

Институт  
цитологии и генетики  
СО РАН



Лаборатория  
молекулярной цитогенетики



Новосибирский  
Государственный  
Университет

Кафедра  
цитологии и генетики

член-корреспондент РАН  
Жимулёв Игорь Федорович

# ОБЩАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА

Курс лекций  
для студентов 3 курса  
(версия 1998-4)

**От автора**

Данное пособие не является учебником в строгом смысле этого слова, а представляет собой лишь набросок, иногда очень конспективный, лекций по курсу “Общая генетика” (22 лекции), а также спецкурса “Материальные основы наследственности” (15 лекций), читаемых студентам 3-го курса в Новосибирском государственном университете в 1993-1998 гг. Текст записан больше в помощь самому лектору, чем другим читателям. Курс находится в стадии становления, поэтому различные его разделы раскрыты в разной степени, что подразумевает активную самостоятельную работу учащихся.

Необходимость положить текст этих лекций на бумагу связана с двумя обстоятельствами, прежде всего в связи с чрезвычайно бурным развитием генетики в мире, особенно молекулярной генетики и геномной инженерии, а также в связи с тем, что последствия кризиса, охватившего Россию в 80 - 90-х годах, больше всего ударили по науке и системе образования. В результате учебники по генетике для вузов не издавались с 1989 года. За это время наука ушла далеко вперед.

Весь материал пособия легко подразделяется на четыре части: “основные определения классической генетики” (главы 1-5), “структура генома и гена” (главы 6-8), “организация хромосом” (главы 9-12) и “функционирование генетических систем” (главы 13-21).

При подготовке отдельных лекций большую помощь оказали А.П. Акифьев, В.Г. Колпаков, В.А. Соколов и Е.Б. Коза.

Компьютерную верстку текста и подготовку рисунков осуществил Д.Е. Коряков. Текст набирали И.П. Селиванова, Е.А. Долбак и М.А. Шамова. Всем друзьям и коллегам автор выражает глубокую благодарность.

Данный курс в рукописи весьма тщательно прочитали глазами учащихся студенты А.А. Горчаков, Л.В. Болдырева, Т.Д. Троценко и аспирант А.А. Алексеенко. Автор особо благодарит их за конструктивные предложения по улучшению манеры изложения.

Создание данного курса лекций частично финансировалось Федеральной целевой программой “Государственная поддержка интеграции высшего образования и фундаментальной науки на 1997-2000 гг.”, программой “Соросовские профессора” Международного Научного Фонда, а также рядом частных спонсоров.

Данный курс можно найти в сети Internet по адресу:

**<http://www.nsu.ru/biology/courses/genetics/index.html>**



---

## Структура курса

1. Общие положения: предмет и история развития генетики
  - 1.1. Предмет генетики
  - 1.2. Краткая история развития представлений о наследственности
  - 1.3. Краткий очерк истории генетики в России
  - 1.4. Сведения об Институте цитологии и генетики СО РАН
2. Генетический анализ
  - 2.1. Цели и задачи генетического анализа
  - 2.2. Моногибридное скрещивание
    - 2.2.1. Доминирование по Менделю
    - 2.2.2. Анализирующее скрещивание
    - 2.2.3. Неполное доминирование и кодоминирование
    - 2.2.4. Отклонения от ожидаемого расщепления
  - 2.3. Дигибридное скрещивание
  - 2.4. Генетический анализ при взаимодействии генов
    - 2.4.1. Комплементарное действие генов
    - 2.4.2. Эпистаз
    - 2.4.3. Полимерия
  - 2.5. Количественные признаки
  - 2.6. Наследование признаков, сцепленных с полом
  - 2.7. Нерасхождение половых хромосом
3. Сцепленное наследование и кроссинговер
  - 3.1. Сцепленное наследование
  - 3.2. Кроссинговер
    - 3.2.1. Генетические доказательства перекреста хромосом
  - 3.2.2. Частота кроссинговера и линейное расположение генов в хромосоме
    - 3.2.3. Одинарный и множественный перекресты хромосом
    - 3.2.4. Интерференция
    - 3.2.5. Цитологические доказательства кроссинговера
    - 3.2.6. Неравный кроссинговер
    - 3.2.7. Митотический (соматический) кроссинговер
    - 3.2.8. Факторы, влияющие на кроссинговер
4. Изменчивость наследственного материала
  - 4.1. Мутационная теория Г. де Фриза и классификация мутаций
    - 4.1.1. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости  
Н.И. Вавилова
    - 4.1.2. Классификация Г. Меллера
    - 4.1.3. Генеративные и соматические мутации
    - 4.1.4. Прямые и обратные мутации
    - 4.1.5. Плейотропный эффект мутаций
    - 4.1.6. Экспрессивность и пенетрантность мутаций
    - 4.1.7. Множественные аллели
    - 4.1.8. Условные мутации
  - 4.2. Спонтанные и индуцированные мутации
    - 4.2.1. Методы учета мутаций

- 
- 4.2.2. Спонтанные мутации
  - 4.2.3. Индуцированные мутации
  - 4.3. Хромосомные перестройки
    - 4.3.1. Делеции
    - 4.3.2. Дупликации
    - 4.3.3. Инверсии
    - 4.3.4. Транслокации
  - 4.4. Полиплоидия
    - 4.4.1. Автополиплоидия
    - 4.4.2. Аллополиплоидия
    - 4.4.3. Искусственное получение полиплоидов
    - 4.4.4. Анеуплоидия
    - 4.4.5. Сегментальная анеуплоидия у дрозофилы
    - 4.4.6. Гаплоидия
  - 4.5. Системные мутации
  - 4.6. Ненаследственная изменчивость
  - 4.7. Близнецы
  - 5. Генетический анализ: картирование генов
    - 5.1. Получение мутаций
    - 5.2. Тест мутаций на аллелизм
    - 5.3. Межаллельная комплементация
    - 5.4. Определение группы сцепления
      - 5.4.1. Картирование генов с помощью рецессивных маркеров
      - 5.4.2. Картирование генов с помощью доминантных маркеров
    - 5.5. Локализация гена в группе сцепления
      - 5.5.1. Классический метод
      - 5.5.2. Картирование летальных мутаций
      - 5.5.3. Селективные схемы скрещиваний
      - 5.5.4. Соотношение кроссоверной и молекулярной карт генов
      - 5.5.5. Картирование генов с помощью хромосомных перестроек
    - 5.5.6. Картирование генов с помощью соматического кроссинговера
    - 5.6. Метод анеуплоидных тесторов
      - 5.6.1. Нуллисомия
      - 5.6.2. Моносомия
    - 5.7. Методы клеточной биологии
    - 5.8. Локализация генов с помощью гибридизации нуклеиновых кислот
    - 5.9. Генеалогический метод
    - 5.10. Трансформация у бактерий
    - 5.11. Трансдукция
    - 5.12. Конъюгация
  - 6. Структура и организация генома
    - 6.1. Роль ДНК в наследственности
    - 6.2. Структура ДНК
-

- 
- 6.3. Репликация ДНК
  - 6.4. Генетический код
  - 6.5. Структура генома эукариот
  - 6.6. Мобильные элементы генома
  - 7. Структура гена
    - 7.1. Развитие представлений о гене
    - 7.2. Перекрывающиеся гены у вирусов и прокариот
    - 7.3. Оперонный принцип организации генов у прокариот
    - 7.4. Химический синтез генов
    - 7.5. Клонирование и анализ ДНК
      - 7.5.1. Ферменты рестрикции
      - 7.5.2. Векторы для молекулярного клонирования
      - 7.5.3. Создание геномных библиотек
      - 7.5.4. Хромосомная “ходьба”
      - 7.5.5. Саузерн-блот и Нозерн-блот анализы
      - 7.5.6. Полимеразная цепная реакция
      - 7.5.7. Определение последовательности нуклеотидов (секвенирование)
      - 7.5.8. Определение положения гена на физической карте ДНК
      - 7.5.9. Трансформация у эукариот
    - 7.6. Расположение генов в хромосомах
    - 7.7. Структурная и регуляторная части генов
      - 7.7.1. Интроны и экзоны
      - 7.7.2. Альтернативный сплайсинг
      - 7.7.3. Локализация генов в интронах
      - 7.7.4. Регуляторная область гена
      - 7.7.5. Репортерные гены
      - 7.7.6. Метод поиска энхансеров у дрозофилы
    - 7.8. Слияние генов
    - 7.9. Гомология генов
    - 7.10. Псевдогены
  - 8. Молекулярные механизмы мутагенеза, кроссинговера и генной конверсии
  - 9. Строение и функционирование хромосом
    - 9.1. Введение
    - 9.2. Хромосомы вирусов, клеточных органелл и прокариот
    - 9.3. Митотические хромосомы
    - 9.4. Эу- и гетерохроматин в митотических хромосомах
      - 9.4.1. Компактизация хроматина
      - 9.4.2. Дифференциальная окрашиваемость
      - 9.4.3. Конъюгация гетерохроматиновых районов
      - 9.4.4. Контакты гетерохроматина с ядерной оболочкой
      - 9.4.5. Гетерохроматин и хромосомные перестройки
      - 9.4.6. Поздняя репликация
      - 9.4.7. Варьирование количества гетерохроматина
      - 9.4.8. Формирование гетерохроматиновых районов в онтогенезе
-

