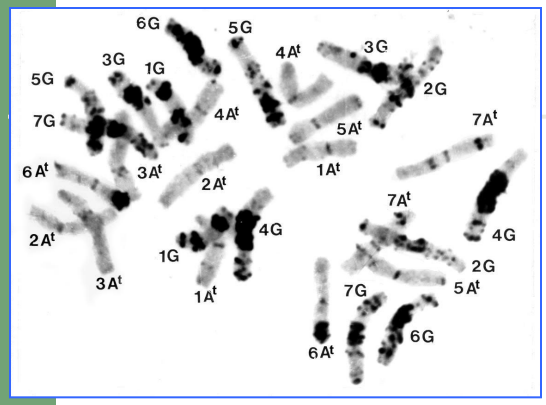
Поражаемость мучнистой росой на фоне искусственного заражения

Форма, гибрид	Геном	Балл поражения
Canthatch	AABBDD	5
T-Canthatch	AABB	5
RL5404	AABBD’D’	1-2
F_1(RL5404 / Canthatch)	AABBDD’	3
F_1(RL5404 / Саратовская 29)	AABBDD’	1
F_1(RL5404 / Московская 21)	AABBDD’	1
Саратовская 29	AABBDD	5
Московская 21	AABBDD	5

Гены-супрессоры

Форма	Геном, хромосома.	Супрессируемые гены	Источник генов устойчивости	Автор
Canthatch	7DL	*Sr-* (A, B)	*T. aestivum*	Kerber, Green (1980)
Thatcher	D	*Lr23*	*T. aestivum*	McIntosh, Dyck (1975)
Ae. tauschii	D^t	*Sr-*	*T. durum*	Kerber (1983)
LMPG-6,MP	D	*Lr-, Sr-*	*T. dicoccoides*	Bai, Knott (1992)
Chinese spring	1D, 2D, 4D	*Sr-*	*T. dicoccoides*	Bai, Knott (1992)
Chinese spring	1D, 3D	*Lr-*	*T. dicoccoides*	Bai, Knott (1992)
LMPG-6,MP	D	*Lr-, Sr-*	*T. durum*	Bai, Knott (1992)

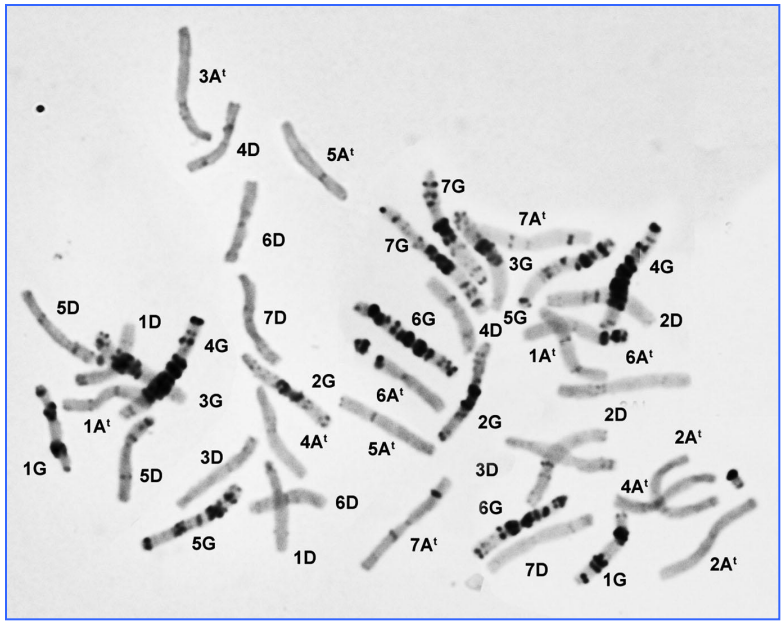
Triticum kiharae ($A^tA^tGGD^tD^t$)



Triticum timopheevii (A^tA^tGG)

x

Aegilops tauschii (D^tD^t)

