

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

ЭВОЛЮЦИОННОЕ УЧЕНИЕ

*Методические материалы
к семинарским занятиям*

Минск 2004

УДК 576.11(075.8)
ББК 28.4я73
Э158

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ
Рекомендовано секцией естественных и сельскохозяйственных наук БГПУ
(протокол № 5 от 02.12.03 г.)

Составитель Н. Д. Лисов, кандидат биологических наук, доцент,
заведующий кафедрой общей биологии БГПУ

Рецензент З. И. Шелег, кандидат биологических наук, доцент

Э158 **Эволюционное учение:** Метод. материалы к семинарским занятиям / Сост.
Н. Д. Лисов. — Мн.: БГПУ, 2004. — 60 с.
ISBN 985-435-726-0

Методические материалы включают планы семинарских занятий по эволюционному учению, рекомендательную литературу по каждой теме, методические рекомендации, задания практического характера.

Адресованы студентам V курса факультета естествознания, обучающимся по основной или дополнительной специальности «Биология».

УДК 576.11(075.8)
ББК 28.4я73

ISBN 985-435-726-0

© Составление. Н. Д. Лисов, 2004
© УИЦ БГПУ, 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эволюционное учение является обобщающим курсом, который завершает изучение всего цикла биологических дисциплин в педагогическом университете. Это не случайно, так как эволюционное учение выявляет наиболее общие закономерности, действующие в живой природе.

В процессе изучения предмета студент сталкивается с необходимостью глубокого философского и теоретического осмысления тех явлений и фактов, с которыми он встречался при изучении других дисциплин. В курсе эволюционного учения идет познание живой природы на более высоком уровне, требующем глубокого теоретического обобщения. При изучении этого предмета студенты должны опираться на знания, приобретенные в курсах ботаники, зоологии, микробиологии, гистологии с основами эмбриологии, физиологии растений, физиологии человека и животных, генетики, цитологии, экологии и др.

Особое значение приобретает подготовленность студентов в области философии.

В соответствии с учебным планом, на семинарские занятия отводится 40 часов. Учитывая, что в современных условиях большое внимание уделяется самостоятельной работе студентов, настоящие материалы окажут им неоценимую помощь при подготовке к семинарским занятиям, так как значительная часть материала не читается в лекционном курсе.

На семинарские занятия выносятся наиболее важные вопросы курса. Им уделяется особое внимание, поскольку они не только ключевые вопросы курса, но и центральные в школьном курсе биологии. Будущий учитель должен уметь объяснить, что такое биологическая эволюция, почему она происходит, на каком уровне организации живого осуществляется эволюционный процесс, каковы движущие силы и результаты эволюции, какие существуют в современной науке гипотезы происхождения жизни на Земле, в чем заключаются особенности эволюции человека и т. д. Таким образом, изучение эволюционного учения способствует не только повышению научно-теоретического уровня студентов, формированию их мировоззрения, но и профессиональной подготовке будущего специалиста-биолога.

СЕМНАР № 6

Тема: Изменчивость, ее формы и эволюционная роль

Вопросы

1. Мутации как основной материал для эволюции:
 - а) сущность и природа мутаций;
 - б) случайность и не направленность мутаций;
 - в) частота возникновения и встречаемость мутаций;
 - г) фенотипическое проявление мутаций и его зависимость от окружающей среды и индивидуальных особенностей организмов;
 - д) значение мутаций и их комбинаций в эволюции.
2. Норма реакции и ее изменения:
 - а) понятие о норме реакции;
 - б) адаптивные модификации;
 - в) длительные модификации;
 - г) неадаптивные изменения нормы реакции (экзогенные и эндогенные);
 - д) относительность приспособленности;
 - ж) эволюционное значение адаптивных модификаций.
3. Наследственная изменчивость в естественных популяциях:
 - а) закон Харди-Вайнберга и его следствия;
 - б) генетическое разнообразие в популяциях: I — мутации, II — поток генов, III — возникновение новых генотипов в результате рекомбинации;
 - в) органические панмиксии;
 - г) генетико-автоматические процессы в популяциях;
 - д) принцип основателя.

Литература

- Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика: В 3 т. М., 1988. Т. 3. Гл. 20—23. С. 7—135.
- Грант В. Эволюция организмов. М., 1980. Гл. 3. С. 35—69.
- Иорданский Н. Н. Эволюция жизни: Учеб. пособие. М., 2001. С. 48—72.
- Майр Э. Популяции, виды, эволюция. М., 1974. Гл. 7. С. 96—120, 182—196.
- Майр Э. Зоологический вид и эволюция. М., 1968. Гл. 7; 10.
- Солбриг О., Солбриг Д. Популяционная биология и эволюция. М., 1982. Ч. 2. Гл. 4—9. С. 53—260.
- Шмальгаузен И. И. Проблемы дарвинизма. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л., 1969. Гл. 2. С. 167—265.
- Тимофеев-Ресовский Н. В., Яблоков А. В., Глотов Н. В. Очерк учения о популяции. М., 1973 // Генофонд популяции как материал для естественного отбора. С. 86—121.
- Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. М., 1968. С. 21—25, 35—45, 244—266, 282—315.