- 
- 9.4.9. Повторенные последовательности
  - 9.4.10. Генетическое содержание гетерохроматиновых районов хромосом
  - 9.5. Теломеры и теломерный гетерохроматин
    - 9.5.1. Концепция теломеры
    - 9.5.2. Строение теломер
  - 9.6. Диминуция хроматина и хромосом
    - 9.6.1. Диминуция хроматина у аскарид
    - 9.6.2. Диминуция хроматина у циклопов
    - 9.6.3. Элиминация хроматина у инфузорий
    - 9.6.4. Элиминация хромосом у двукрылых насекомых
    - 9.6.5. Физиологическое значение диминуции хроматина
  - 9.7. Строение центромеры
  - 9.8. В-хромосомы
  - 10. Эффект положения гена
  - 11. Упаковка ДНК в хромосомах
    - 11.1. Нуклеосомы
    - 11.2. Степени укладки ДНК
    - 11.3. Хромомерная организация хромосом
    - 11.4. Хромосомы типа “ламповых щеток”
  - 12. Политенные хромосомы
    - 12.1. Морфологические характеристики политенных хромосом
      - 12.1.1. Многонитчатость политенных хромосом
      - 12.1.2. Классические и скрытые политенные хромосомы
      - 12.1.3. Синапсис и асинапсис гомологов
      - 12.1.4. Хромомерный рисунок в политенных хромосомах
      - 12.1.5. Функциональное значение политении
      - 12.1.6. Архитектоника ядра
    - 12.2. Генетическая организация морфологических структур политенных хромосом
      - 12.2.1. Диски
      - 12.2.2. Междиски
      - 12.2.3. Пуфы
      - 12.2.4. Кольца Бальбиани
      - 12.2.5. Ядрышки
    - 12.3. Гормональный контроль пуфов
    - 12.4. Пуфы теплового шока
    - 12.5. Прицентромерный гетерохроматин в политенных хромосомах
    - 12.6. Интеркалярный гетерохроматин в политенных хромосомах
    - 12.7. Репликация ДНК в политенных хромосомах
  - 13. Генетика определения пола
    - 13.1. Гинандроморфы, интерсексы, гермафродиты и другие половые отклонения
    - 13.2. Балансовая теория определения пола
    - 13.3. Действие генов при определении пола у дрозофилы
-

- 
- 13.4. Компенсация дозы генов
    - 13.4.1. Компенсация дозы генов у дрозофилы
    - 13.4.2. Компенсация дозы генов у млекопитающих
  - 14. Генетика развития
    - 14.1. Роль клеточного ядра в развитии
    - 14.2. Тотипотентность клеточного ядра
    - 14.3. Детерминация
    - 14.4. Раннее эмбриональное развитие дрозофилы
    - 14.5. Гомология генов, контролирующих раннее развитие
    - 14.6. Апоптоз (генетически запрограммированная смерть клетки)
    - 14.7. Генетический контроль метаморфоза у насекомых
  - 15. Основы генетики популяций
  - 16. Инбридинг и гетерозис
    - 16.1. Инбридинг
    - 16.2. Гетерозис
    - 16.3. Генетические механизмы гетерозиса
    - 16.4. Закрепление гетерозиса
  - 17. Генетика поведения
    - 17.1. Генетика поведения дрозофилы
      - 17.1.1. Гены зрительной системы
      - 17.1.2. Функция обоняния
      - 17.1.3. Гены, контролирующие способность к обучению
      - 17.1.4. Брачное поведение
      - 17.1.5. Гены, влияющие на биоритмы
  - 18. Генетика интеллекта
    - 18.1. Понятие о евгенике
    - 18.2. Определение интеллекта, коэффициента умственного развития (IQ), близнецового метода
      - 18.2.1. Интеллект
      - 18.2.2. Показатель умственного развития (IQ)
      - 18.2.3. Близнецы
    - 18.3. Генетический контроль развития интеллекта
    - 18.4. Понятие об интеллектуальных элитах
    - 18.5. Психометрические методы
    - 18.6. Анализ и классификация типов телосложения
    - 18.7. Криминальное поведение
    - 18.8. Предрасположенность к алкоголизму
  - 19. Основы иммуногенетики
  - 20. Основы онкогенетики
  - 21. Нехромосомная наследственность
-

**Глава 1. Общие положения: предмет и история развития генетики**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.1. Предмет генетики</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.2. Краткая история развития представлений о наследственности</b> | <b>3</b>  |
| <b>1.3. Краткий очерк истории генетики в России</b>                   | <b>13</b> |
| <b>1.4. Сведения об Институте цитологии и генетики СО РАН</b>         | <b>24</b> |



## 1. Общие положения: предмет и история развития генетики

### 1.1. Предмет генетики

По признанию многих современных биологов генетика в последние годы стала сердцевинной всей биологической науки. Лишь в рамках генетики разнообразие жизненных форм и процессов может быть осмыслено как единое целое.

У кошки всегда рождается котенок, а у собаки - щенок. Это значит, что во время скрещивания передается, а в ходе развития реализуется, информация о специфике строения клеток, тканей, органов, скелета, мышц и общего внешнего вида, типов физиологических и поведенческих реакций, а также всего остального, что и делает муху мухой, а гиппопотама - гиппопотамом.

В пределах одного организма идентичная во всех клетках генетическая информация развертывается в формирование настолько различных типов клеток или тканей, что трудно поверить в единство их происхождения. Нет ничего более различного, чем нервная клетка и фоточувствительная клетка глазного омматида, улавливающая свет, клетка мышечная или эпителиальная.

Таким образом генетика - наука о наследственности и ее реализации в развитии, о закономерностях наследования генетически закрепленных признаков. Наследственность можно определить как биологический процесс, обуславливающий сходство между родителями и потомством. В понятие наследственности по М.Е. Лобашеву входят четыре группы

явлений: организация генетического материала, его экспрессия, воспроизведение (репликация) и передача от одного поколения к другому. Таким образом, генетика объединяет в одно целое эмбриологию и биологию развития, морфологию и физиологию, объединяет в единую науку - биологию.

Несмотря на то, что у собаки всегда рождается щенок, даже беглый взгляд на демонстрируемых участников выставки собак позволит увидеть огромное разнообразие их форм, окрасок и размеров. Тем не менее, все это - собаки. Проблемы изменчивости общего для любого конкретного вида генотипа является другой проблемой генетики.

Очень велико и практическое значение генетики, т.к. она служит теоретической основой селекции полезных микроорганизмов, культурных растений и домашних животных.

Из генетики выросли такие мощно развивающиеся науки как биотехнология, геновая инженерия, молекулярная биология. Трудно переоценить роль генетики в развитии медицины.

### **Учебники**

Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика, т.1, Москва, Мир, 1-295, 1987.

Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика, т.2, Москва, Мир, 1-368, 1988.

Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика, т.3, Москва, Мир, 1-335, 1988.

- Алиханян С.И., Акифьев А.П., Чернин Л.С. Общая генетика. Москва, Высшая школа, 1-446, 1985.
- Гершкович И. Генетика. Москва, Наука, 1-698, 1968.
- Гершензон С.М. Основы современной генетики. Киев, Наукова думка, 1-558, 1983.
- Дубинин Н.П. Горизонты генетики. Москва, Просвещение, 1-549, 1970.
- Дубинин Н.П. Общая генетика. Москва, Наука, 1-487, 1970.
- Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. Москва, Высшая школа, 1-592, 1989.
- Льюин Б. Гены. Москва, Мир, 1-544, 1987.
- Лобашев М.Е. Генетика (издание второе). Ленинград, Издательство ЛГУ, 1-751, 1967.
- Мюнтцинг А. Генетика. Москва, Мир, 1-600, 1967.
- Натали В.Ф. Основные вопросы генетики. Москва, Просвещение, 1-207, 1967.
- Прокофьева-Бельговская А.А. (ред.) Основы цитогенетики человека. Москва, Медицина, 1-544, 1969.
- Ригер Р., Михаэлис А. Генетический и цитогенетический словарь. Москва, Колос, 1-607, 1967.
- Сэджер Р., Райн Ф. Цитогенетические и химические основы наследственности. Москва, Мир, 1-463, 1964.
- Уотсон Дж. Молекулярная биология гена. Москва, Мир, 1-461, 1967.
- Чолаков В. Нобелевские премии. Ученые и открытия. Москва, Мир, 1-368, 1987.
- King R.C., Stansfield W.D. A dictionary of genetics (fifth edition), Oxford University Press, New York, Oxford, 1-439, 1997
- Lewin B. Genes V. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo, 1-1272, 1994.
- Rieger, R., Michaelis, A., and Green, M. Glossary of genetics and cytogenetics. Jena, VEB Gustav Fisher Verlag, 1-647, 1976.

## **1.2. Краткая история развития представлений о наследственности**

Фактически вплоть до начала 20 века гипотезы о механизмах наследственности имели умозрительный характер. Тем не менее, они представляют интерес для любознательного читателя

Первые идеи о механизмах наследственности высказывали древние греки уже к V веку до н.э., в первую очередь Гиппократ. По его мнению половые задатки (т.е. в нашем понимании яйцеклетки и сперматозоиды), участвующие в оплодотворении, формируются при участии всех частей организма, в результате чего признаки родителей непосредственно передаются потомкам, причем здоровые органы поставляют здоровый репродуктивный материал, а нездоровые - нездоровый. Это теория прямого наследования признаков.

Аристотель (IV в до н.э.) высказывал несколько иную точку зрения: он полагал, что половые задатки, участвующие в оплодотворении, производятся не напрямую из соответствующих органов, а из питательных веществ, необходимых

для этих органов. Это теория непрямого наследования.

Много лет спустя, на рубеже 18-19 веков, автор теории эволюции Ж.-Б. Ламарк использовал представления Гиппократа для построения своей теории передачи потомству новых признаков, приобретенных в течение жизни.

Теория пангенезиса, выдвинутая Ч. Дарвином в 1868 году также базируется на идее Гиппократа.

По мнению Дарвина, от всех клеток организма отделяются мельчайшие частицы - "геммулы", которые, циркулируя с током крови по сосудистой системе организма, достигают половых клеток. Затем, после слияния этих клеток, в ходе развития организма следующего поколения геммулы превращаются в клетки того типа, из которого произошли, со всеми особенностями, приобретенными в течение жизни родителей. Отражением представлений о передаче наследственности через "кровь" является существование во многих языках выражений: "голубая кровь", "аристократическая кровь", "полукровка" и т.д.

В 1871 году английский врач Ф. Гальтон (F. Galton), двоюродный брат Ч. Дарвина опроверг своего великого родственника. Он переливал кровь черных кроликов белым, а затем скрещивал белых между собой. В трех поколениях он "не нашел ни малейшего следа какого-либо нарушения чистоты серебристо белой породы". Эти данные показали, что по крайней мере в крови кроликов геммулы отсутствуют.