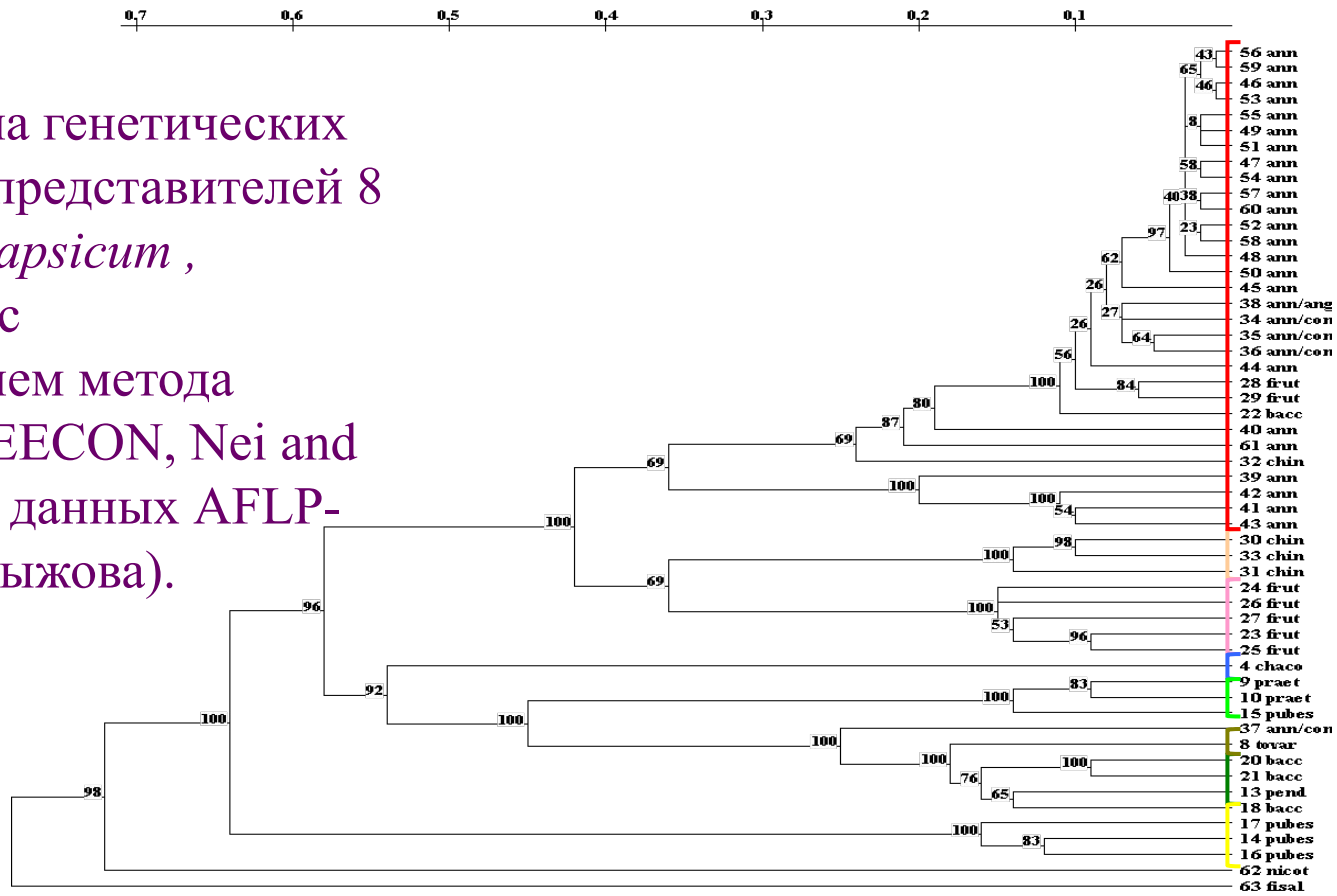


Triticum kiharae ($A^tA^tGGD^tD^t$)

Лаборатория генетики растений ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН

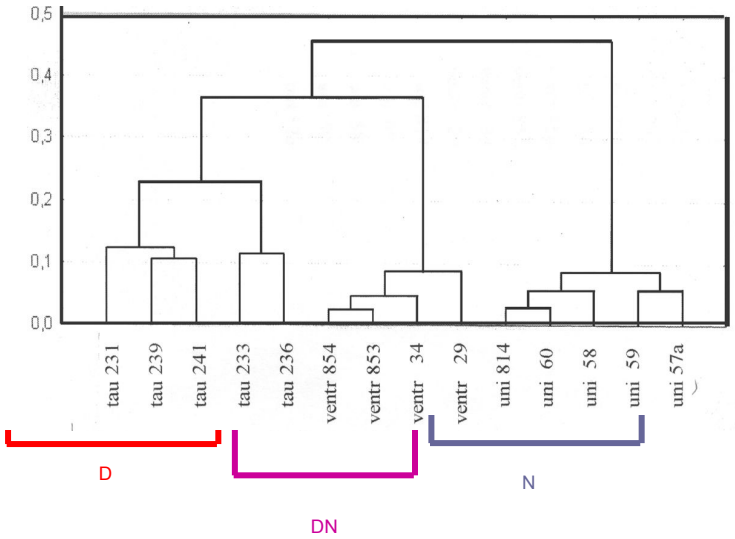
Молекулярно-генетические методы в родовой и видовой систематике

