

## ГЕНЕТИКА ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

### ЧАСТЬ I. ВИД, СРЕДА, ПОПУЛЯЦИЯ

#### Глава 1. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ВИД И ИЗМЕНЧИВОСТЬ

- 1.1. Особи и виды
  - 1.2. Становление понятия «вид»: от Линнея до Дарвина
    - Линней: неизменность видов и систематика
    - Ламарк: виды эволюционируют
    - Дарвин: эволюционная дивергенция признаков
    - Филогенетическое дерево
  - 1.3. Критерии вида
    - Биологический критерий вида
    - Морфологический критерий вида
    - Определение понятия «вид»
  - 1.4. Изменчивость вида
    - Границы между видами?
    - Внутривидовая изменчивость
  - 1.5. Генетические маркеры вида
- Заключение

#### Глава 2. СРЕДА ОБИТАНИЯ И ПОДРАЗДЕЛЁННОСТЬ ВИДА

- 2.1. Ареал вида
    - Гетерогенность среды обитания
    - Среда обитания и жизненные формы
  - 2.2. Факторы среды и адаптация к ним
    - Основные абиотические факторы
    - Биотические факторы
    - Антропогенные факторы
  - 2.3. Градиенты среды и экологические правила
  - 2.4. Жизненные стратегии
  - 2.5. Подразделённость вида
    - Географическая подразделённость
    - Сезонные формы
    - Подразделённость среды обитания
  - 2.6. Зачем нам природное разнообразие?
- Заключение

#### Глава 3. ПОПУЛЯЦИЯ

- 3.1. О термине «популяция»
- 3.2. Понятие популяции – примеры
- 3.3. Аксиомы популяции
  - Интуитивное представление о популяции и аксиомы
  - Анализ популяционных аксиом
  - Формулировка понятия «популяция»
  - Генофонд популяции
- 3.4. Критерий популяции
- 3.5. Типы популяций
  - Регулярные популяции
  - Иррегулярные популяции
  - Изоляты
  - Панмиксные популяции
  - Интерпретации понятия «популяция»
- 3.6. Популяционная структура вида
  - Графические схемы подразделения вида
  - Факторы популяционно-генетической подразделённости вида

- 3.7. Природные популяции
    - Сохранять природные популяции?
    - Популяции: география, экология, генетика
    - Экогеографические единицы (ЭГЕ)
    - Примеры экогеографических единиц
    - Иерархическая структура вида на основе ЭГЕ
    - Экогеографическая единица как базовая единица запаса вида
  - 3.8. Выборки как важнейший этап полевого популяционного исследования
    - Выборка
    - Объём выборки
    - Случайная выборка
    - Случайность выборки по отношению к признакам
    - Повторные выборки
- Заключение

## ЧАСТЬ II. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОПУЛЯЦИЯХ

### Глава 4. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ

- 4.1. Внутривидовое разнообразие
  - Признак и фенотип
  - Генетическая изменчивость
- 4.2. Полиморфизм
  - Общее понятие полиморфизма
  - Генетический полиморфизм
  - Молекулярный полиморфизм: исторические сведения
  - Локусы, аллели, гаплотипы
- 4.3. Генотипирование
  - Выборка, генотипы, аллели
  - Аллельное разнообразие
  - Изменчивость генома
- 4.4. Частоты генотипов и частоты аллелей
  - Частоты генотипов и аллелей
  - Формализация представления частот аллелей
  - Пул генотипов и пул аллелей
  - Частые, редкие и приватные аллели
- 4.5. Меры генетического разнообразия
  - Меры аллельного разнообразия
  - Оценка полиморфизма по совокупности локусов
  - Изменчивость нуклеотидных последовательностей
  - Сеть и филогения гаплотипов
  - Генетические дистанции

Заключение

Приложение

### Глава 5. ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- 5.1. Жизненный цикл и моделирование популяционно-генетической динамики
- 5.2. Уравнения динамики
  - Дискретная модель
  - Непрерывная модель
- 5.3. Динамическое равновесие и его устойчивость
  - Положение равновесия
  - Устойчивость состояния равновесия
  - Нестационарные динамические системы
- 5.4. Случайные процессы в популяциях
  - Случайные вариации динамического процесса
  - Марковский стохастический процесс
  - Уравнение стохастической динамики