В 80-е годы 19-го века с теорией пангенезиса не согласился Август Вейсман



Рис 1.1. Грегор Иоганн Мендель  
1822-1884

(А. Weismann). Он предложил свою гипотезу, согласно которой в организме существуют два типа клеток: соматические и особая наследственная субстанция, названная им "зародышевой плазмой", которая в полном объеме присутствует только в половых клетках.

Подходы к современной генетике наметились в 18-ом и, особенно, в 19-ом веке. Растениеводы-практики, такие как О. Сажрэ и Ш. Нодэн во Франции, А. Гершнер в Германии, Т. Найт в Англии обратили внимание на то, что в потомстве гибридов преобладают признаки одного из родителей. П. Люка во Франции сделал аналогичные наблюдения о наследовании различных признаков у человека.

Фактически всех их можно считать непосредственными предшественниками Менделя. Однако, только Мендель (рис. 1.1.) сумел глубоко продумать и провести спланированные эксперименты. Уже в первоначальной стадии работы он понял,

что в эксперименте нужно выполнить два условия: растения должны обладать константно различающимися признаками и гибриды должны быть защищены от влияния чужой пыльцы. Таким условиям удовлетворял род *Pisum* (горох). Константность признаков была предварительно проверена в течение двух лет. Это были следующие признаки: “различия в длине и окраске стебля, в величине и форме листьев, в положении, окраске и величине цветков, в длине цветочных побегов, в окраске, форме и величине стручков, в форме и величине семян, в окраске семенной кожуры и белка” (Мендель, 1923, с.8). Часть из них оказались недостаточно контрастными и дальнейшую работу он с ними не проводил. Остались только 7 признаков. “Каждый из этих 7 признаков у гибрида или вполне тождественен с одним из двух отличительных признаков основных форм, так что другой ускользает от наблюдения, или же так похож на первый, что нельзя установить точного различия между ними” (Мендель, 1923, с.11). Признаки, “которые переходят в гибридные соединения совершенно неизменными... обозначены как доминирующие, а те, которые становятся при гибридизации латентными, как рецессивные” (там же). По наблюдениям Менделя “совершенно независимо от того, принадлежит ли доминирующий признак семенному или пыльцевому растению, гибридная форма остается в обоих случаях той же самой” (там же).

Таким образом заслугой Менделя является то, что из непрерывной характеристики растений он выделил дискретные признаки, выявил



Рис. 1.2. Гуго Мари де Фриз  
1848-1935

константность и контрастность их проявления, а также он ввел понятие доминантности и рецессивности. Все эти приемы впоследствии вошли в любой гибридологический анализ любого организма.

В результате скрещивания растений, обладающих двумя парами контрастных признаков, Мендель обнаружил, что каждый из них наследуется независимо от другого. Признаки эти контрастны и не теряются при гибридизации.

Работа Менделя не смогла заинтересовать современников (см. Дополнение 1.1.) и не повлияла на распространенные в конце 19-го века представления о наследственности.

Вторичное открытие законов Менделя в 1900 году Гуго де Фризом (H. de Vries) (Рис. 1.2.) в Голландии, Карлом Корренсом в Германии и Эрихом Чермаком в Австрии



**Рис. 1.3.** Уильям Бэтсон  
1861-1926



**Рис. 1.4.** Вильгельм Людвиг Иогансен  
1857-1927

утвердили представления о существовании дискретных наследственных факторов. Мир уже был готов к тому, чтобы воспринять новую генетику. Началось ее триумфальное шествие. Проверяли справедливость законов о наследовании по Менделю (менделировании) на все новых и новых растениях и животных и получали неизменные подтверждения. Все исключения из правил быстро развивались в новые явления общей теории наследственности. В 1906 году англичанин Уильям Бэтсон (W. Bateson) (Рис. 1.3.) предложил термин “генетика” (от латинского “geneticos” - относящийся к происхождению или “geneo” - порождаю, или “genos” - род, рождение, происхождение).

В 1909 году датчанин Вильгельм Иогансен (W. Johanssen) (Рис. 1.4.) предложил термины “ген”, “генотип” и “фенотип”.

Но уже вскоре после 1900 года встал вопрос что такое ген и где он в клетке расположен? Еще в конце 19-го века Август Вейсман (Рис. 1.5.) предположил, что постулированная им “зародышевая плазма” должна составлять материал хромосом. В 1903 году немецкий биолог Теодор Бовери (T. Boveri) и студент Колумбийского Университета Уильям Сэттон (W. Sutton), работавший в лаборатории американского цитолога Е.Б. Вильсона, независимо друг от друга предположили, что общеизвестное поведение хромосом во время созревания половых клеток, а также при оплодотворении, позволяет объяснить



**Рис. 1.5.** Август Вейсман  
1834-1914



**Рис. 1.6.** Томас Хант Морган  
1866-1945



**Рис. 1.7.** Альфред Хенри Стертевант  
1891-1970



**Рис. 1.8.** Кальвин Бриджес  
1889-1938



**Рис. 1.8.** Герман Меллер  
1890-1967



**Рис. 1.10.** Александр Сергеевич  
Серебровский  
1892-1948

характер расщепления наследственных единиц, постулированный теорией Менделя, т.е. по их мнению гены должны быть в хромосомах.

В 1906 году английские генетики У. Бэтсон и Р. Пэннет в опытах с душистым горошком обнаружили явление сцепления наследственных признаков, а другой английский генетик Л. Донкастер тоже в 1906 году в опытах с бабочкой крыжовенной пяденицей открыл сцепленное с полом наследование. На первый взгляд и те, и другие данные явно не укладывались в менделевские законы наследования. Однако это противоречие легко устраняется, если представить, что происходит сцепление генов с одной из хромосом.

С 1910 года начинаются эксперименты группы Томаса Ханта Моргана (Т.Н. Morgan) (Рис. 1.6.). Вместе

со своими учениками Альфредом Стертевантом (А. Sturtevant) (Рис. 1.7), Кальвином Бриджесом (С. Bridges) (Рис. 1.8.) и Германом Меллером (Н. Muller) (Рис. 1.9.), ставшими вместе с Морганом основоположниками генетики, он к середине 20-х годов сформулировал хромосомную теорию наследственности, согласно которой гены расположены в хромосомах “как бусы на нити”. Ими был определен порядок расположения и даже расстояния между генами. Именно Морган ввел в генетические исследования в качестве объекта маленькую плодовую мушку дрозофилу (*Drosophila melanogaster*).

В 1929 году А.С. Серебровский (Рис. 1.10.) и Н.П. Дубинин, еще не зная, что такое ген, на основании результатов собственных исследований пришли к выводу о его делимости.



Рис. 1.11. Джордж Бидл  
1903-1989

Новый этап развития генетики начался в 1930-1940-е годы: Дж. Бидл (J. Beadle) (Рис. 1.11.) и Э. Тэйтум (E. Tatum, 1909-1975) сделали заключение о том, что всякий ген определяет синтез одного фермента. Они предложили формулу: “Один ген - один фермент”, или позднее, после уточнения: “один ген - один белок”, или “один ген - один полипептид”.

В 1944 году в результате работ по трансформации у бактерий О. Эвери, К. МакЛеод и М. МакКарти (O.T. Avery, C.M. MacLeod, M. McCarty) показали что трансформирующим агентом у пневмококков является ДНК, а следовательно, именно этот компонент хромосом и является носителем наследственной информации.

Примерно в это же время было показано, что инфекционным элементом вирусов служит их нуклеиновая кислота.

В 1952 году - Дж. Ледерберг и М. Зиндер (J. Lederberg, M. Zinder) открыли явление трансдукции, т.е. переноса вирусами генов хозяина, показав тем самым роль ДНК в осуществлении наследственности.

Новый этап развития генетики начинается с момента расшифровки структуры ДНК Джеймсом Уотсоном и Фрэнсисом Криком (J.D. Watson, род. 1928, F. Crick, род. 1916), которые обобщили данные рентгеноструктурного анализа, полученные Моррисом Уилкинсом и Розалинд Франклин.

Этот этап развития генетики богат выдающимися открытиями, особенно крупное было связано с расшифровкой генетического кода (С. Очоа и М. Ниренберг в США, Ф. Крик в Англии). А в 1969 году в США Г. Хорана с сотрудниками синтезировали химическим путем первый ген.

Достаточность знаний о механизмах наследственности привела к развитию новой науки - генетической инженерии. С использованием генно-инженерных приемов из многих живых организмов выделяют и изучают гены, переносят гены из одних организмов в другие.

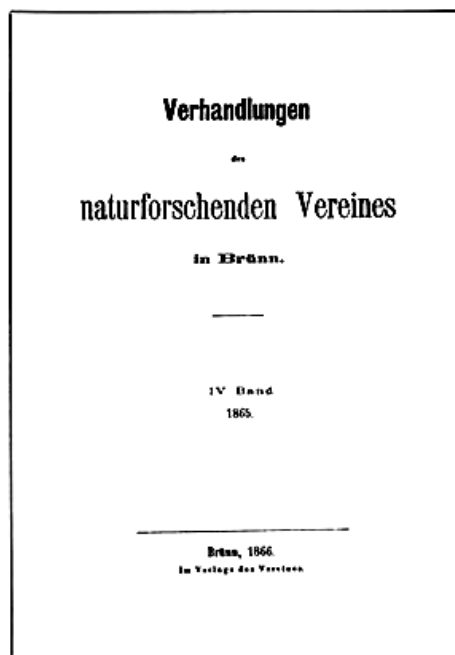
[Б. МакКлинток].

В 1976 году была выделена и клонирована ДНК мобильных элементов генома (Г.П. Георгиев с сотрудниками в СССР, Д. Хогнесс (D. Hogness) с сотрудниками в США). С 1982 года, используя мобильные элементы генома в качестве вектора, содержащего тот или иной ген, начаты опыты по трансформации дрозофилы (Дж. Рубин, А. Спрадлинг, США).





**Рис 1.12.** Эдвард Льюис  
род. 1918



**Рис 1.13.** Обложка журнала  
“Труды Брюннского общества  
испытателей природы”

Конец 1980-х - 1990-е годы характерны беспрецедентной активностью генетиков по расшифровке процессов развития, осуществляемого под контролем генов (E. Lewis (Рис. 1.12.), C. Nusslein-Volhard, E. Wieshaus, W. Gehring, A. Garcia-Bellido, D. Hogness).