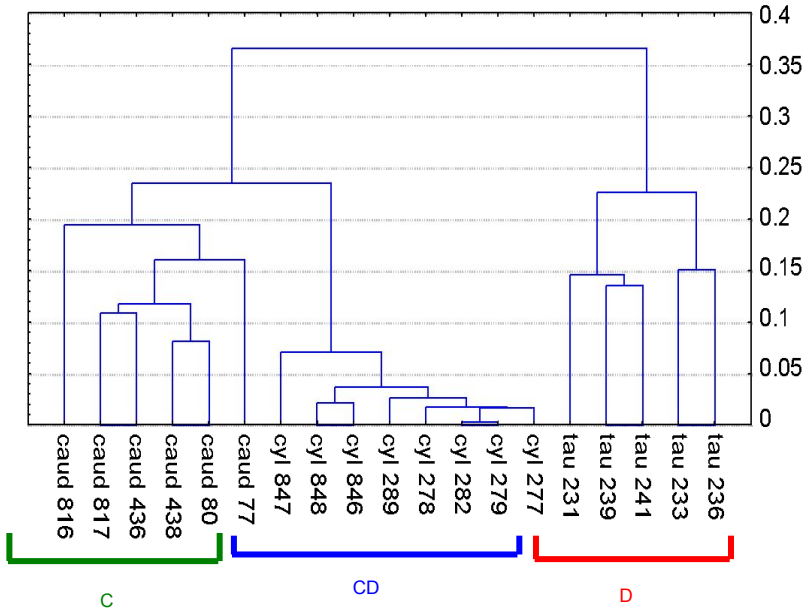
Дендрограмма генетических различий 53 представителей 8 видов рода *Capsicum* , построенная с использованием метода UPGMA (TREECON, Nei and Li) на основе данных AFLP-анализа (Н. Рыжова).



Дендрограмма генетических различий представителей видов рода *Capsicum*, построенная по данным RAPD-анализа.

Сравнение уровней полиморфизма у аллополиплоидных видов *Aegilops*, имеющих D-геном, и родительских диплоидных видов





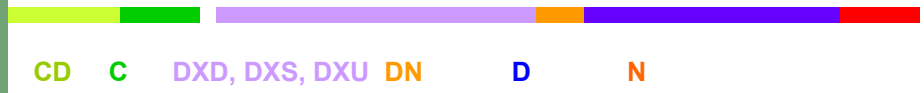
D- Ae. tauschii
DN - Ae. ventricosa
N - Ae. uniaristata

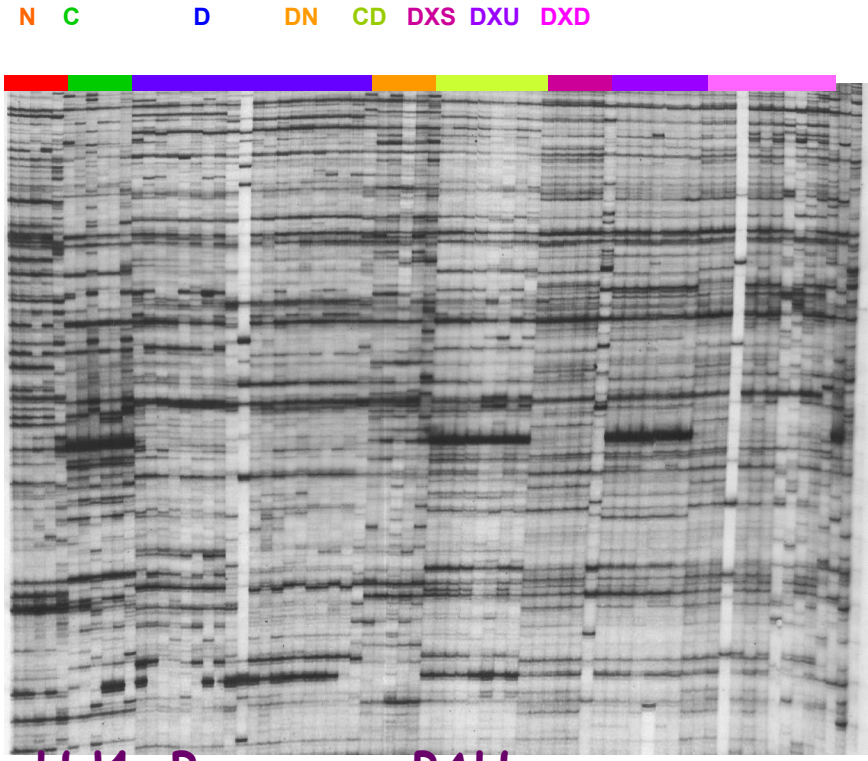
D- Ae. tauschii
CD - Ae. cylindrica
C - Ae. caudata

Анализ полиморфизма NBS-LRR семейства генов резистентности у видов *Aegilops* с D геномом

- Использованные комбинации праймер/фермент: **NBS3/MseI и NBS5A/MseI**
- Число полиморфных фрагментов **397**

RGA-спектры образцов полиплоидных видов с D геномом и родительских диплоидных видов





- **D геном - *Ae. tauschii***
- **DXD геном - *Ae. crassa***
- **DXS геном - *Ae. vavilovii***
- **DXU геном - *Ae. juvenalis***
- **DN геном - *Ae. ventricosa***
- **CD геном - *Ae. cylindrica***
- **C геном - *Ae. caudata***
- **N геном - *Ae. uniaristata***

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОРТОВ ПШЕНИЦ

Лаборатория генетики растений ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН

T. aestivum

T.durum

К началу XXI в. несомненное первенство по занимаемым площадям принадлежит двум видам - мягкой пшенице (*T.aestivum* L.) и твердой пшенице (*T.durum* Desf.).

