

Gregor Mendel

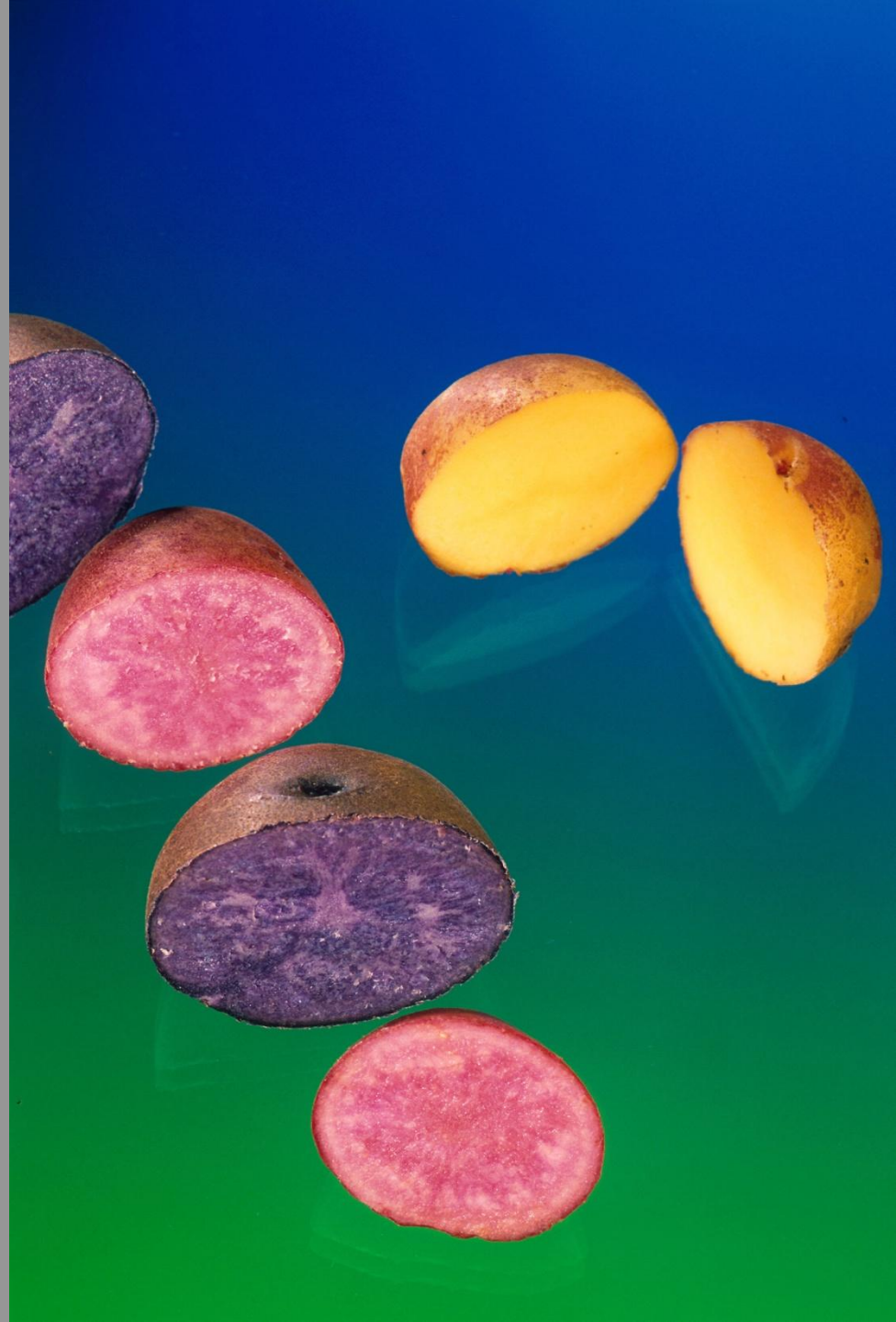
Тема 6 ГЕНЕТИКА

# Предмет генетики и ее методы

М.А. Волошина СУНЦ НГУ 2009

Генетика изучает  
**внутривидовое**  
разнообразие

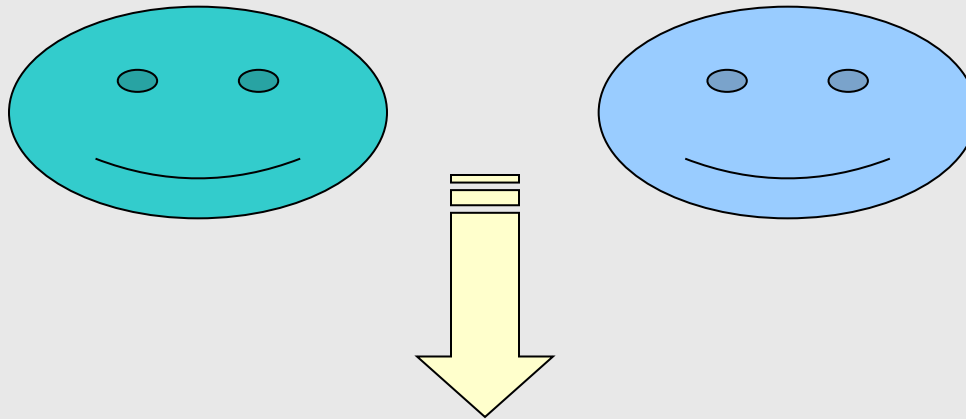
Сорта картофеля



# Первый вопрос, на который искала ответ генетика

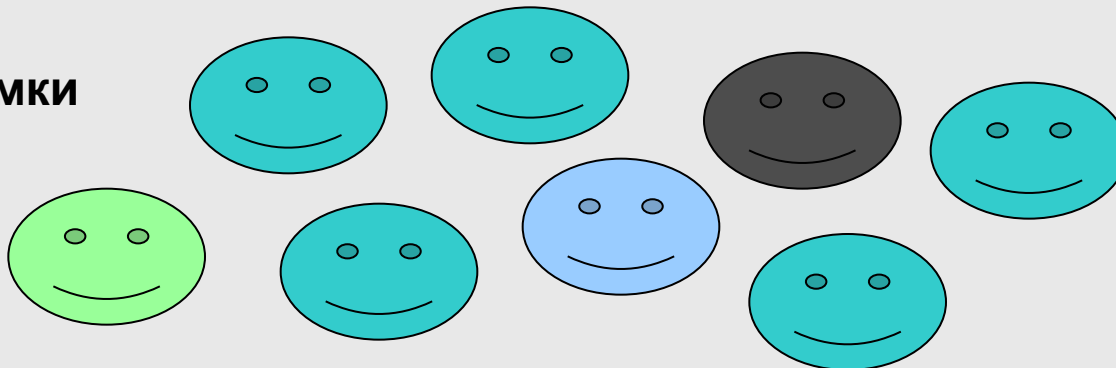
- Как родители передают свои свойства потомкам?
- Есть ли закономерность - или чисто случайно?

Родители



признаки  
гены

Потомки



признаки?  
гены?

# Методы генетики

- **Гибридологический** – основной
  - Скрещивание родителей с определенными признаками и наблюдение за признаками в поколениях потомков
- **Генеалогический** – родословные
- **Цитологический** – хромосомы
- **Биохимические** – белки
- **Молекулярные** методы – ДНК



# Грегор Мендель – основатель генетики

Современник Дарвина.

1822 – 1884





Памятник  
Менделю в  
Брно





1854 – первые опыты на горохе – скрещивание различных **сортов** и изучение гибридов.



**1865**

дата рождения генетики – доклад Менделя  
«**Опыты над растительными гибридами**»  
на двух заседаниях  
Общества испытателей природы г. Брно

# Versuche

über

## Pflanzen-Hybriden,

von

**Gregor Mendel.**

(Separatdruck aus dem IV. Bande der Verhandlungen des naturforschenden Vereines.)

Im Verlage des Vereines.



Brünn, 1866.

Aus Georg Gastl's Buchdruckerei, Postgasse Nr. 446.

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb.$$

Diese Entwicklungsreihe ist unbestritten eine Combinationsreihe, in welcher die beiden Entwicklungsreihen für die Merkmale *A* und *a*, *B* und *b* gliedweise verbunden sind. Man erhält die Glieder der Reihe vollzählig durch die Combinirung der Ausdrücke:

$$\begin{aligned} A + 2Aa + a \\ B + 2Bb + b \end{aligned}$$

Zweiter Versuch: *ABC* Samenpflanze, *abc* Pollenpflanze.  
*A* Gestalt rund, *a* Gestalt kantig.  
*B* Albumen gelb, *b* Albumen grün.  
*C* Schale graubraun, *c* Schale weiss.

Dieser Versuch wurde in ganz ähnlicher Weise wie der vorangehende durchgeführt. Er nahm unter allen Versuchen die meiste Zeit und Mühe in Anspruch. Von 24 Hybriden wurden im Ganzen 687 Samen erhalten, welche sämmtlich punctirt, graubraun oder graugrün gefärbt, rund oder kantig waren. Davon kamen im folgenden Jahre 639 Pflanzen zur Fruchtbildung, und wie die weiteren Untersuchungen zeigten, befanden sich darunter:

| 8 Pflanzen | <i>ABC</i>   | 22 Pflanzen | <i>ABcC</i>   | 45 Pflanzen | <i>ABbCc</i>    |
|------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-----------------|
| 14         | " <i>ABc</i> | 17          | " <i>AbCc</i> | 36          | " <i>abBcC</i>  |
| 9          | " <i>AbC</i> | 25          | " <i>aBCc</i> | 38          | " <i>AaBCc</i>  |
| 11         | " <i>Abc</i> | 20          | " <i>abCc</i> | 40          | " <i>AabCc</i>  |
| 8          | " <i>aBC</i> | 15          | " <i>ABbC</i> | 49          | " <i>AaBbC</i>  |
| 10         | " <i>aBc</i> | 18          | " <i>ABbc</i> | 48          | " <i>AaBbc</i>  |
| 10         | " <i>abC</i> | 19          | " <i>aBbC</i> |             |                 |
| 7          | " <i>abc</i> | 24          | " <i>aBbc</i> |             |                 |
|            |              | 14          | " <i>AaBC</i> | 78          | " <i>AaBbCc</i> |
|            |              | 18          | " <i>AaBc</i> |             |                 |
|            |              | 20          | " <i>AabC</i> |             |                 |
|            |              | 16          | " <i>Aabc</i> |             |                 |

Die Entwicklungsreihe umfasst 27 Glieder. Davon sind 8 in allen Merkmalen constant, und jede kommt durchschnittlich 10mal vor; 12 sind in zwei Merkmalen constant, in dem dritten hybrid, jede erscheint im Durchschnitte 19mal; 6 sind in einem Merkmale constant, in den beiden anderen hybrid, jede davon tritt durchschnittlich 43mal auf;

Почему Менделю удалось  
вместо общих слов о  
наследственности  
открыть ее **законы**?

# Причины неудач предшественников Менделя

- **Отсутствие четкой постановки задачи**  
Размытость понятия «фенотип» – наблюдали сразу за ВСЕМИ признаками  
«родительский тип»
- **Межвидовые скрещивания** → стерильность гибридов → **малое количество потомков**
- Учитывались **не все потомки**, а только самые интересные с точки зрения экспериментатора

# Особенности метода Менделя

- Фенотип разбил на **дискретные признаки**
- В опыт взял только **чистые линии** – где не было изменчивости внутри сорта.
  - Имевшиеся вначале 34 сорта гороха проверял в течение двух лет, после чего оставил только 22 – где признаки наследовались **константно**.