(История с подробностями - см. Гершензон, 1983; Инге-Вечтомов, 1989; Корренс, 1923).

### Дополнение 1.1.

Грегор Иоганн Мендель был настоятелем католического монастыря в гор. Брно (Чехия). Свою знаменитую работу “Опыты над растительными гибридами” он опубликовал в 1866 году в журнале “Труды Брюннского общества испытателей природы” после доклада на Заседании общества 8 февраля и 8 марта 1865 года (рис. 1.13.). С тех пор вокруг этой статьи ведутся дискуссии. Не

вызывает сомнения, что эта работа заложила начало новой науки. Обсуждаемые вопросы следующие:

- 1 Осталась ли работа незамеченной и неизвестной современниками вплоть до 1900 года?
- 2 Читали ли работу Менделя ученые, переоткрывшие его законы до начала собственных экспериментов?
- 3 Понимал ли сам Мендель то, что он открыл?
- 4 Не слишком ли хорошо результаты экспериментов Менделя удовлетворяют теоретически ожидаемым?
- 5 Есть или нет в работе Менделя собственно формулировки законов или же присутствует лишь добросовестное описание эмпирических результатов, полученных Менделем?

1. Обычно считается, что работа Менделя не была известна современникам, т.к. нигде не обсуждалась с 1866 по 1900 год. Известно, однако, что Брюннское Общество испытателей природы обменивалось своими изданиями со 133 научными обществами и академиями Европы и Америки. Кроме того, Мендель получил из журнала 40 оттисков, которые разослал биологам, которым это могло быть интересно. Однако, и это не помогло. Как вспоминал Ф.Г. Добжанский в 1964 году, незадолго до этого один из крупных ботаников, разбирая библиотеку отца, тоже крупного ботаника, нашел оттиск статьи Менделя. Его страницы не были даже разрезаны. Еще один оттиск с сопровождающим письмом был послан другому крупному биологу, Карлу Негели (K. Nagele), который сам занимался гибридизацией растений. В слегка нравоучительной манере Негели объяснил Менделю, что его результаты это только начало работы, что их нужно проверить на других видах.

В основном ботаническом журнале того времени - "Flora" - в 1867 году в перечне наиболее важных работ по ботанике приведены полные библиографические данные статьи Менделя. Эта библиографическая справка в журнале Flora вызвала значительный интерес у читателей и повышенный спрос на том "Трудов Брюннского Общества испытателей природы", в котором была статья Г. Менделя.

Обнаружена ссылка на работу Г. Менделя в библиографическом обзоре А.

Besnard, опубликованном в журнале "Flora" в 1872 году. В справочнике ботанической литературы (Benjamin Dayden Jackson, 1881) содержится 13 ссылок на различные работы по гибридизации в том числе на работу Г. Менделя.

Из личной переписки Г. Менделя и проф. К. Негели (апрель 1867 г.) стало известно, что после доклада Г. Менделя в Обществе естественных наук гор. Брно возникла дискуссия, во время которой мнения слушателей разделились. Эта дискуссия была отражена в местных газетах.

В целом за период с 1865 по 1900 год работы Менделя цитировались в научной литературе не менее 11-12 раз. Все это говорит о том, что работа Менделя не была неизвестной или тем более забытой (Weiling, 1969; Weinstein, 1977; Monaghan, Corcos, 1987).

2. В современной литературе высказывается все больше сомнений в том, что переоткрыватели законов Менделя не читали его работу до начала своих экспериментов (Corcos, Monaghan, 1987a,b,c; Monaghan, Corcos, 1987).

3. Довольно многие из историков, не находя четких формулировок законов непосредственно в статье Менделя, приходят к выводу, что Мендель не осознавал до конца глубины написанного им. Однако это не так. В письме проф. Муру (Moore) Мендель описывает результаты своих опытов с горохом и сообщает об открытии им двух основных принципов наследования: закона расщепления и закона независимого распределения единиц наследования,

названных в письме “элементами” (*Amer. Zool.* 6, N3, 749-752).

4. В 1936 году Р. Фишер опубликовал работу, в которой подверг сомнению результаты уже собственно экспериментов Г. Менделя, полагая, что полученные данные “слишком близки к идеальным соотношениям” (например, при изучении обратных скрещиваний частоты фенотипов практически не отличались от 1:1 и противоречат закономерностям нормального распределения. Фишер фактически обвинил Менделя в том, что последний, заранее зная исследуемую закономерность, умышленно или неумышленно, но “подогнал” экспериментальные данные. В настоящее время некоторые генетики разделяют точку зрения Фишера. По мнению других - главная ошибка Фишера в неверном использовании математического аппарата *post factum* (Pilgrim, 1984).

5. В работе Менделя действительно нет формулировок и названий того, что было названо 1-м и 2-м законами Менделя. Эти формулировки были даны авторами, переоткрывшими Менделя (Monaghan, Corcos, 1984).

Один из крупнейших генетиков современности Ф.Г. Добжанский считает, что “Мендель был одной из наиболее трагических фигур в истории науки. Он должен был чувствовать, что его работа не признана и закончилась провалом. Едва ли он мог предвидеть, что через 16 лет после его смерти его работу переоткроют, а в конце следующего столетия основанная им наука станет одной из центральных в биологии. Пока же, при жизни, Мендель стал подтверждать

справедливость своих законов на других видах, в частности, предложенных К. Негели ястребинках (*Hieracium*). Это и оказалось для него катастрофой. В то время никто не знал, что у этих растений нарушен половой процесс и они дают семена без него. Поэтому никаких результатов на этих видах Мендель получить не мог.

Подводя краткие итоги этого рассмотрения, можно заключить, что дело не в трудности восприятия работ Менделя или неизвестности его работы. Просто биологи в 1865 году были значительно менее подготовлены для того, чтобы осознать открытие Менделя, чем биологи 1900 года. Общество и состояние науки еще не востребовали необходимости понимания законов наследственности.

### **Литература**

- Володин Б. Мендель. “Жизнь замечательных людей”. Москва, Молодая гвардия, 1-256, 1968.
- Гайсинович А.Е. Зарождение генетики. М., Наука, 1-195, 1967.
- Корренс К. О жизни и работе Грегора Менделя. В кн. Г. Мендель. Опыты над растительными гибридами, Москва, Петроград, Гос. из-во, 52-64, 1923.
- Мендель Г. Часть письма К. Негели. В кн. Гершкович И. Генетика, Москва, Мир, 554-558, 1968.
- Мендель Г. Опыты над растительными гибридами. Москва-Петроград, Гос. изд-во, 1-71, 1923.
- Нобелевские лекции генетиков в книге: И. Гершкович. Генетика, Москва, Мир, 1968.

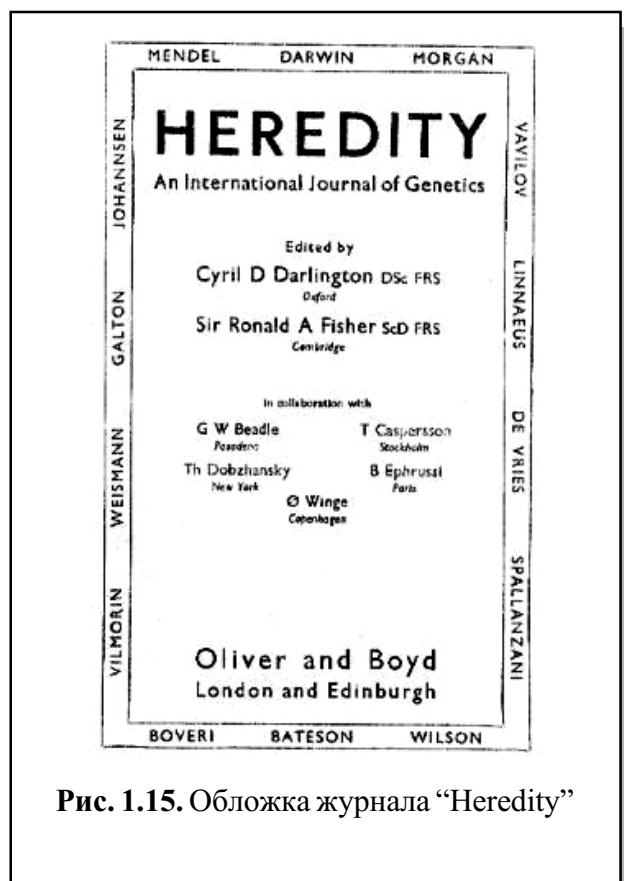
- Т. Морган - с. 559  
 Г. Меллер - с. 562  
 М. Уилкинс - с. 576  
 А. Корнберг - с. 591  
 Дж. Бидл - с. 602  
 Э. Тэйтум - с. 611  
 Дж. Ледерберг - с. 619  
 Дж. Уотсон - с. 635  
 Ф. Крик - с. 653  
 Ф. Жакоб - с. 660
- Уотсон Дж. Д. Двойная спираль. Воспоминания об открытии ДНК. Москва, Мир, 1-152, 1969.
- Corcos A.F., Monaghan F.V. Role of de Vries in the rediscovery of Mendel's paper. II. Did de Vries really understand Mendel's paper? J. Hered. 78, 275-276, 1987.
- Corcos A.F., Monaghan F.V. Correns an independent discoverer of mendelism? I. An historical/critical note. J. Hered. 78, 330, 1987.
- Corcos A.F., Monaghan F.V. Correns, an independent discoverer of mendelism? II. Was Correns a real interpreter of Mendel's paper? J. Hered. 78, 404-405, 1987.
- Crow J.F. Some reflections on H.J. Muller. Environ. Mutagenes. 9, 349-353, 1987.
- Dobzhansky T. The Mendel centennial. The Rockefeller Institute Review. 2, 1-6, 1964.
- Falk R. The gene in search of an identity. Hum. Genet. 68, 195-204, 1984.
- Federoff N.N. Barbara McClintock (June 16, 1902 - September 2, 1992). Genetics, 136, 1-10, 1994.
- Mendel G. Experiments in a monastery garden. Amer. Zool. 26, 749-752, 1986.
- Monaghan F.V., Corcos A.F. Reexamination of the late of Mendel's paper. J. Hered. 78, 116-118, 1987.
- Monaghan F.V., Corcos A.F. The true Mendelian laws. J. Hered. 75, 321-323, 1984.
- Monaghan F.V., Corcos A.F. Mendel, the empiricist. J. Hered. 76, 49-54, 1985.
- Monaghan F.V., Corcos A.F. Tschermak is non-discoverer of Mendelism. II. A critique. J. Hered. 78, 208-210, 1987.
- Pilgrim I. The too-good-to-be-true paradox and Gregor Mendel. J. Hered. 75, 501-502, 1984.
- Sandler I., Sandler L. On the origin of mendelian genetics. Amer. Zool. 26, 753-768, 1986.
- The Nobel Prize in Physiology or Medicine. Tryckeri AB Bjorkmans Eftr, Kungl Hovboktryckare i Stockholm, 1996.
- Weiling F. Uber weitere unbekannte Hinweise auf J.G. Mendels "Versuche uber Pflanzen-Hybriden", u.a. aus dem Jahre 1867. Sudhoffs Arch., 53, 77-85, 1969.
- Weinstein A. How unknown was Mendel's paper? J. Hist. Biol. 10, 341-364, 1977.