В сравнительно небольших объемах в различных странах возделываются сорта *T.compactum* Host., *T.turgidum* L. и *T.spelta* L.

T.compactum

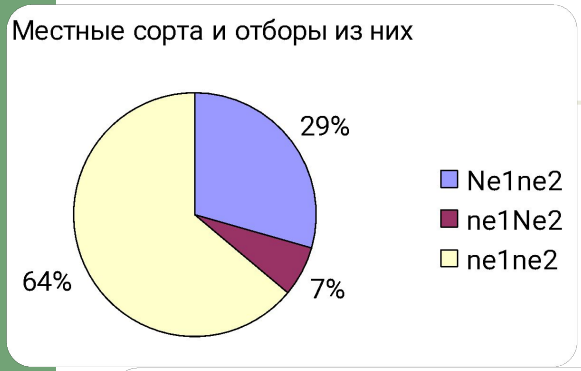
T.turgidum

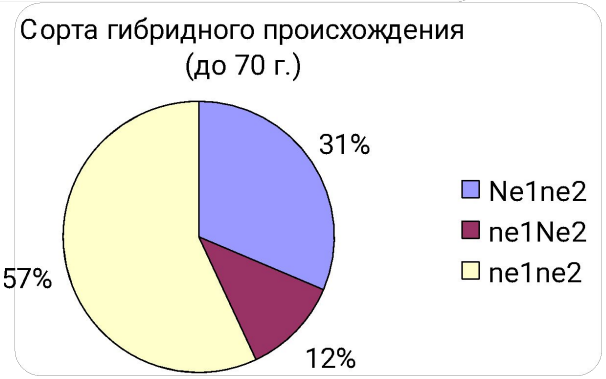
T.spelta

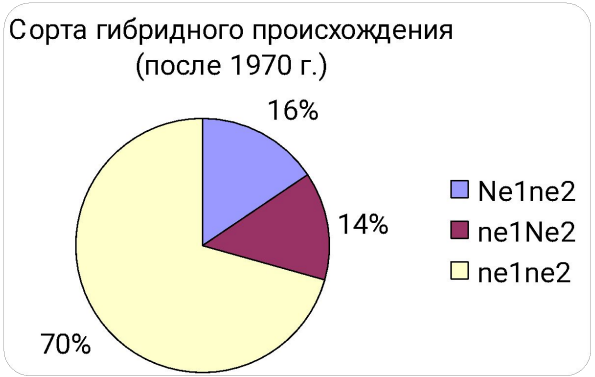
Лаборатория генетики растений ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН

Распределение генов некроза среди яровых и озимых мягких пшениц бывшего СССР

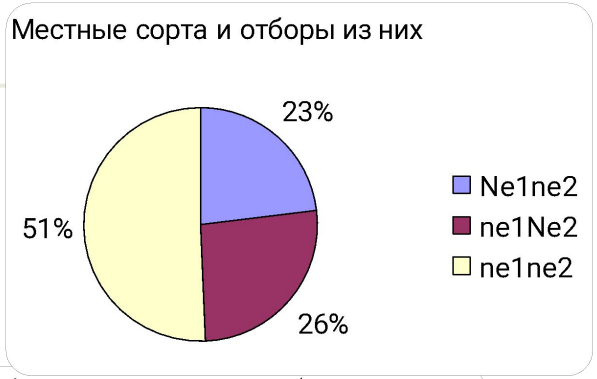
Яровая пшеница

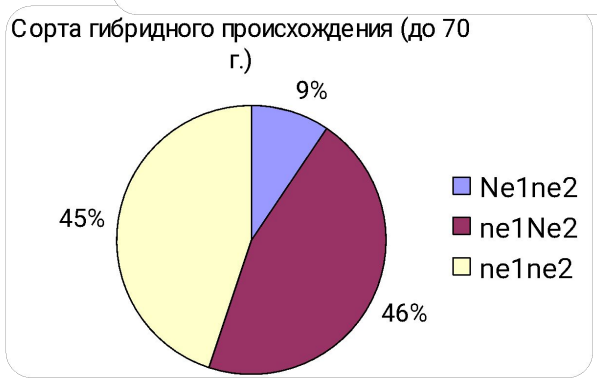


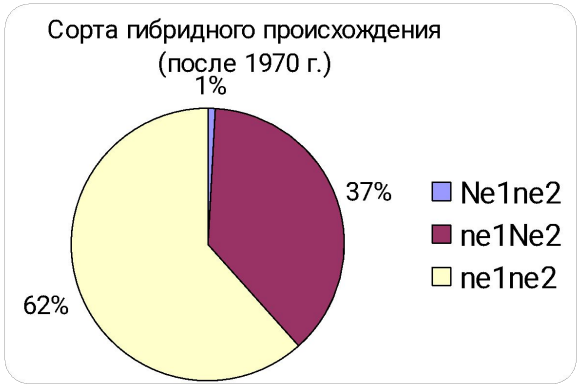




Озимая пшеница



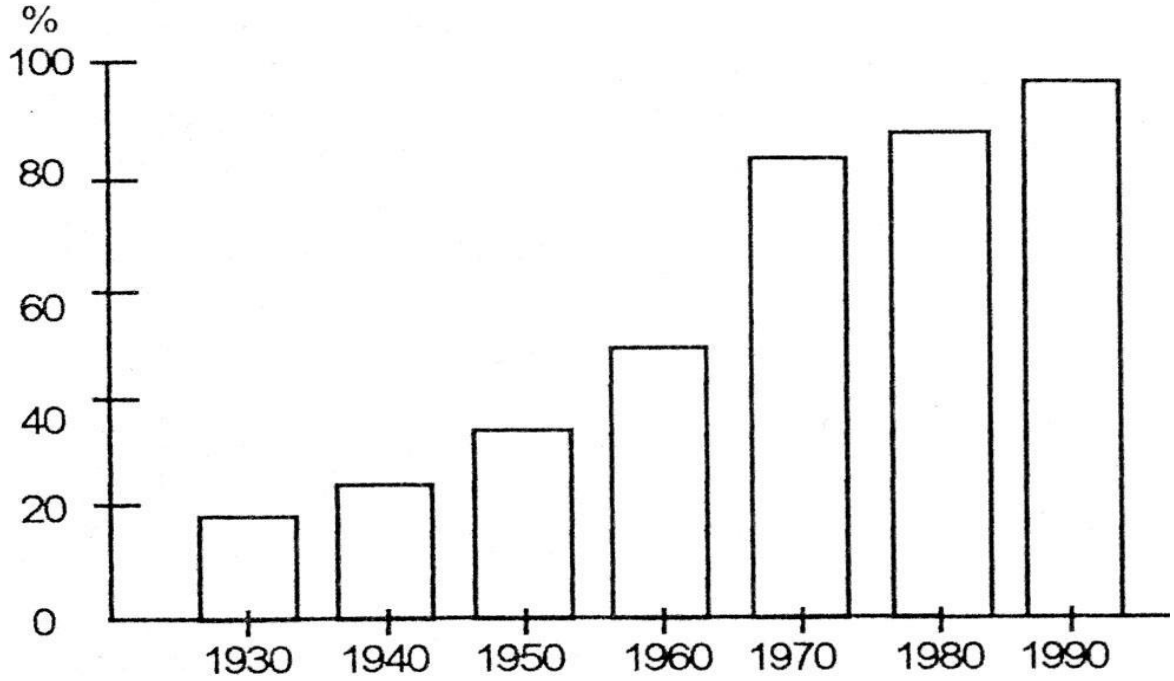




Полиморфизм по аллелям глиадинов

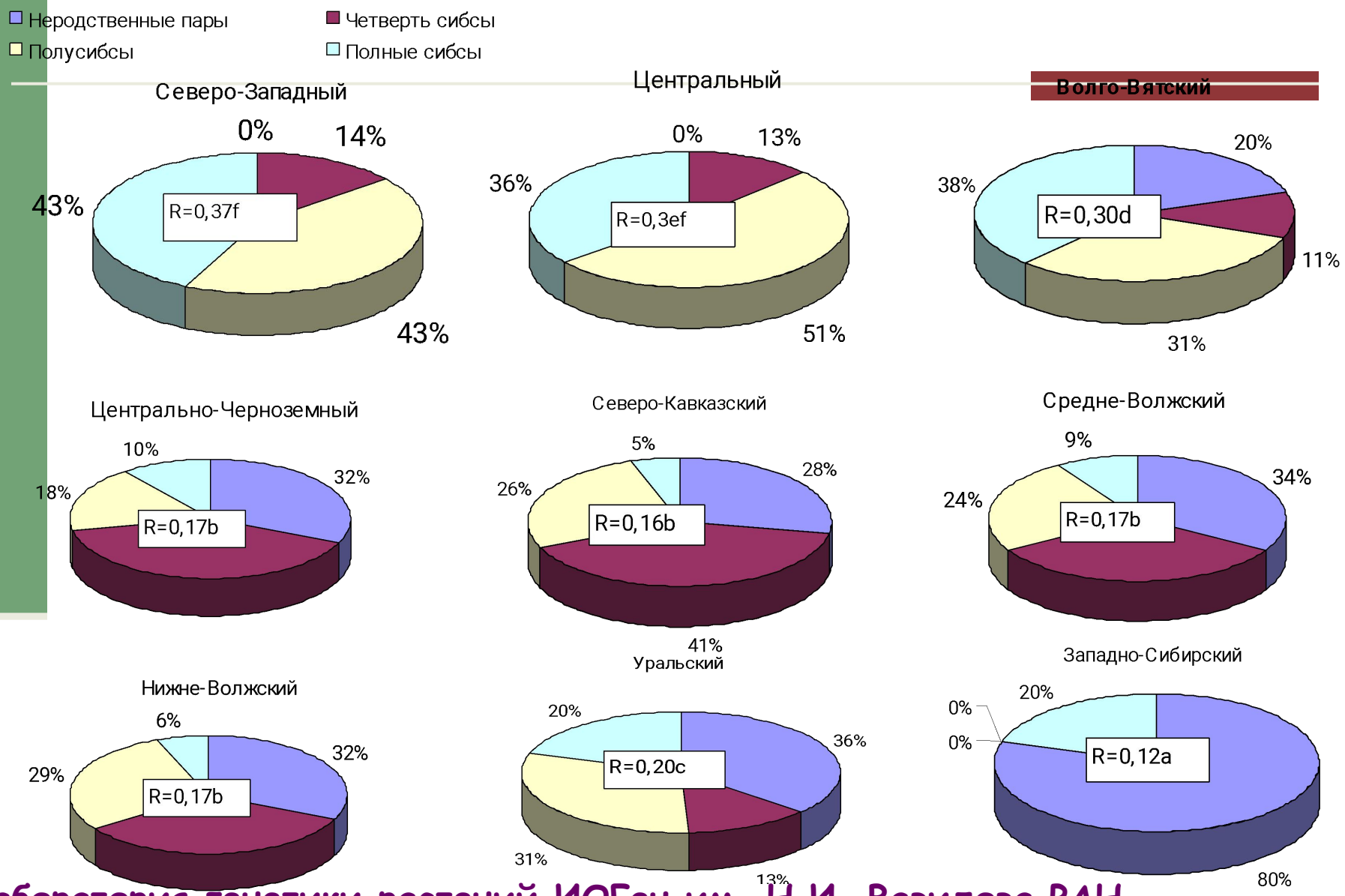
- **По сортам России:**
  - из **16** аллелей стародавних сортов до нашего времени дошло **10,**
  - появилось **14** новых аллелей.
- **По сортам Италии:**
  - из **20** идентифицированных аллелей стародавних сортов утеряно **3** аллеля,
  - появилось **3** новых аллеля.
- **По сортам Франции**:
  - утеряно **6** аллелей,
  - появилось **15** новых аллелей