# Особенности метода Менделя

- **Количественный метод:**
  - много потомков – сотни и тысячи
  - разбивка на фенотипические классы по признаку
  - подсчет всех без исключения
- Выдвинул **гипотезу** для объяснения первых результатов и **спланировал эксперименты**, которые могли ее подтвердить или опровергнуть.

# Признаки

## **Внешние**

цвет и форма  
различных  
частей,  
их размер,  
рост,  
вес

## **Физиологи- ческие**

поведение,  
Продолжитель-  
ность жизни,  
склонность к  
заболеваниям,  
сроки цветения у  
растений  
яйценоскость,  
интеллект

## **Молекулярные и цитологические**

кариотип,  
морфология клеток  
наличие и активность  
белков,  
уровень гормонов  
группа крови  
состояние иммунной  
системы

В генетике следует различать термины ***признак*** и ***значение признака***

| Термин                   | Что соответствует | Примеры           |                   |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Признак</b>           | Ген               | Цвет семян        | Высота растения   |
| <b>Значения признака</b> | Аллели гена       | желтый<br>зеленый | высокое<br>низкое |

# Менделевские признаки



# Мендель выбрал 7 пар альтернативных признаков

(ДОМИНАНТНЫЕ – рецессивные)



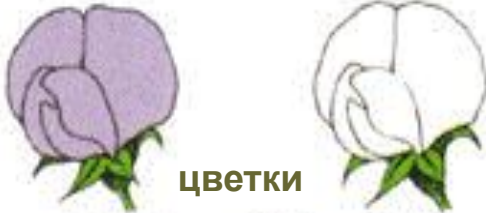
кожура

**ГЛАДКАЯ – морщинистая**



семядоли

**ЖЕЛТЫЕ – зеленые**



цветки

**ФИОЛЕТОВЫЕ – белые**



форма  
стручков

**ВЫПУКЛЫЕ – с перетяжками**



положение  
цветков