### **1.3. Краткий очерк истории генетики в России**

В СССР золотой век генетики начался вскоре после Октябрьской революции в 1917 году. В середине тридцатых годов, по мнению многих современных ученых, советская генетика несомненно стояла на втором месте в мире после США.



**Рис. 1.14.** Николай Иванович Вавилов  
1887-1943



**Рис. 1.15.** Обложка журнала “Heredity”

Наиболее крупной фигурой российской генетики был и надолго останется, Н.И. Вавилов (Рис. 1.14.), открывший параллельность наследственной изменчивости у растений (1922), и центры происхождения культурных растений (1927) (см. сб. Классики советской генетики, стр. 9 и 51). Заслуги Вавилова еще при жизни были оценены современниками. Его имя было занесено на обложку основного в то время генетического журнала “Heredity” вместе с именами других крупнейших генетиков мира (рис. 1.15.).

Н.К. Кольцов (Рис. 1.16.), глава московской школы генетиков, предложил в 1935 году гипотезу о матричном принципе репродукции гена и предложил идею, что все гены в

хромосоме представляют одну гигантскую молекулу (там же, стр. 93).

А.С. Серебровский и Н.П.Дубинин в 1929 году впервые продемонстрировали сложную организацию гена (там же, стр. 294).

С.С. Четвериков (Рис. 1.17.) в 1926 г. заложил основы экспериментальной генетики популяций (там же, стр. 133). А.С. Серебровский (1940) предложил уникальный биологический метод борьбы с вредителями сельского хозяйства (там же, стр. 313).

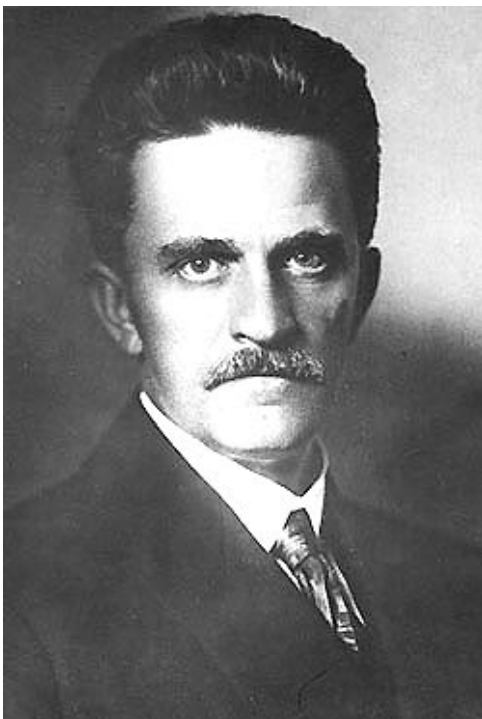
Ю.А. Филипченко (Рис. 1.18.) за свою короткую жизнь сделал выдающийся вклад в генетику растений и домашних животных (там же, стр. 354, 376, 409, 440), Г.Д. Карпеченко (Рис. 1.19.) впервые получил межродовые гибриды растений (там же, стр. 461, 512).



**Рис. 1.16.** Николай Константинович Кольцов  
1872-1940



**Рис. 1.17.** Сергей Сергеевич Четвериков  
1880-1959



**Рис. 1.18.** Юрий Александрович  
Филипченко  
1882-1930



**Рис. 1.19.** Георгий Дмитриевич Карпченко  
1899-1942



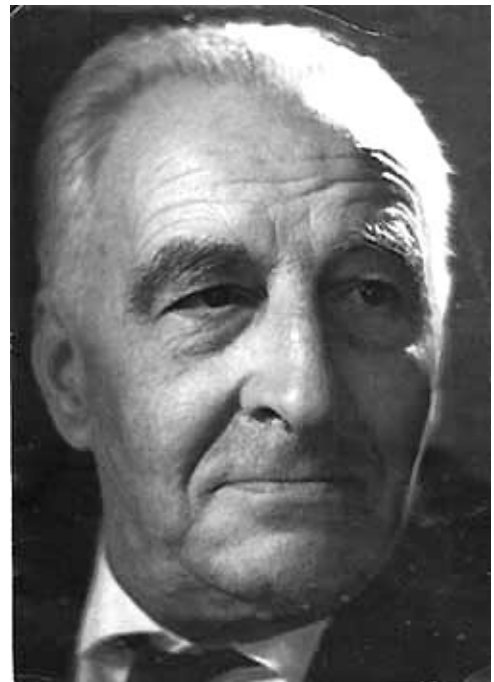
**Рис. 1.20.** Григорий Андреевич Левитский  
1878-1942



**Рис. 1.21.** Борис Львович Астауров  
1904-1974



**Рис. 1.22.** Александра Алексеевна  
Прокофьева-Бельговская  
1903-1984



**Рис. 1.23.** Николай Владимирович Тимофеев-  
Ресовский  
1900-1981



**Рис. 1.23.** Феодосий Григорьевич  
Добжанский  
1900-1975

Г.А. Левитский (Рис. 1.20.) был выдающимся цитогенетиком (там же, стр. 171, 227).

Г.А. Надсон и Г.С. Филиппов впервые в 1925 индуцировали мутации с помощью рентгеновских лучей (там же, стр. 120, 125).

Можно привести огромный список фамилий выдающихся ученых мирового уровня: Б.Л. Астауров (Рис. 1.21.), И.А. Раппопорт, А.А. Прокофьева-Бельговская (Рис. 1.22.), М.Л. Бельговский, П.Ф.Рокицкий, Н.В. Тимофеев-Ресовский (Рис. 1.23.), Ф.Г. Добжанский (Рис. 1.24.), Б. Эфрусси, М.Е. Лобашев, В.В. Сахаров. Многие выдающиеся зарубежные ученые работали в российских лабораториях того времени: У. Бэтсон, С. Харланд и К.Д. Дарлингтон из Англии, Э. Баур и

Р. Гольдшмидт из Германии, К. Бриджес, Л. Дэнн и Г. Меллер из США, Д. Костов из Болгарии.

Ситуация начала ухудшаться в конце 20-х годов, когда некоторые неоламаркисты стали активно защищать теорию наследования приобретенных в ходе жизни свойств организма (см. статью: Gershenson, 1990). Эти неоламаркисты получили существенную помощь от группы философов-марксистов, таких как М.Б. Митин и П.Ф. Юдин, заявивших, что теория Ламарка соответствует основным постулатам диалектического материализма. Их оппоненты обвинялись в “идеализме”, в том смысле, что они отрицают возможность влияния внешней среды на наследственность. Правительство сильно поддерживало ламаркистов, даже пригласило известного австрийского ламаркиста Пауля Камерера занять высокий пост в советской биологической науке. Многие генетики протестовали против данных П. Камерера (Н.К. Кольцов, А.С. Серебровский, Ю.А. Филипченко, М.Л. Левин, С.Г. Левит, С.С. Четвериков).

В свою очередь правительство критиковало этих ученых. В 1929 году, после самоубийства П. Камерера, узнавшего о разоблачении его научной подделки, С.С. Четвериков и его аспирант П.Ф. Рокицкий были арестованы. Четвериков был сослан на Урал, затем смог переехать во Владимир, потом в Горький, но в Москву путь ему был закрыт.



В середине 1930-х годов дискуссии вновь возобновились, но уже с участием быстро набирающего силу Т.Д. Лысенко. Т.Д. Лысенко базировался на следующих постулатах:

1. Он отрицал существование генов, объявляя их выдумкой буржуазных идеалистических ученых. Хромосомы, по его мнению, не имели никакого отношения к наследственности. Он отрицал законы Менделя, считая их “выдумкой католического монаха”.

2. Лысенко безусловно принимал идею наследования приобретенных признаков и отрицал роль отбора в эволюции, который считал “ошибкой Дарвина”.

3. Лысенко считал, что один вид внезапно, в результате скачка, может превратиться в другой, например, береза в ольху, овес - в пшеницу, кукушка - в пеночку.

Лысенко никогда не проверял свои идеи ни экспериментально, ни сравнивая с литературными данными. Он заявлял, что источником его знаний являются работы И.В. Мичурина и К.А. Тимирязева, а также “классиков марксизма”. На основе этих “знаний” он предлагал рецепты быстрого улучшения сельского хозяйства в целом, быстрого выведения ценных сортов растений - в 2-3 года, в то время как методы, базирующиеся на основе законов Вейсмана-Менделя-Моргана, требуют 10-15 лет работы.

Сталин поддержал Лысенко. Началось его быстрое продвижение по карьерной лестнице: в 1934 - академик АН Украины, 1935 академик ВАСХНИЛ, в 1938 - президент этой Академии, 1939 -

академик АН СССР. После ареста Вавилова, в 1940 году Лысенко стал директором института генетики АН СССР. С 1937 по 1966 год Лысенко - депутат Верховного Совета СССР и заместитель его председателя. Он лауреат государственной премии и не менее 8 раз кавалер ордена Ленина, в 1945 году стал Героем Социалистического Труда.