Мониторинг генетической дивергенции сортов мягкой пшеницы на основе анализа родословных



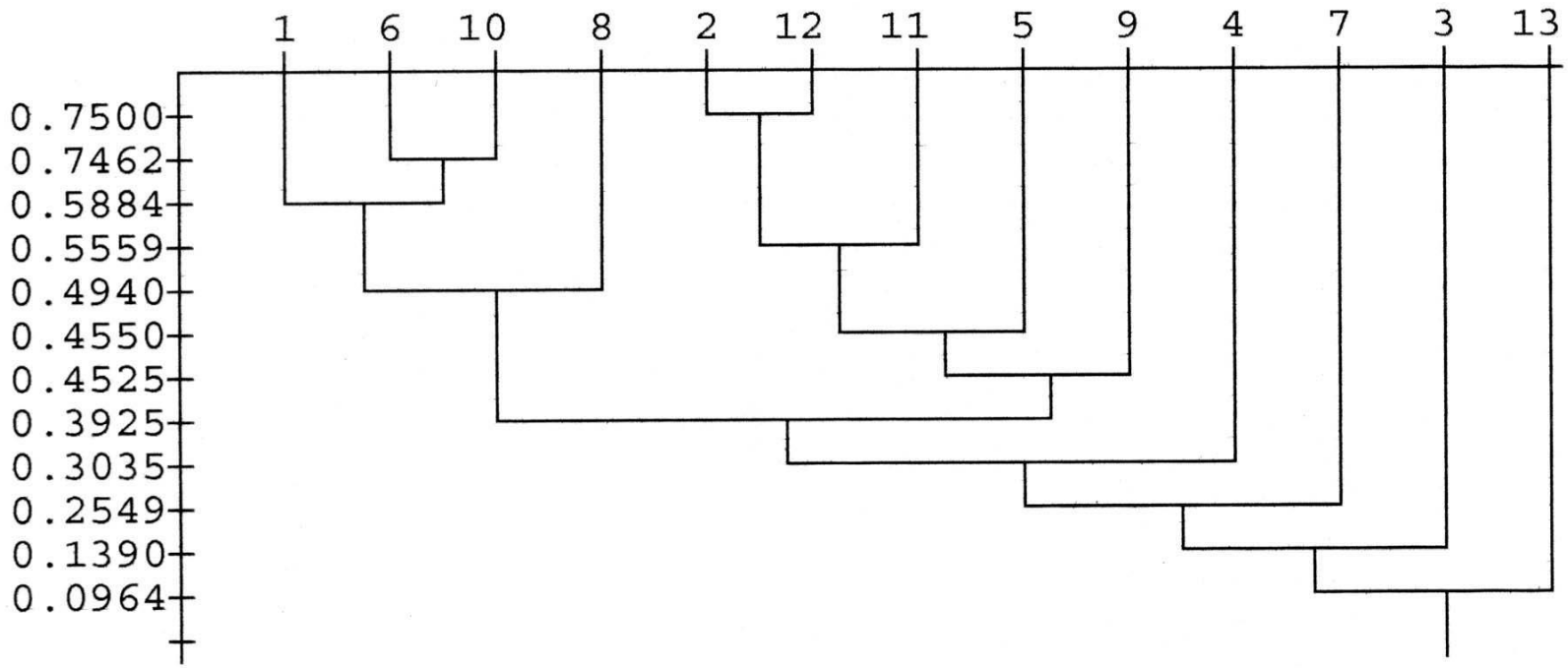
Доля сортов озимой пшеницы (%), находящихся в родстве, по десятилетним периодам