Заключение

Приложение

## Глава 6. НУЛЬ-МОДЕЛЬ ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА

- 6.1. Факторы популяционной динамики
- 6.2. Модель Харди-Вайнберга
- 6.3. Теорема Харди-Вайнберга и эволюционное учение Дарвина
- 6.4. Важность соотношений Харди-Вайнберга
- 6.5. Интерпретация соотношений Харди-Вайнберга
- 6.6. Нарушение соотношений Харди-Вайнберга в популяциях
- 6.7. Эффект Валунда

Заключение

Приложение

## Глава 7. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ РЕКОМБИНАЦИЯ КАК ФАКТОР ГЕНОМНОЙ ДИНАМИКИ

- 7.1. Сцепление и рекомбинация
- 7.2. Гаплотипы и мультилокусные генотипы
  - Сцепление и гаплотип
  - Двухлокусные генотипы
  - Структура двойной гетерозиготы
  - Важность различения *цис*- и *транс*-фаз у двойных гетерозигот
- 7.3. Неравновесие по сцеплению
  - Меры неравновесия по сцеплению
  - Неравновесие  $D$  и его нормировка  $r$
  - Равновесие по сцеплению
- 7.4. Рекомбинация и мультилокусная динамика
  - Мультилокусная нуль-модель
  - Неравновесие по сцеплению и соотношения Харди-Вайнберга
  - Динамика неравновесия по сцеплению
  - Структура мультилокусных генотипов при равновесии по сцеплению
- 7.5. Сцепление и межлокусные ассоциации
  - Рекомбинация и динамика неравновесия по сцеплению
  - Визуализация неравновесий на хромосомной карте

Заключение

Приложение

## Глава 8. СЛУЧАЙНЫЙ ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ДРЕЙФ

- 8.1. Генетический дрейф как броуновское движение
  - Броуновское движение
  - Генетический дрейф
- 8.2. Эффективный размер популяции
  - Репродуктивная численность популяции
  - Неравная численность полов
  - Вариабельность числа потомков
  - Плоидность генома
- 8.3. Отличительные черты генетического дрейфа
  - Определение генетического дрейфа
  - Вероятностная природа генетического дрейфа
  - Дрейф как стохастический процесс
- 8.4. Динамика внутри- и межпопуляционного разнообразия при дрейфе
  - Уменьшение аллельного разнообразия
  - Увеличение межпопуляционных различий
- 8.5. Принцип основателя
- 8.6. Генетическое горлышко бутылки
- 8.7. Выживают ли малые популяции?

Заключение

Приложение

## Глава 9. МУТАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС В ПОПУЛЯЦИЯХ

- 9.1. О понятии «мутация»
- 9.2. Пример мутации: альбинизм

- 9.3. Классификация мутаций
  - Изменения в структуре ДНК
  - Влияние мутаций на приспособленность
  - Классификация мутаций по приспособленности
  - Мутационные модели
- 9.4. Частота возникновения мутаций
  - Темпы нуклеотидных замен на репликацию
  - Темпы точечных мутаций на поколение
- 9.5. Судьба единичных мутаций в популяции
  - Регистрация мутаций
  - Вероятность утери возникших мутации
  - Транзитный полиморфизм
- 9.6. Теория нейтральности
  - Вероятность фиксации мутаций
  - Основная теорема теории нейтральности
  - Молекулярные часы
- 9.7. Динамика повторных мутаций
  - Вклад мутационного процесса в аллельное разнообразие популяций
  - Баланс мутаций и генетического дрейфа
- Заключение
- Приложение

## Глава 10. МИГРАЦИЯ И ГЕННЫЕ ПОТОКИ

- 10.1. Основные понятия
  - Миграция
  - Поток генов
  - Генные потоки уменьшают генетические различия между популяциями
  - Генные потоки и уравнение динамики частот аллелей
- 10.2. Прогнозирование последствий генных потоков
- 10.3. Оценка темпа прошлых генных потоков
- 10.4. Оценка длительности воздействия генного потока
- 10.5. Скорость сближения реципиентной и донорской популяций
- 10.6. География генных потоков
- 10.7. Филогеография
- 10.8. Модели генных потоков
- Заключение
- Приложение

## Глава 11. РОДСТВО, РОДОСЛОВНЫЕ, ИНБРИДИНГ

- 11.1. Идентичность по происхождению
- 11.2. Коэффициент родства
  - Родство между родителями и детьми
  - Родство между другими родственниками
- 11.3. Инбридинг
  - IBD-аллели и инбридинг
  - Коэффициент инбридинга
  - Пути передачи IBD-аллелей потомкам
  - Оценка коэффициента инбридинга в сложных родословных
- 11.4. Инбридинг в популяциях
  - Частоты генотипов при инбридинге
  - Самооплодотворение
- 11.5. Минусы и плюсы инбридинга
  - Негативные последствия инбридинга
  - Положительные стороны инбридинга
  - Эволюционные минусы и плюсы самооплодотворения
- Заключение
- Приложение