Правой рукой Лысенко был морально разложившийся тип - И.И. Презент, бывший адвокат. Он давал “идеологически выверенные” объяснения биологических теорий Лысенко.

В конце 1936 и 1938 годах состоялись публичные дискуссии, организованные философом М.Б. Митиным - редактором журнала “Под знаменем марксизма”. Сторону генетиков поддерживали будущий Нобелевский лауреат Г. Меллер, а также А.Р. Жебрак, Н.И. Вавилов и Н.П. Дубинин. Однако, уже на этом этапе научная сторона дискуссий не интересовала ни лысенковцев, ни поддерживавших их правителей СССР. Вскоре после последней дискуссии (в 1940 году) Вавилов был арестован и погиб в тюрьме гор. Саратова от истощения. Место его могилы неизвестно до сих пор.

В 1939 году злобная статья против Н.К. Кольцова появилась в “Правде”. Затем была комиссия, включающая Лысенко, в возглавляемый Н.К. Кольцовым Институт экспериментальной биологии (ныне Институт биологии развития РАН им. Н.К. Кольцова). На основании заключения комиссии Кольцов был снят с должности директора. Через несколько месяцев он умер от инфаркта миокарда. После ареста Вавилова пошла

волна арестов среди других генетиков. В камерах пыток погибли Г.А. Левитский в возрасте 64 лет, Г.Д. Карпеченко в возрасте 43 лет, Г.К. Мейстер, другие генетики: Н.К. Беляев, С.Г. Левит, И. Агол, М. Левин.

Апофеозом могущества Лысенко стала печально знаменитая августовская сессия ВАСХНИЛ 1948 года (см. “О положении в биологической науке” в списке литературы в конце этого раздела). Вся процедура этого заседания была фарсом, специально подготовленным для расправы над генетикой. Заслуживают восхищения те из немногих генетиков, которые, зная, что это фарс, пошли и сказали свои последние слова в защиту генетики.

Вот их имена:

И.А. Рапопорт

М.М. Завадовский

С.И. Алиханян

И.А. Поляков

П.М. Жуковский

И.И. Шмальгаузен

А.Р. Жебрак

В.С. Немчинов

Часть из них не выдержала, и к концу сессии они сломались, отступили от генетики, видимо после того как Лысенко заявил, что тов. Сталин прочитал и полностью одобрил его доклад о разгроме генетики. Все они потеряли работу, кроме И.А. Рапопорта, которого, как героя войны, оставили в покое.

Сразу после августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 года были составлены списки, по которым множество ученых-генетиков были уволены из вузов и

академических институтов. Из журналов вырывали страницы, где были статьи генетиков, в статьях вымарывали слова “ген”, “генетика”, “хромосома”. Множество ученых были отправлены в ссылки.

Некоторым ученым, например, Дубинину, Лобашеву, Прокофьевой-Бельговской удалось выстоять, не отказываясь от своих убеждений, благодаря смене научной специализации; Дубинин несколько лет работал орнитологом, Лобашев - физиологом, Прокофьева-Бельговская - микробиологом. А З.С. Никоро - пианисткой в кинотеатре.

В чем причина лысенкоизма? Другими словами, каким образом такой разгром науки случился только с генетикой и только в нашей стране? Причин несколько.

1. Можно считать главной из причин то, что классическая теория наследования вступала в очевидное противоречие с марксистскими догмами. В самом деле, нужно строить коммунистический рай на земле, а как в него войдут “родимые пятна капитализма”: воры, мошенники, бродяги, проститутки, сутенеры, наркоманы? Либо их нужно перевоспитать и тем самым “улучшить” их наследственность, либо не построить рай. Генетики не обещали улучшить наследственность, а для Лысенко это ничего не стоило.

2. После жесточайшего уничтожения элиты крестьянства - раскулачивания и коллективизации - сельскохозяйственное производство оказалось полностью

разгромленным и спасти его могло только чудо. Генетики не обещали чуда. Лысенко и Презент чудо обещали.

3. По мнению Ж.А. Медведева как Энгельс, так и Сталин были ламаркистами. Поэтому вождю были ближе простые, без затей, и такие желанные предложения Лысенко.

4. Только в нашей стране была возможность администрирования во всех сферах жизни, в том числе в науке.

5. Лысенко не имел строгой научной экспериментальной базы. Все его положения проверялись на просторах полей рядовыми колхозниками. В условиях массового террора неудача “эксперимента”, поддержанного самим “отцом народов” могла означать только одно. Отсюда массовые подделки результатов в отчетах, посылаемых в адрес Лысенко с мест (см. Медведев, 1993).

6. У Лысенко была и косвенная международная поддержка. Многие прогрессивные ученые, считая что в России строится передовое общество, опасались, что открытая критика помешает строительству социализма. Меллер, Холдейн, Моно, Пренан, Браше, Тессье, Брайн делали все возможное, чтобы не допустить публичного развенчания “мичуринской науки” (Эленс, 1994).

Все это говорит о том, что в данной конкретной социально-исторической обстановке лысенковщина и разгром генетики в России были неизбежны.

После смерти Сталина началось медленное восстановление генетики. Стали появляться разрозненные

публикации с критикой Лысенко. Сначала авторами были химики и физики, затем к ним присоединились биологи (Сукачев, Любищев, Медведев, Кирпичников).

Решающий перелом наступил в 1957 году. М.Е. Лобашев начал читать генетику в Ленинградском университете, в Новосибирске в этом же году М.А. Лаврентьев решил основать Институт цитологии и генетики в структуре Сибирского отделения АН СССР. В Киевском университете генетику начал читать П.К. Шкварников с 1958 года. И.В. Курчатov организовал в своем суперсекретном Институте атомной энергии радиобиологический отдел (ныне Институт молекулярной генетики РАН). Тем не менее вплоть до 1965 года нельзя было негативно упоминать сессию ВАСХНИЛ 1948 года, о преподавании генетики в ЛГУ, о строительстве Института в Новосибирске, о подготовке Лобашевым первого послевоенного учебника по генетике. Все это делалось на полуполюгальном уровне.

Более того, возникла новая “гениальная социалистическая идея”: неграмотная пенсионерка О.Б. Лепешинская заявила, что клетки возникают не путем митотического деления по принципу Р. Вирхова *omne cellula e cellula*, а непосредственно из “живого вещества” - например из протухшего яичного желтка. Принцип же Вирхова был объявлен “выдумкой буржуазного идеалиста”. Лысенко с его шайкой поддержали Лепешинскую. Нашлось много сторонников из

представителей академической науки: академик Опарин, профессор ЛГУ Макаров и др.

Другая “теория”, поддержанная Лысенко, была предложена Г.И. Бошьяном, полагавшим, что вирусы могут трансформироваться в бактерии и обратно.

Интересно сравнить то, что делалось в 1950ые годы за рубежом (см. раздел 1.2) и в России: расшифровка структуры ДНК и генетического кода там и средневековая охота на ведьм - тут. Как же получилось, что старушка-пенсионерка завладела “умами” “биологов” и правителей России? Не в последнюю очередь это и потому, что на стене Дома-на-набережной в Москве до сих пор висит мемориальная доска: “В этом доме жили ... и О.Б. Лепешинская - соратники В.И. Ленина”.

По свидетельству одного из активных последователей Лысенко и Лепешинской, А.Н. Студитского, сделанному несколько лет назад, “Лысенко задержал развитие генетики на 40 лет”.

Неизвестно на сколько лет задержал развитие генетики и всей науки в России “великий реформатор” Егор Гайдар. Обвальная выезда ученых среднего возраста, занятых во всех сферах науки, отсутствие финансирования исследований, ничтожный, в несколько раз ниже среднего по России, уровень оплаты труда в сфере науки - вот результат очередного эксперимента с целой, отдельно взятой страной.

### *Московская школа генетики*

В 1917 году по инициативе Н.К. Кольцова был организован Институт экспериментальной биологии, в котором были начаты исследования по генетике (см. более подробно: Дубинин, 1967).

Вокруг Кольцова сплотились ученые, со временем ставшие крупнейшими генетиками и цитологами: С.С. Четвериков, А.С. Серебровский, М.М. Завадовский, Г.И. Роскин, П.И. Живаго, С.Л. Фролова, С.Н. Скадовский, Г.В. Эпштейн. Созданию школы Н.К. Кольцова во многом способствовало то, что он был профессором Московского университета и это позволило ему широко привлечь в науку талантливую молодежь. Н.К. Кольцов также заведовал генетическим отделом Комиссии по изучению естественных производительных сил (КЕПС) Академии наук. Деятельность этого отдела была связана со многими работами по генетике сельскохозяйственных животных. Кольцов и его сотрудники - А.С. Серебровский, Б.Н. Васин, Я.Л. Глембоцкий впервые в СССР начали систематические работы по генетике животных. С 1924 года С.С. Четвериков начал читать в МГУ самостоятельный курс генетики. Исключительно важное значение для последующего развития генетики имела работа С.С. Четверикова “О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики” (1926). В плане разработки высказанной

концепции под руководством С.С. Четверикова был проведен цикл работ по экспериментальной проверке насыщенности мутациями природных популяций дрозофилы. В этой работе приняли участие Б.Л. Астауров, Н.К. Беляев, С.М. Гершензон, П.Ф. Рокицкий, Д.Д. Ромашов.

Используя рентгеновские лучи для индукции мутаций, были проведены исследования ступенчатого аллелизма гена *scute* (Н.П. Дубинин, А.С. Серебровский, И.И. Агол, С.Г. Левит, Б.Н. Сидоров, Л.В. Ферри, А.Е. Гайсинович, Н.И. Шапиро).

В 1932 г. в Институте Н.К. Кольцова была организована лаборатория цитогенетики. Здесь были проведены исследования только что открытого феномена - эффекта положения гена (в современной литературе этот феномен позднее получил название “эффекта Дубинина”). В работах приняли участие выдающиеся генетики Б.Н. Сидоров и В.В. Хвостова.