Генетическое разнообразие допущенных к использованию сортов мягкой озимой пшеницы по регионам выращивания



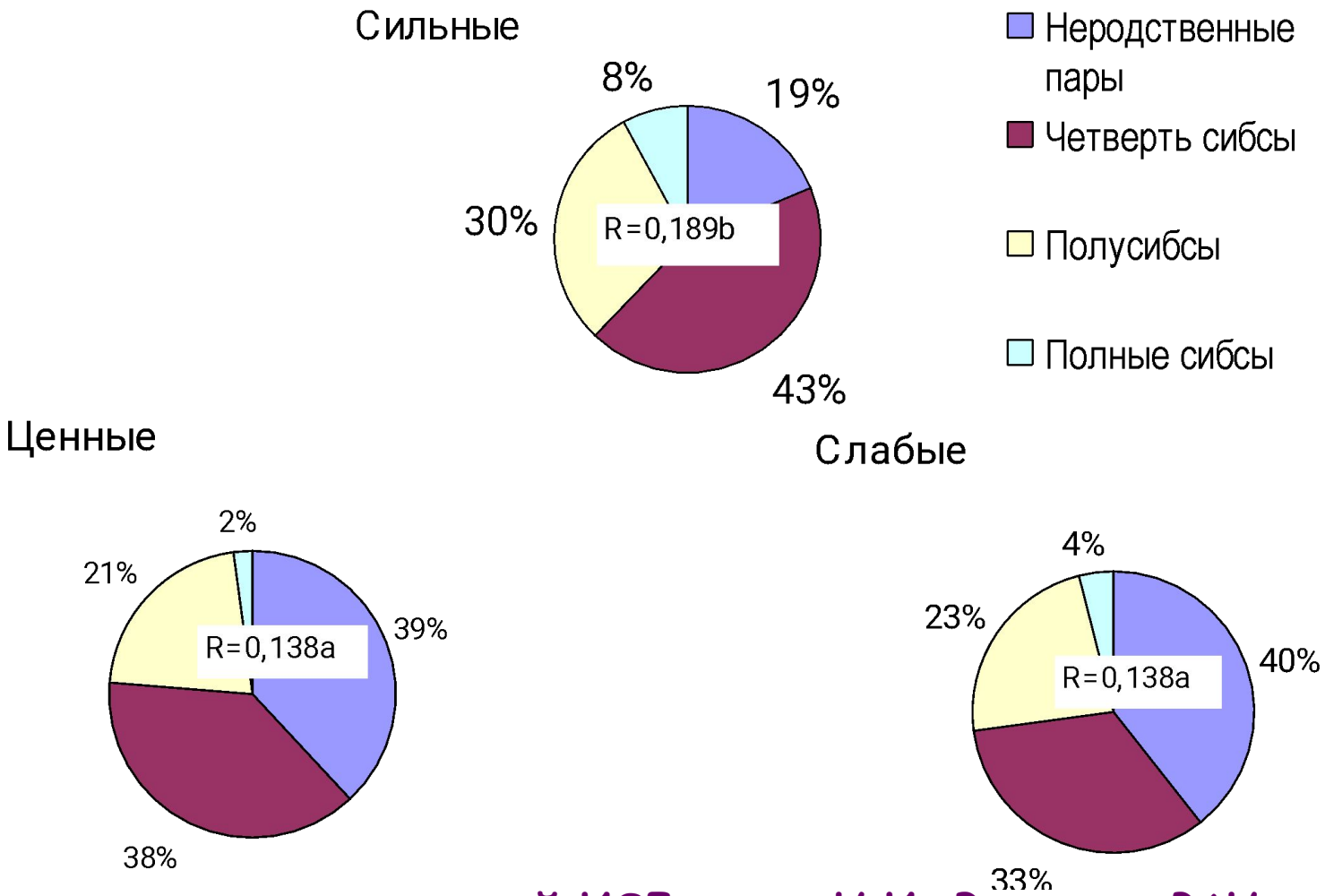
Лаборатория генетики растений ИОГен им. Н.И. Вавилова РАН

Дендрограмма кластеризации коэффициентов родства 13 сортов озимой мягкой пшеницы, районированных в Центральном регионе



1-Безенчукская 380; **2**-Заря; **3**-Звезда; **4**-Имени Рапопорта; **5**-Инна; **6**-Мироновская 808; **7**-Московская 39; **8**-Московская 70; **9**-Московская низкостебельная; **10**-Немчиновская 52; **11**-Памяти Федина; **12**-Янтарная 50; **13**-Суздальская 2.