**ПАЗУШНОЕ – верхушечное**



окраска  
стручков

**ЗЕЛЕННЫЕ – желтые**



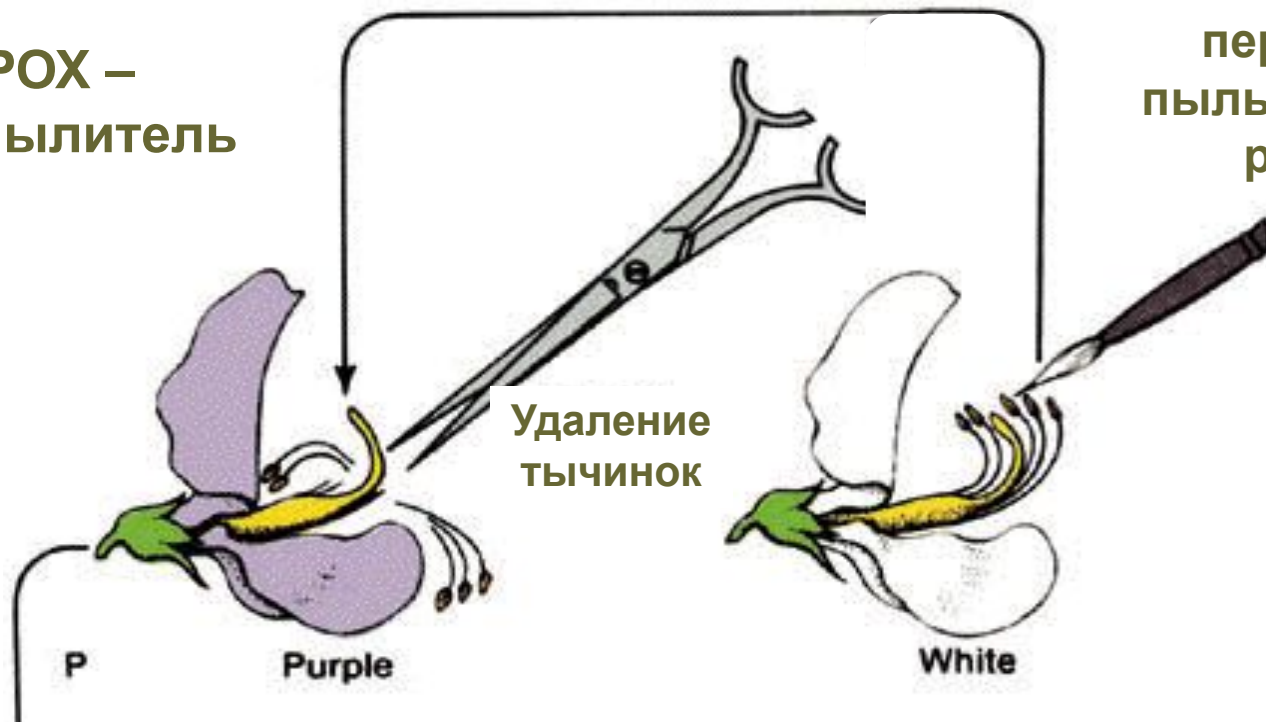
высота  
растения

**ВЫСОКОЕ – низкое**

Время цветения  
раннее – позднее



**ГОРОХ –  
самоопылитель**

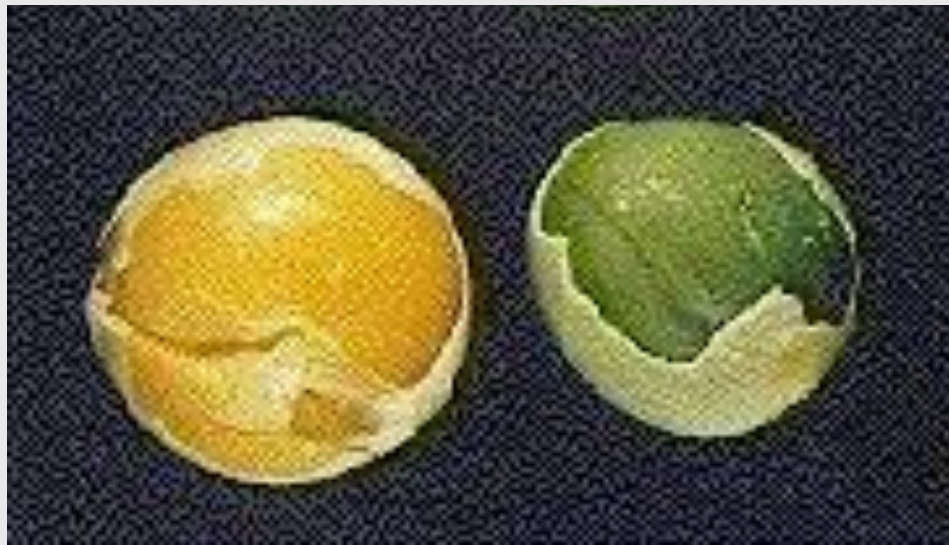


**Кисточкой  
переносится  
пыльца с другого  
растения**

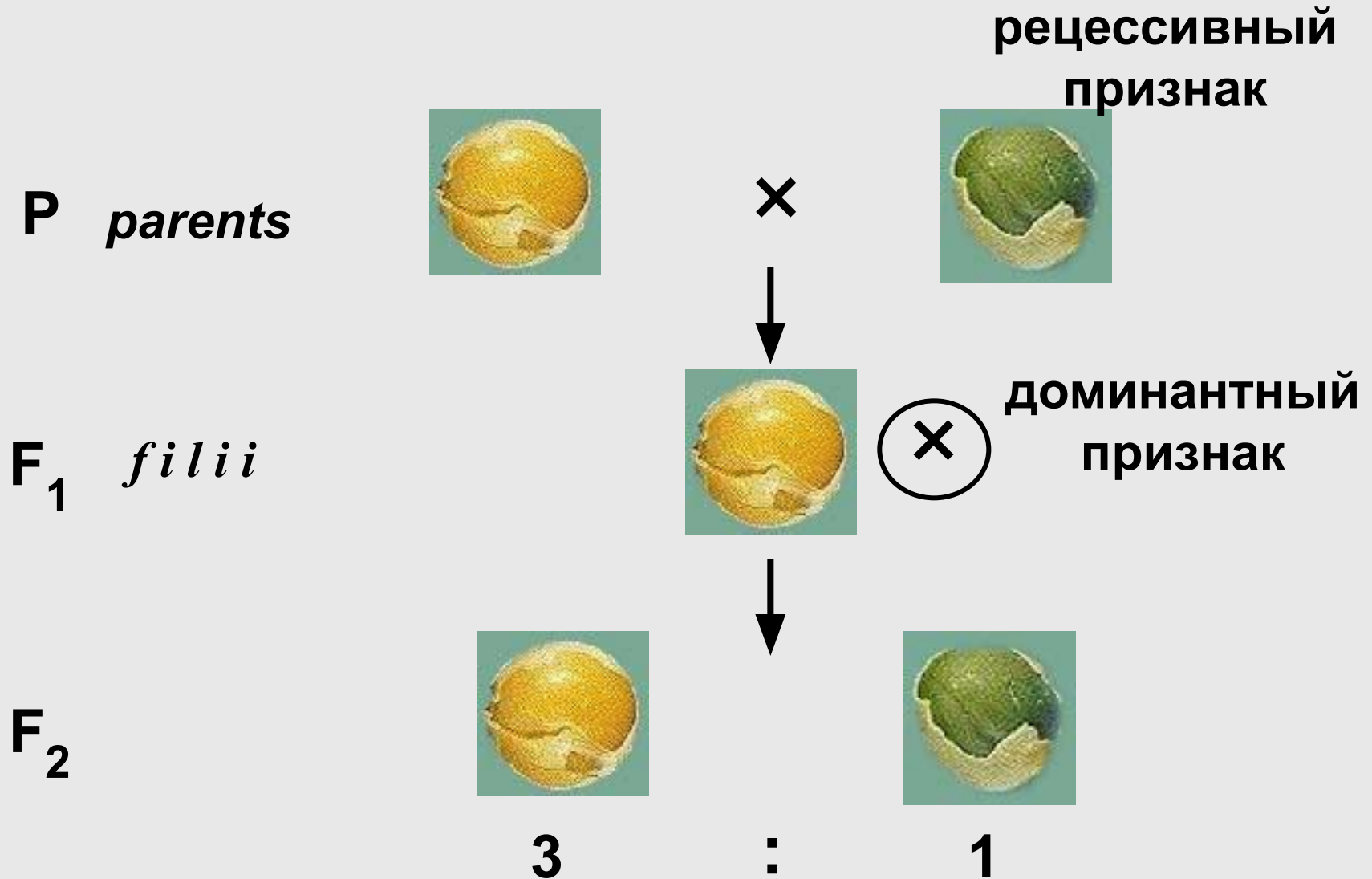
**Удаление  
тычинок**

# Моногибридное скрещивание

Родители отличаются **по одному признаку**



# Моногибридное скрещивание



**Table 2-1** Results of All Mendel's Crosses in Which Parents Differed for One Character

| Parental phenotypes                | $F_1$        | $F_2$                     | $F_2$ Ratio |
|------------------------------------|--------------|---------------------------|-------------|
| 1. Round $\times$ wrinkled seeds   | All round    | 5474 round; 1850 wrinkled | 2.96: 1     |
| 2. Yellow $\times$ green seeds     | All yellow   | 6022 yellow; 2001 green   | 3.01: 1     |
| 3. Purple $\times$ white petals    | All purple   | 705 purple; 224 white     | 3.15: 1     |
| 4. Inflated $\times$ pinched pods  | All inflated | 882 inflated; 299 pinched | 2.95: 1     |
| 5. Green $\times$ yellow pods      | All green    | 428 green; 152 yellow     | 2.82: 1     |
| 6. Axial $\times$ terminal flowers | All axial    | 651 axial; 207 terminal   | 3.14: 1     |
| 7. Long $\times$ short stems       | All long     | 787 long; 277 short       | 2.84: 1     |