Проведены ювелирные эксперименты по направленному изменению числа и структуры хромосом (Н.П. Дубинин, Н.Н. Соколов, И.Е. Трофимов, Б.Ф. Кожевников), в частности, удалось превратить четыреххромосомный вид дрозофил в трех- и пятихромосомную расу. Были обоснованы принципы хромосомной изменчивости в популяциях (Н.П. Дубинин, Н.Н. Соколов, Г.Г. Тиняков).

В 1932 году в Москве был создан Медико-генетический институт,

которым в течение ряда лет руководил С.Г. Левит. Трудами самого Левита, а также С.Н. Ардашникова, Р.П. Мартыновой и др. были заложены основы важнейших направлений медицинской генетики.

Кафедрой генетики в МГУ с 1930 по 1946 гг. руководил А.С. Серебровский. На кафедре работали С.И. Алиханян, Р.Б. Хесин-Лурье, Н.И. Шапиро.

### ***Кафедра генетики Санкт-Петербургского Университета***

Особое место в развитии российской генетики занимает первая в России кафедра генетики Санкт-Петербургского (Ленинградского) университета (более подробно см.: Инге-Вечтомов, 1994; книга “Исследования по генетике”).

“13 сентября 1913 года ректор Санкт-Петербургского университета проф. Э.Д. Гримм официально объявил студентам, профессорам и преподавателям естественного отделения, что в среду 18 сентября от 2 до 3 ч пополудни приват-доцент Юрий Александрович Филипченко прочтет вступительную лекцию к впервые введенному в университете России курсу “Учение о наследственности и эволюции” (см. Кайданов, 1994). Так начиналась генетика в России. Вскоре Филипченко издает первые учебники “Изменчивость и эволюция” (1915) и “Наследственность” (1917), а в 1919 году он основал кафедру генетики, которой руководил до конца жизни.

- История кафедры с 1931 по 1942 год связана с именами выдающихся генетиков: Н.И. Вавилова, Г.Д. Карпеченко, Г.А. Левитского, Л.И. Говорова, погибших в результате репрессий 30-х годов. Среди довоенных выпускников и сотрудников кафедры можно назвать огромный список блестящих имен: Ф.Г. Добжанский, А.А. Прокофьева-Бельговская, Н.Н. Медведев, Ю.Я. Керкис, Н.Н. Колесник, М.Л. Бельговский, М.Е. Лобашев, Ю.Л. Горощенко, Т.К. Лепин, Я.Я. Лус, А.И. Зуйтин, И.А. Рапопорт, Р.Л. Берг, Ф.А. Смирнов.
- Новый этап в развитии кафедры, а вместе с ней и генетики в СССР начался в 1957 году и связан с именем нового заведующего - Михаила Ефимовича Лобашева (1907-1971). Он издал учебник (1963, 1967) и начал подготовку нового поколения генетиков. Из выпускников кафедры выросли многие доктора наук и профессора, имеющие огромную международную известность: И.А. Захаров, А.Л. Юдин, И.М. Суриков, Н.Ф. Батыгин, К.В. Квитко, С.Г. Инге-Вечтомов, Е.С. Беляева, Л.З. Кайданов, В.Г. Смирнов, Л.А. Чубарева и другие.
- Литература**
- Александров В. Я. Трудные годы советской биологии. Записки современника. Санкт-Петербург, Наука, 1-264. 1992.
- Алиханян С. И. (ред.). Актуальные вопросы современной генетики. Москва, Издательство МГУ, 1-602, 1966.
- Астауров Б. Л. О генетике и ее истории. "Вопр. ист. естествозн. и техн.", №3, 79-88, 1987.
- Астауров Б. Л., Рокицкий П. Ф. Николай Константинович Кольцов. Москва, Наука, 1-108, 1975.
- Ватти К. В., Захаров И.А., Инге-Вечтомов Н.Г., Пономаренко В.В., Тихомирова М.М., Фадеева Т.С. М.Е. Лобашев и проблемы современной генетики. Ленинград, ЛГУ, 1-143, 1978.
- Гайсинович А.Е. Зарождение и развитие генетики. М., Наука, 1-423, 1988.
- Дубинин Н.П. Генетика. В книге Развитие биологии в СССР, Москва, Наука, 583-597, 1967.
- Дубинин Н.П. Генетика - страницы истории. Кишинев, Штиинца, 1-398, 1988.
- Дубинин Н.П. Вечное движение (издание третье). Москва, Издательство полит. литературы, 1-445, 1989.
- Инге-Вечтомов С.Г. Кафедра генетики и селекции Петербургского университета - первая кафедра генетики в России. Генетика, т. 30, №8, 1012-1021, 1994.
- Исследования по генетике. Санкт-Петербург, Изд-во Санкт-Петербургского Университета, вып. 11, 1-115, 1994.
- Кайданов Л.З. Формирование кафедры генетики и экспериментальной зоологии в Петроградском университете (1913-1920). Исследования по генетике, вып. 11, 6-12, 1994.

- Классики советской генетики. Ленинград, Наука, 1-539, 1968.
- Лобашев М.Е. Генетика в Ленинградском Университете. Исследования по генетике, вып. 3, 1-18, 1967.
- Лобашев М.Е. Полвека советской генетики. Генетика, N10, 15-31, 1967.
- Медведев Ж.А. Взлет и падение Лысенко. История биологической дискуссии в СССР. Москва, Книга, 1-348, 1993.
- Нево Э. К 90-летию со дня рождения академика Национальной академии наук Украины Сергея Михайловича Гершензона. Экспериментальная онкология, 18, 315-316, 1996.
- Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский (сборник). Москва, Наука, 1-393, 1993.
- О положении в биологической науке. Стенографический отчет сессии всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук имени В.И. Ленина, 31 июля - 7 августа 1948 года. Москва, Огиз-Сельхоз., 1-536, 1948.
- Полынин В. Пророк в своем отечестве (о Н.К. Кольцове). Москва, Советская Россия, 1-126, 1969.
- Резник С. (1968). Николай Вавилов ("Жизнь замечательных людей"). Москва, Молодая гвардия, 1-334.
- Шварц А. От зари до зари. (Статья о С.С. Четверикове). Журнал Москва, N4, 1968.
- Четвериков С.С. О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики. В кн. Классики советской генетики, Ленинград, Наука, 133, 1968
- Эленс А. Рецензия на книгу В.Я. Александрова "Трудные годы советской биологии. Записки современника". Санкт-Петербург, Наука, 1992, 1-264. Генетика 30, 1130-1131, 1994.
- Dobzhansky Th. Sergei Sergeevich Tshetverikov. Genetics, 55, 1-3, 1967.
- Gershenson S.M. The grim heritage of lysenkoism: four personal accounts. IV. Diffucult years in soviet genetics. Quart. Rev. Biol. 65, 447-456, 1990.
- Mangelsdorf P.C. Nikolai Ivanovich Vavilov 1887-1942. Genetics, 38, 1-4, 1953.

#### **1.4. Сведения об Институте цитологии и генетики СО РАН**

Институт цитологии и генетики был организован в составе Сибирского отделения Академии наук в 1957 году по инициативе и при поддержке крупнейших ученых страны, прежде всего М.А. Лаврентьева, И.В. Курчатова, В.А. Энгельгардта. Это был первый самостоятельный генетический институт после лысенковского погрома. Организацию института и определение основных направлений исследований возглавил выдающийся российский генетик, в то время член-корреспондент, позднее академик Н.П. Дубинин (Рис. 1.25.). Институт был призван возродить генетику в России, вернуть к научной деятельности уволенных и репрессированных генетиков, сформировать новое поколение генетиков путем активного



**Рис. 1.25.** Николай Петрович Дубинин  
1907-1998



**Рис. 1.26.** Дмитрий Константинович  
Беляев  
1917-1985

привлечения в институт выпускников Московского, Ленинградского, только что образованного Новосибирского и других ведущих университетов страны.

Для решения этих задач Н.П. Дубинин пригласил для работы в институте представителей крупных генетических школ, учеников Н.И. Вавилова, Н.К. Кольцова, С.С. Четверикова и А.С. Серебровского: В.В. Хвостову, А.Н. Луткова, Ю.Я. Керкиса, П.К. Шкварникова, З.С. Никоро, Ю.П. Мирюту, И.Д. Романова, Н.А. Плохинского, Д.К. Беляева, Ю.О. Раушенбаха, В.Б. Енкена, Г.А. Стакан, Д.Ф. Петрова.

Активное участие в организации института принимали такие крупные генетики как А.А. Прокофьева-Бельговская, Н.Н. Соколов, Б.Н. Сидоров, Я.Л. Глембоцкий, Н.В. Тимофеев-Ресовский и другие.

Наряду с этим в конце пятидесятых годов в институт была привлечена большая группа молодых ученых, но уже имеющих опыт научной работы в области цитологии и генетики: Р.И. Салганик, И.И. Кикнадзе, Н.Б. Христолюбова.

С момента организации Института на него сразу обрушились нападки лысенковцев и были предприняты серьезные попытки его ликвидации. Первый директор Н.П. Дубинин смог проработать не более двух лет и был снят с должности по указанию Н.С. Хрущева. Однако, он уже успел сформулировать направления исследований и пригласить ведущих ученых-генетиков.

В 1959 году директором института стал кандидат с/х наук, впоследствии академик Д.К. Беляев (Рис. 1.26.). Именно ему пришлось выдержать всю



тяжесть противостояния с властями в процессе формирования института, создания его инфраструктуры и воспитания нового поколения генетиков. Если Н.П. Дубинин заложил прочный фундамент Института, то Д.К. Беляев создал на этом фундаменте сам Институт и руководил им до 1985 года. Несомненно, что оба этих человека внесли огромный вклад в возрождение генетики в России.

В 1960-1970-е годы в Институте сформировалось новое поколение молодых талантливых ученых, выросших уже в Институте: Е.С. Беляева, Л.А. Васильева, А.Д. Груздев, И.С. Губенко, В.А. Драгавцев, Л.И. Корочкин, С.И. Малецкий, С.И. Раджабли, В.А. Ратнер, А.И. Шерудило и другие.