## Глава 12. ПРИСПОСОБЛЕННОСТЬ И ОТБОР

- 12.1. Борьба за существование, отбор и генетика

- Борьба за существование
- Отбор
- Генетическая динамика при отборе
- 12.2. Генетическая концепция приспособленности
  - Приспособленность особи
  - Приспособленность генотипа
- 12.3. Динамика частот аллелей при отборе
  - Коэффициенты отбора
  - Уравнения динамики
  - Фундаментальная теорема Фишера
  - Генетический груз
- 12.4. Борьба человека и малярии по правилам отбора – первый раунд
  - Эволюционная война с малярийным плазмодием
  - Балансовый отбор по аллелю  $S$
  - Генетический груз
  - Смена среды обитания
- 12.5. Борьба человека и малярии по правилам отбора – второй раунд
  - Война с малярийным комаром
  - Пути достижения комарами резистентности к инсектицидам
  - Популяционно-генетическая модель эволюции резистентности
  - Принцип Красной Королевы – третий и последующие раунды
- 12.6. Отбор против повторных вредных мутаций
  - Модель отбора
  - Рецессивные мутации
  - Доминантные мутации
  - Динамика вблизи мутационно-селекционного баланса
  - Отбор и дрейф
  - Мутационный груз
- Заключение
- Приложение

### ЧАСТЬ III. ПОПУЛЯЦИЯ: ГЕОГРАФИЯ, ЭКОЛОГИЯ, ГЕНЕТИКА

#### Глава 13. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ: НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И СРЕДА

- 13.1. Фенотипическая и генотипическая изменчивость
  - Понятие количественного признака
  - Генотипическая изменчивость
  - Зелёная революция как пример успешного признака
- 13.2. Основные компоненты фенотипической изменчивости
  - Фенотипическая вариация
  - Генотипическая вариация
- 13.3. Аддитивная и доминантная вариация признака
  - Средний эффект аллеля
  - Аддитивная вариация
  - Доминантная вариация
- 13.4. Лабильность генетических параметров количественного признака
- 13.5. Межлокусные взаимодействия и эпистатическая вариация
- 13.6. Стохастичность онтогенеза и средовая изменчивость
  - Различие между монозиготными близнецами – как пример
  - Эпигенетические различия
  - Различия по морфофизиологическим признакам
  - Общая среда
- 13.6. Наследуемость признака
  - Наследуемость в широком и узком смысле
  - Свойства показателя наследуемости
  - Интерпретация показателей наследуемости
- Заключение

## Глава 14. ОРГАНИЗМ = ГЕНОМ × СРЕДА

### 14.1. Вклад наследственности и среды в признак

### 14.2. Фенотипическая пластичность

Норма реакции

Соответствие генотипа и фенотипа

Микрогетерогенная среда

Дискретность онтогенеза

### 14.3. Взаимодействие «генотип × среда»

Меняющаяся среда

Взаимодействие «генотип × среда»

Модель возникновения взаимодействия «генотип × среда»

### 14.4. Экологическая ниша

Понятие экологической ниши

Модель экологической ниши

Эволюция экологической ниши

Принцип конкурентного исключения

### 14.5. Вариабельность среды и микроэволюция

Заключение

## Глава 15. ПУТИ МИКРОЭВОЛЮЦИИ

### 15.1. Микроэволюция – многофакторный процесс

Адаптивные процессы – это решение поставленных природой задач

Пример: адаптация человека к солнечной радиации

Отбор по пигментации кожи

Генетические изменения при расселении человечества

### 15.2. Отбор по количественным признакам

Направленный отбор

Нормализующий отбор

Интеграция мультилокусной изменчивости при отборе

Средние особи по комплексу признаков и модальный отбор

Дизруптивный отбор

Внутрипопуляционные преобразования при фенотипическом отборе

### 15.3. Мультилокусная динамика

Мультилокусный отбор

Эволюция рекомбинации

Эффект попутного транспорта

### 15.4. Адаптивный ландшафт

Фундаментальная теорема естественного отбора

Концепция смещающегося баланса

Дырчатый ландшафт

Заключение