- Законы наследования **не зависят от признака** – везде наблюдается доминирование одного признака в  $F_1$  и одно и то же расщепление 3 : 1 в  $F_2$
- Родительские признаки **не смешиваются**. Они наследуются как дискретные сущности.

# Гипотеза Менделя

- Каждому дискретному признаку соответствует **дискретный** наследственный задаток (соврем. – *ген*) ***A*** или ***a***.
- Гаметы содержат только **один ген**, а каждый организм – **два**.
- Гибридное растение ***Aa*** производит гаметы ***A*** и ***a*** в равных соотношениях **1 : 1**





Один фенотип – разные генотипы



Только один тип гамет

**F<sub>1</sub>**



$Aa$

|        |     | Гаметы |     |
|--------|-----|--------|-----|
|        |     | ♀      | ♂   |
| Гаметы | ♀   | $A$    | $a$ |
|        | ♂   | $A$    | $a$ |
| 1      | $A$ | $Aa$   |     |
| :      |     |        |     |
| 1      | $a$ | $aa$   |     |

Два типа гамет

**F<sub>2</sub>**

Каждая ячейка –  $\frac{1}{4}$  ПОТОМКОВ



F<sub>2</sub>

|             |          | Гаметы    |           |
|-------------|----------|-----------|-----------|
|             |          | <b>A</b>  | <b>a</b>  |
| Гаметы      | ♀        |           |           |
|             | ♂        |           |           |
| 1<br>:<br>1 | <b>A</b> | <b>AA</b> | <b>Aa</b> |
|             | <b>a</b> | <b>Aa</b> | <b>aa</b> |

Решетка  
Пеннета

Каждая ячейка –  
 $\frac{1}{4}$   
ПОТОМКОВ

1 : 2 : 1

**A**<sub>-</sub>  **aa** 

3 : 1

$\frac{3}{4}$  :  $\frac{1}{4}$

Расщепление  
по генотипу

Расщепление  
по фенотипу

Один из выводов Менделя –  
**родители вносят равный  
вклад в потомство:**

наследование признака не  
зависит от того, получен он от  
отца или от матери.

**Левенгук** (17в.) – опыты по скрещиванию кроликов.

**Цель:** определить, мать **или** отец передают свои свойства потомкам (парадигма – преформизм)

Серый отец × белая мать  
↓  
все потомки серые.

**Вывод:** В сперматозоидах содержится вся наследственная информация, а яйцеклетка лишь снабжает эмбрион питательными веществами.



Где тут ошибка – в постановке эксперимента или в выводе?

# Основные понятия, заложенные Менделем, в современных терминах

- **Ген** – дискретная единица наследственной информации.

1 ген → 1 признак (Мендель)

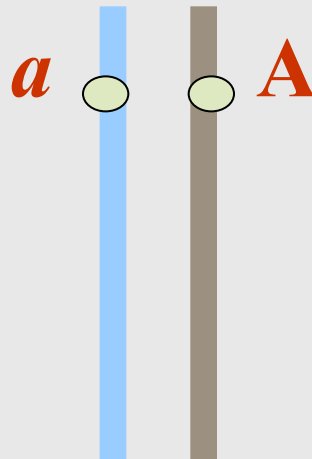
1 ген → 1 белок (с середины 20 в.)

- **Аллели** – мутантные варианты одного гена. Определяют один и тот же признак, но разные его значения.

Обозначаются одной буквой! – **A a a<sup>1</sup>**

# Основные понятия в современной формулировке

- **Аллели** находятся в идентичных локусах гомологичных хромосом.
- **Локус** – место на хромосоме, занимаемое данным геном



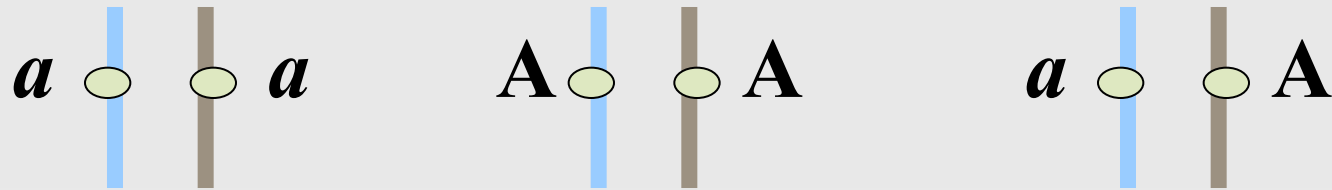


- **Генотип** – совокупность всех генов организма (их конкретные аллели).
- **Фенотип** – совокупность всех признаков организма.