Начиная с 1985 года по настоящее время институт возглавляет член-корреспондент АН, впоследствии академик, В.К. Шумный (Рис. 1.27.), выпускник Московского университета, работающий в Институте со дня его основания и прошедший все ступени научного роста, начиная с должности старшего лаборанта.

По положению на 1992 год в штате института было 1003 человека, в том числе 433 научных сотрудника, из них два академика РАН (один из них эмигрировал), один член-корреспондент РАН, один член-корреспондент РАЕН. В Институте было 44 доктора и 199 кандидатов наук. К сожалению, мертвящее дыхание неумело проводимых социально-экономических реформ коснулось и Института. Свыше



**Рис. 1.26.** Владимир Константинович Шумный  
род. 1933

100 молодых ученых (в возрасте 30-45 лет) выехали для работы за границу и очень многие из них потеряли всякую связь с Институтом.

До начала “реформ” в Институте была неплохая библиотека. Ее фонд насчитывал 96260 печатных изданий, в том числе 31835 иностранных книг и журналов. В 1960 году Институт получил в дар личную библиотеку А.С. Серебровского с уникальным фондом книг, ставших библиографической редкостью. В библиотеку поступали все необходимые отечественные и иностранные издания. Сейчас постоянно иссякающий ручеек поступления научных журналов поддерживается в основном за счет не особенно щедрой благотворительности сотрудников, уехавших за рубеж.

В соответствии с объектами и методами исследований, а также сложившимися традициями в Институте можно условно выделить пять основных направлений: 1. Молекулярная генетика; 2. Цитогенетика; 3. Генетика растений; 4. Генетика животных; 5. Физиологическая генетика. Кроме этого для решения прикладных проблем распоряжением Президиума СО РАН на базе Института, Алтайского Экспериментального и Экспериментального сельского хозяйства СО РАН создан научно-производственный комплекс “Институт цитологии и генетики”.

Ряд полученных за последние годы результатов в области фундаментальных исследований удостоены высокой оценки. За серию работ по экспериментальному исследованию доместикировки животных академику Д.К. Беляеву и д.б.н. Л.Н. Трут в 1982 году

была присуждена премия имени Н.И. Вавилова. В 1990 году академику Р.И. Салганику совместно с д.х.н. Н.И. Гриневой, академиком Д.Г. Кнорре и д.х.н. З.В. Шабаровой была присуждена Ленинская премия за создание основ адресной модификации генетических структур.

Огромное значение для Института имеет кафедра цитологии и генетики Новосибирского университета. В ее создании активное участие приняли Д.К. Беляев, Ю.Я. Керкис, В.В. Хвостова, И.И. Кикнадзе, В.А. Ратнер. Принцип тесного контакта академической науки и университетского образования был положен в основу этой кафедры. Выпускники кафедры цитологии и генетики НГУ составляют костяк Института и многих других генетических лабораторий Сибири.

По положению на начало сентября 1997 года в институте были следующие научные подразделения:

|  |   |
|--|---|
| Лаб. эволюционной генетики животных                          | Маркель А.Л., д.б.н., с.н.с.                                      |
| Лаб. экспериментального моделирования эволюционных процессов | Бердников В.А., к.б.н., с.н.с.                                    |
| Лаб. генетических основ онтогенеза                           | *Серов О.Л., д.б.н., с.н.с.;<br>и.о. Жданова Н.С., к.б.н., с.н.с. |
| Лаборатория генетики стресса                                 | Раушенбах И.Ю., д.б.н., с.н.с.                                    |
| Сектор вирусологии   | Галахарь Н.Л., к.б.н., с.н.с.                                     |
| Лаб. молекулярных основ генетики животных                    | Ромашенко А.Г., к.б.н., с.н.с.                                    |
| Лаб. экспериментального мутагенеза                           | Чекуров В.М., к.б.н., с.н.с.                                      |
| Лаб. популяционной генетики растений                         | Малецкий С.И., д.б.н., проф.                                      |
| Сектор генетических основ селекции растений                  | Коваль С.Ф., к.б.н., с.н.с.                                       |
| Лаб. генетики популяций                                      | Захаров И.К., д.б.н., с.н.с.                                      |

---

|   |  |
|---|--|
| Лаб. молекулярно-генетических систем  | Ратнер В.А., д.б.н., проф.,<br>академик РАЕН                   |
| Сектор молекулярной эволюции  | Матушкин Ю.Г., к.б.н., с.н.с.                                  |
| Лаб. теоретической генетики   | Колчанов Н.А., д.б.н., проф.                                   |
| Лаб. гетерозиса растений  | Шумный В.К., д.б.н., проф., академик<br>РАН                    |
| Сектор генофонда растений   | Железнов А.В., к.б.н., с.н.с.                                  |
| Сектор отдаленной гибридизации и<br>культуры тканей                                 | Першина Л.А., д.б.н., с.н.с.                                   |
| Сектор генетических систем<br>размножения растений                                  | Коваленко В.И., к.б.н., с.н.с.                                 |
| Сектор цитогенетики пшеницы   | Лайкова Л.И., к.б.н.   |
| Сектор генетики пшеницы   | Гончаров Н.П., к.б.н., с.н.с.                                  |
| Сектор генетики онтогенеза растений   | Пельтек С.Е., к.б.н.   |
| Сектор молекулярной генетики<br>растений  | Салина Е.А., к.б.н.  |
| Лаб. клеточной биологии   | Блинов А.Г., к.б.н.  |
| Лаб. молекулярной генетики основ<br>онкогенеза                                      | Каракин Е.А., д.б.н., с.н.с.                                   |
| Сектор молекулярной нейрогенетики   | Баричева Э.М., к.б.н.  |
| Межинститутская лаб. молекулярной<br>эпидемиологии                                  | Воевода М.И., к.м.н.   |
| Лаб. цитогенетики   | Будашкина Е.Б., к.б.н., с.н.с.                                 |
| Сектор генетики мутаций и<br>мутационных процессов                                  | Сидорова К.К., д.б.н., с.н.с.                                  |
| Лаб. цитогенетики животных  | Графодатский А.С., д.б.н., с.н.с.                              |
| Лаб. иммуногенетики   | Таранин А.В., к.б.н.   |
| Сектор онкогенетики   | Лавровский В.А., д.б.н.  |
| Сектор молекулярной генетики с/х<br>животных  | Лобков Ю.И., к.б.н.  |
| Сектор молекулярно-генетических<br>механизмов белково-нуклеиновых<br>взаимодействий | Савинкова Л.К., к.б.н., с.н.с.                                 |
| Сектор молекулярных механизмов<br>мутагенеза  | Васюнина Е.В. (*Салганик Р.И., д.б.н.,<br>проф., академик РАН) |
| Лаб. биохимической генетики<br>животных   | Закиян С.М., д.б.н., проф.,<br>член-корр. РАЕН                 |

---

|   |  |
|---|--|
| Лаб. цитологии и апомиксиса растений                    | Соколов В.А., д.б.н.   |
| Группа физико-химической биологии                       | Ошевский С.И., к.б.н., с.н.с.  |
| Лаб. клеточного деления                                 | Чадов Б.Ф., д.б.н., с.н.с.   |
| Лаб. молекулярной цитогенетики                          | Жимулев И.Ф., д.б.н., проф., чл.-корр.<br>РАН и РАЕН, академик Европейской<br>Академии |
| Лаб. феногенетики поведения                             | Попова Н.К., д.м.н., проф.   |
| Лаб. генетических основ<br>нейроэндокринной регуляции   | Дыгало Н.Н., д.б.н., с.н.с.  |
| Сектор молекулярной генетики<br>человека                | Сукерник Р.И., д.б.н., с.н.с.  |
| Лаб. физиологической генетики                           | Иванова Л.Н., д.б.н., проф., академик<br>РАН   |
| Сектор экологической генетики<br>растений               | Черный И.В., к.б.н., с.н.с.  |
| Селекционно-генетическая лаборатория                    | Чайка В.Ф.   |
| Лаб. разведения экспериментальных<br>животных           | Ермолаев В.И., д.б.н., с.н.с.  |
| Сектор генной инженерии                                 | Кочетов А.В.   |
| Лаб. экологической генетики и<br>генофонда животных     | Кушнир А.В., к.б.н., с.н.с.  |
| Сектор молекулярной и эволюционной<br>генетики человека | Осипова Л.П., к.б.н., с.н.с.   |
| Сектор молекулярной генетики<br>нейробелка              | Свиридов С.М., к.б.н., с.н.с.  |
| Сектор рекомбинационного и<br>сегрегационного анализа   | *Бородин П.М., д.б.н., проф.,<br>и.о. Аксенович Т.И., д.б.н., с.н.с.                   |
| Сектор медицинской генетики                             | Дикалова А.Э., к.б.н.  |
| Лаб. структуры генома                                   | Дымшиц Г.М., д.б.н., проф.   |
| Лаб. регулирования экспрессии генов                     | Меркулова Т.И., к.б.н., с.н.с.   |
| Сектор генетики клеточного цикла                        | Омельянчук Л.В., к.б.н.  |
| Лаб. морфологии и функции<br>клеточных культур          | Рубцов Н.Б., д.б.н., с.н.с.  |
| Лаб. молекулярной биологии клетки                       | Богачев С.С., к.б.н.   |
| Сектор химии нуклеиновых кислот                         | Кобзев В.Ф.  |
| Лаб. эндокринологической генетики                       | Осадчук А.В., к.б.н., с.н.с.   |
| Сектор нейрогенетики социального<br>поведения           | Кудрявцева Н.Н., д.б.н., с.н.с.  |

\*Звездочками обозначены фамилии руководителей, уехавших за границу.

### ***Литература***

Институт цитологии и генетики.

Внешторгиздат. Изд. N7044Н, 1-64,  
1989.

Шумный В.К. (редактор). Генетика -

селекции растений. Районированные  
сорта и перспективные формы  
сельскохозяйственных растений

Института цитологии и генетики СО  
РАН СССР за 25 лет. Новосибирск,  
Институт цитологии и генетики, 1-34,  
1983.

“Непрерывающаяся нить жизни и

познания” и “Постигать и оберегать”.

журнал “ЭКО”, N7 (277), 2-20, 1997.