Коэффициенты родства в различных группах качества

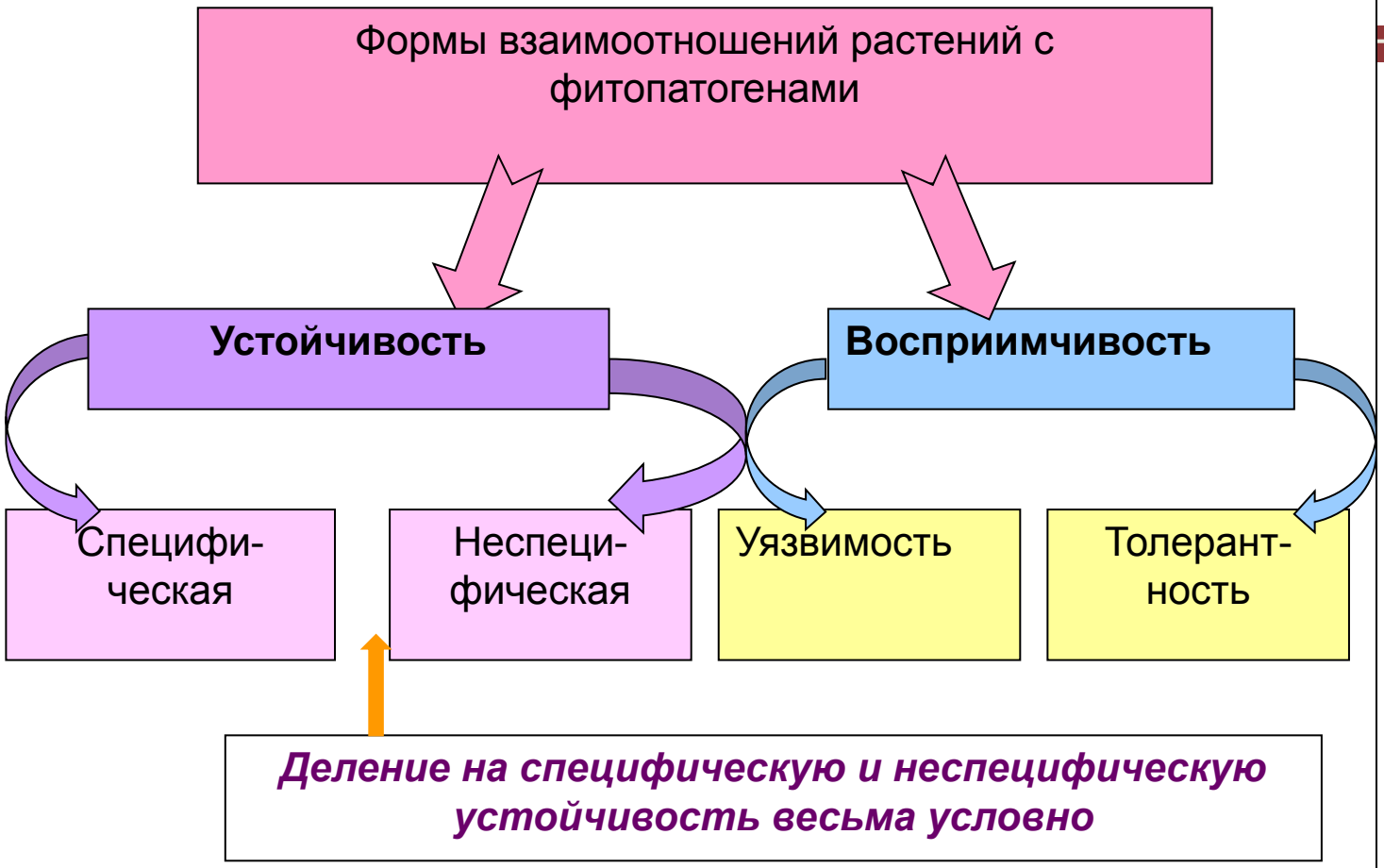


QTL-локусы и генетика количественных признаков

Генетические эффекты QTL-локусов:

- **доминирование;**
- **сверхдоминирование;**
- **отсутствие доминирования;**
- **аддитивные эффекты.**

Проблемы устойчивости растений к фитопатогенам



Приобретенный иммунитет и вакцинация растений

Вакцинные штаммы:

V69 к ВТМ;

ВИРОГ63 к ВЗКМО

Генетическая инженерия растений (будущее XXI века)

ВЫГОДЫ:

- улучшение и увеличение объема продукции;
- сокращение сроков селекции;
- получение лекарственных препаратов;
- модели для познания действия и взаимодействия генов.

РИСК для:

- экосистем;
- здоровья человека;
- исторически сложившейся культурной и дикой флоры.

Благодарю за внимание!