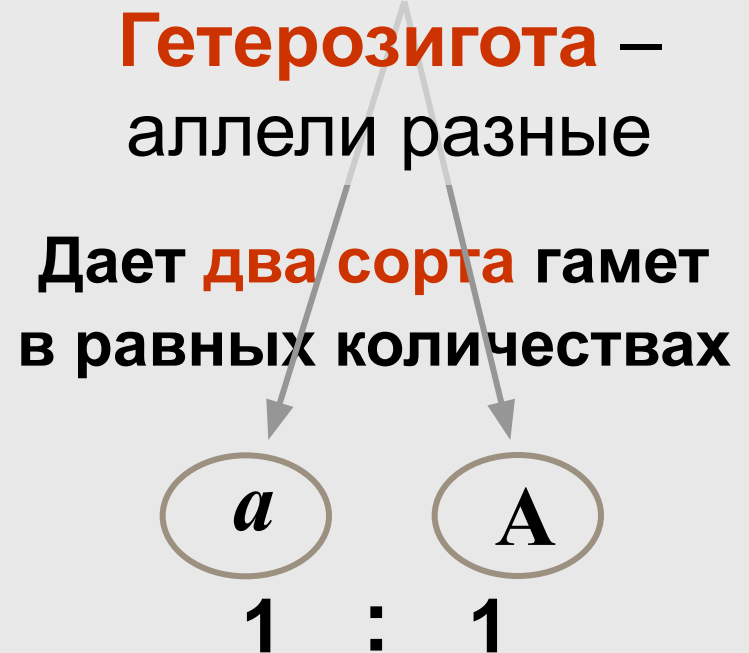
За одним фенотипом могут скрываться разные генотипы!

**AA** и **Aa**

- Каждая **особь** содержит ровно **два аллеля** **каждого гена** (потому что она диплоидна)



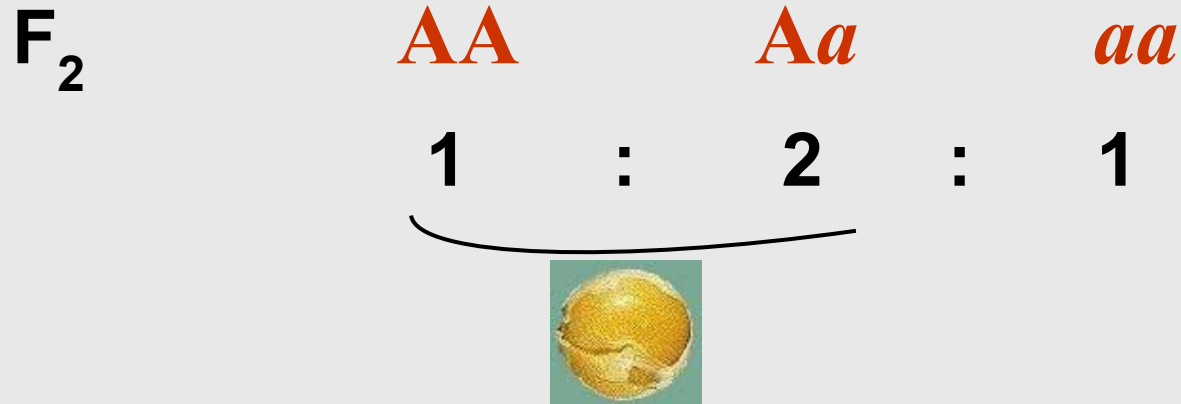
**Гамета** содержит **один аллель** каждого гена (она гаплоидна)



- **Доминантный** – признак родителя, проявляющийся у гетерозиготы, и его аллель (**A**)
- **Рецессивный** – признак, проявляющийся только в гомозиготе, и его аллель (**a**)
- Доминирование обозначается как **A > a**
- Гораздо реже встречается **неполное доминирование** – гетерозигота имеет признак, промежуточный между родительскими.

(время цветения в опытах Менделя)

# Как Мендель проверил гипотезу?



Если гипотеза верна, то среди желтых растений  $F_2$   $\frac{2}{3}$  должны быть **Aa**, и  $\frac{1}{3}$  – **AA**.

↓  
Дадут расщепление  
при самоопылении

↓  
Расщепления при  
самоопылении не будет

Второй способ проверить их генотип –  
**анализирующее скрещивание**

# Анализирующее скрещивание – скрещивание на рецессивную гомозиготу



$A?$

×

$aa$



$Aa$

×

$aa$

$AA$

×

$aa$

гаметы



$Aa$

$aa$

$Aa$

1 : 1

все



# Законы Менделя для моногибридного скрещивания

## 1. Единообразия первого поколения

Все потомки  $F_1$  от скрещивания двух родителей, гомозиготных по разным аллелям одного гена, одинаковы по генотипу и фенотипу

## 2. Расщепления во втором поколении

В  $F_2$  от скрещивания родителей, гомозиготных по альтернативным признакам, наблюдается расщепление в отношении **1 : 2 : 1 по генотипам**,  
и **3 : 1 по фенотипам**



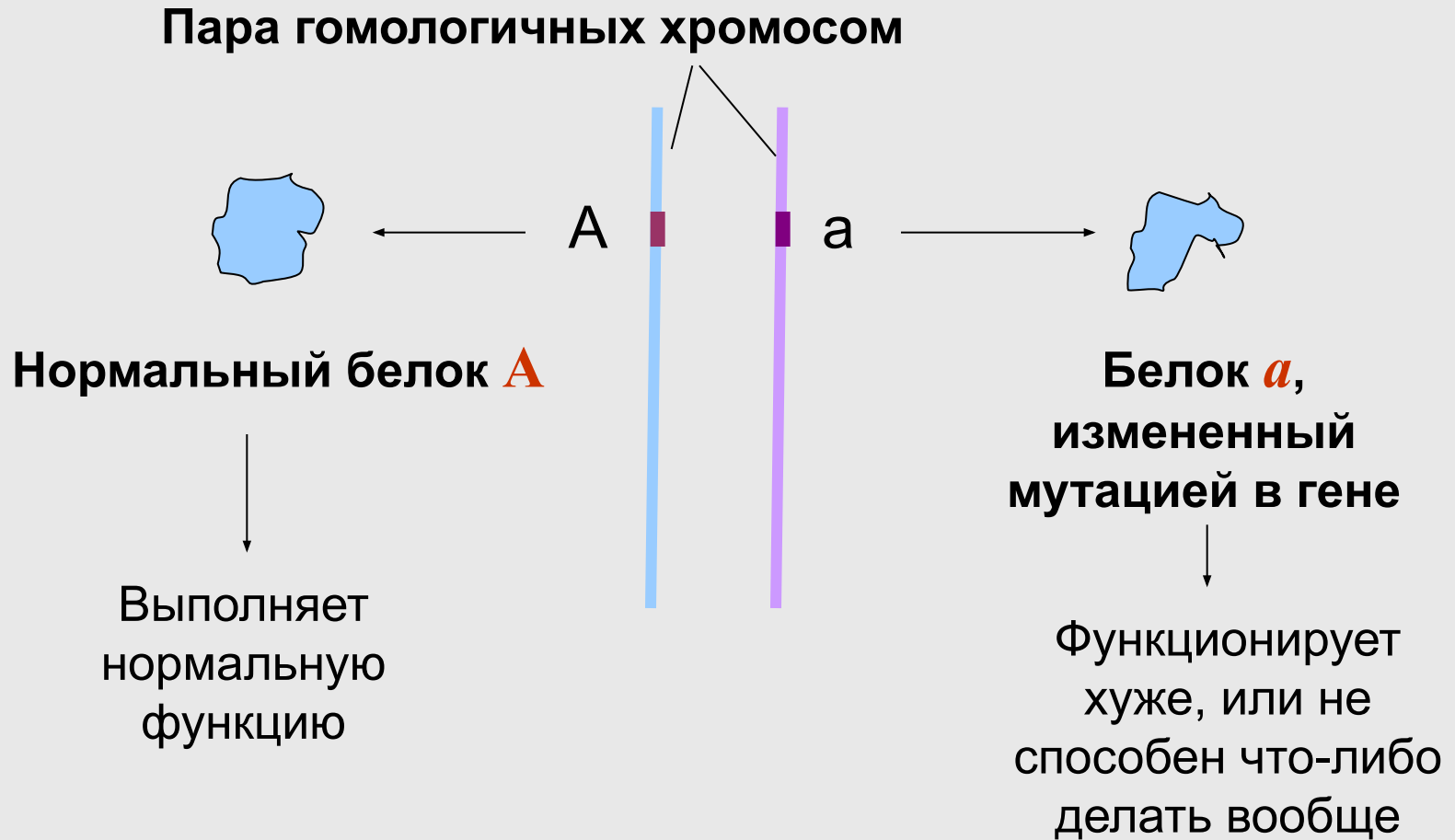
### 3. Закон чистоты гамет.

У гибридов  $F_1$  (генотипа  $Aa$ ) аллели, полученные от родителей, **никоим образом не смешиваются друг с другом**, а остаются отдельными на протяжении всей жизни особи и расходятся в разные гаметы, так что **половина гамет получает один аллель, половина – другой**

Этот закон фактически утверждает **дискретность генов** и их **неизменность в течение жизни** организма – каждый передает потомкам тот же ген, что получил от родителей – не появляется смешанного, например, желто-зеленого аллеля.

# Молекулярная природа доминирования

У гетерозиготы два **разных аллеля** → с них синтезируется **два варианта** одного белка.

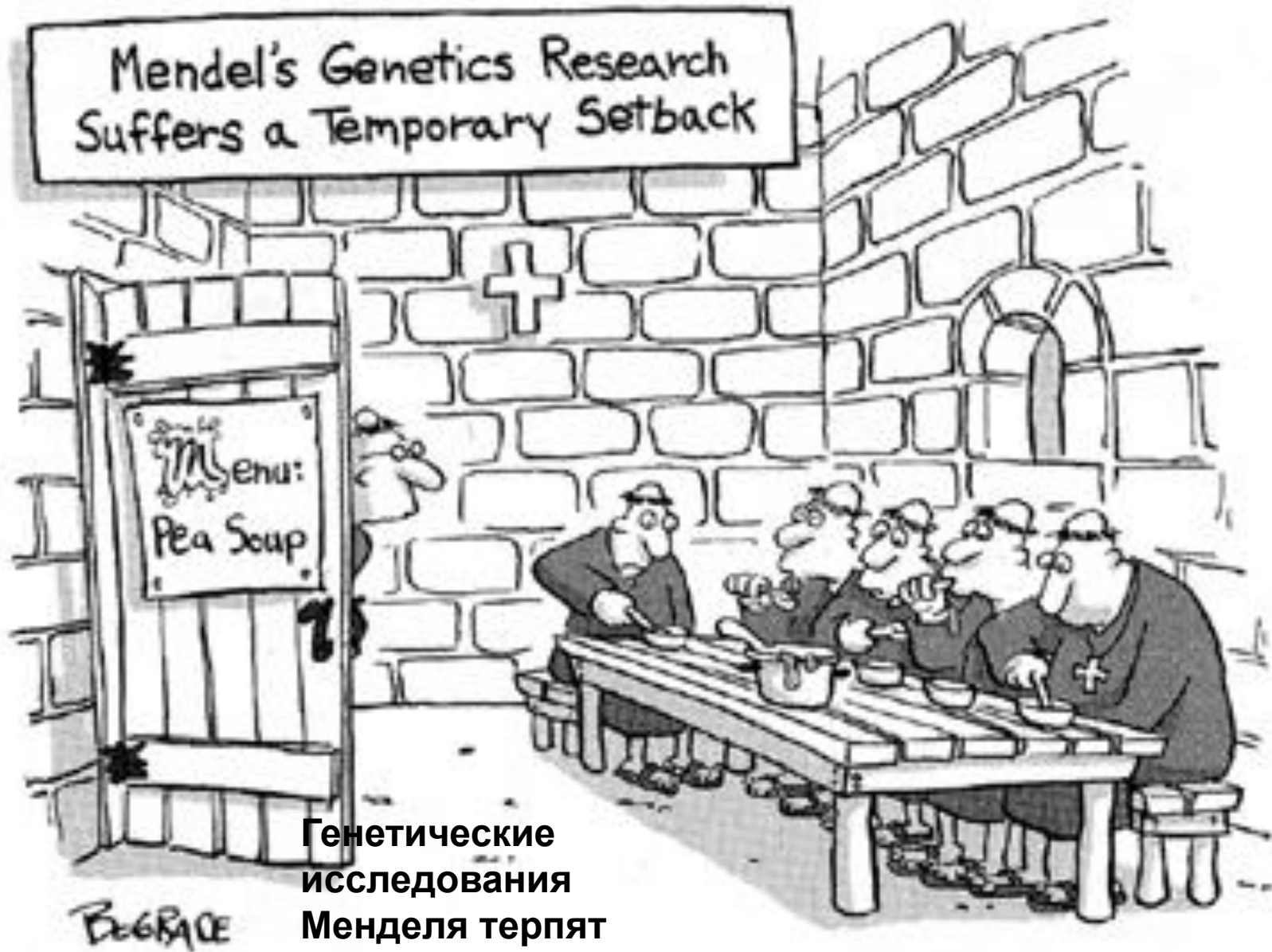


Молекулярная природа доминирования

# Почему нормальный аллель обычно доминирует над мутантным?

+ > a

- **Рецессивные аллели** – это нехватка или полное отсутствие нормального белка.
- Как ни парадоксально, но явление **полного доминирования** говорит о том, что для большинства белков **половины** их нормального количества **достаточно** для обеспечения функции в клетке.
- При **неполном** доминировании продукта (+)-аллеля не хватает для нормального развития признака.

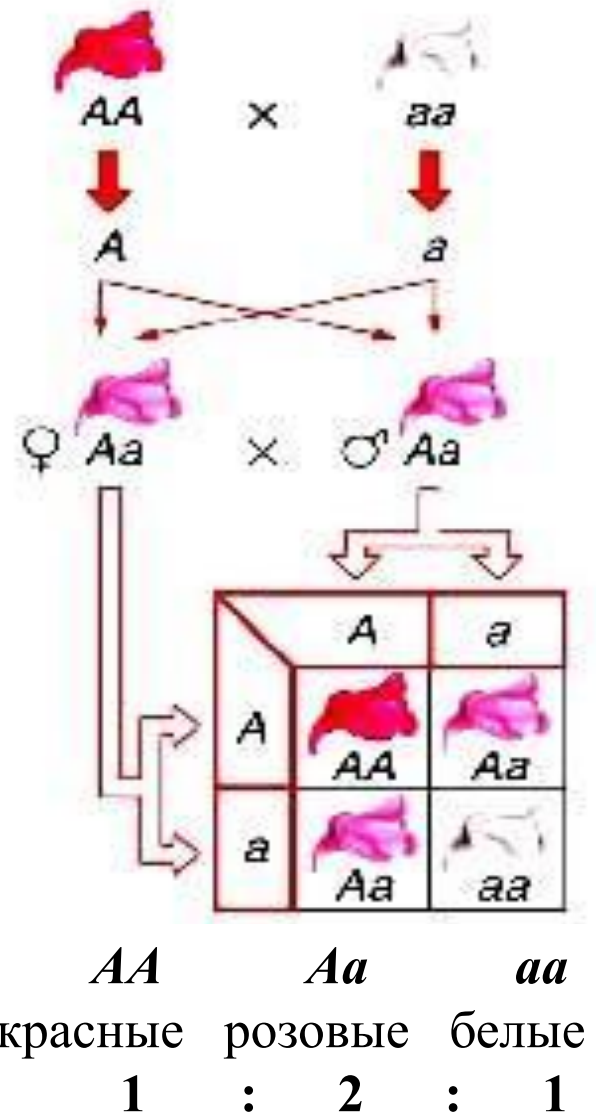


Генетические  
исследования  
Менделя терпят  
временную неудачу

# Неполное доминирование: окраска цветков у львиного зева



Расщепление по фенотипам  
совпадает с  
расщеплением по генотипам !





# Неполное доминирование у норки



**++**

**×**



**hh**

**F<sub>1</sub>**



**+h**

**×**



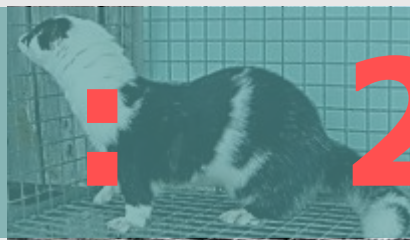
**+h**

**F<sub>2</sub>**



**1**

**++**



**2**

**+h**



**2**

**+h**



**1**

**hh**

Следующая лекция –  
взаимодействие аллелей  
одного гена

## Авторские права

Вы скачали данную презентацию с сайта **Biologii.Net**, согласившись с тем, что

### **Вы можете свободно**

- Использовать данную презентацию в образовательных целях с сохранением авторства.
- Использовать рисунки и отдельные слайды в своих презентациях и на сайтах со ссылкой на данный сайт или автора.

### **Вы НЕ имеете права**

- Копировать, распространять или использовать ее другим способом для извлечения коммерческой выгоды.
- Выкладывать на интернет-сайтах для скачивания.
- Использовать слайды, текст и авторские рисунки без ссылок, выдавая их за свои.

Если вы не согласны с этими условиями, удалите презентацию с вашего компьютера.

© М.А. Волошина 2009

<http://http://biologii.net>