Задание

Пользуясь литературой, выпишите примеры мутационной, модификационной и комбинативной изменчивости (8—10 примеров на каждую форму изменчивости). Среди модификаций отметьте адаптивные и длительные модификации. Приведите примеры наиболее часто встречаемых в природе морфозов.

Методические рекомендации

Второй раздел курса посвящен изучению предпосылок, движущих сил и результатов эволюции с позиций синтетической эволюционной теории. Успехи в развитии биологических наук, и особенно достижения современной генетики, экологии, молекулярной биологии, а также становление учения о популяции, определили новый этап в развитии теории эволюции.

Основной задачей изучения темы «Изменчивость, ее формы и эволюционная роль» является анализ различных форм внутривидовой изменчивости и подробное рассмотрение тех форм, которые могут быть материалом эволюционного процесса.

Мутационная изменчивость как материал для эволюции. При изучении этой темы необходимо вспомнить раздел курса генетики, который включает материал о сущности и природе мутаций, о различных формах этих изменений и т. п.

В познании микроэволюции интерес представляют мутации не сами по себе, а их эволюционная характеристика, т. е. особенности, которые влияют на процесс эволюционного преобразования. Такими важнейшими, с эволюционной точки зрения, характеристиками мутаций являются частота возникновения и встречаемость их в природных популяциях, а также проявление мутаций в фенотипе. Выделите главное: мутации каждого гена относительно редки, но большое число генов в геноме обуславливает значительное их количество на каждое поколение. Выясните значение мутаций в нарушении исторической преемственности между организмами.

Выясняя значение мутационного процесса для эволюции видов, сопоставьте закономерный характер эволюционных преобразований (направленность и адаптивность) со случайностью и ненаправленностью мутационного процесса.

Понять действительную роль мутаций, как материала для эволюции, можно лишь проанализировав данные о взаимодействии генов и соотношении генов и признаков. Особое внимание необходимо обратить на следующие вопросы: фенотипическое проявление мутаций в зависимости от окружающей среды; понятие о полигении и наследовании количественных признаков, понятие о плейотропии, причины преимущества гетерозигот, эпистатическое взаимодействие генов.

Норма реакции и ее изменения. Один и тот же генотип имеет разное фенотипическое выражение в различных условиях. Необходимо выяснить связь модификационной изменчивости с генотипом данного организма. Обратите внимание на то, что наследуются не признаки и свойства родителей, а способность реагировать определенным образом на определенные условия среды. Приведите примеры модификаций, наблюдаемых в природе.

Каковы же пределы модификаций? Размах модификационной изменчивости определяется генотипом и обусловлен историей формирования вида.

В связи с этим стоит вопрос об адаптивном характере модификаций. Почему они всегда приспособительны и обуславливают выживание организмов в меняющихся условиях среды? Приспособительный характер модификаций есть результат отбора определенных реакций генотипа на условия жизни, проявляющихся фенотипически, т. е. он складывается исторически как видовая адаптация.

Интересно отметить, что возникающие модификации с течением времени могут стать наследственными. Это связано с перестройкой генотипа, которая заключается в утрате тех реакций, которые в новых условиях среды теряют свое значение. Приведите примеры подобного явления. Надо, конечно, помнить, что при этом происходит приобретение ряда новых свойств. Такое явление получило название параллелизма наследственных и ненаследственных изменений. Но между модификациями и наследственными изменениями, внешне сходными с ними, есть отличие: модификации возникают в ходе онтогенеза в результате взаимодействия генотипа с факторами внешней среды, а фенотипически сходные с ними наследственные изменения обусловлены генотипом. Такая замена зависимого от внешних условий модификационного изменения наследственным ставит данную форму в более выгодное положение и обеспечивает большую выживаемость популяции вида во времени.

Сравните обычные адаптивные модификации с длительными модификациями. В каких случаях можно наблюдать последние?

Завершая изучение материала о модификациях, дайте оценку их роли в эволюции.

Комбинативная изменчивость. Большинство современных видов живых организмов размножается половым путем, поэтому новый организм включает материнский и отцовский геномы. Возникает новая генная система взаимодействующих генов. Новые признаки и свойства, проявляющиеся у потомков, и принято называть комбинативной изменчивостью. Выясните, каковы источники комбинативной изменчивости и какова роль этой формы изменчивости в эволюции.

Мобилизационный резерв изменчивости. Рассмотрев явления изменчивости и определив характер и значение отдельных ее форм, необходимо выяснить судьбу мутаций в популяциях и понять, как ненаправленные, объективно случайные мутации включаются в направленный эволюционный процесс.

Нужно выяснить, какова судьба мутаций у гаплоидных форм, обладающих лишь одним хромосомным набором, где каждый ген представлен каким-то аллелем. В этом случае любая мутация сразу проявится фенотипически и будет подвержена действию естественного отбора. Мутации, как правило, неадекватны воздействию фактору, поэтому они чаще всего нарушают приспособленность организмов, выживаемость которых в этом случае будет зависеть от степени ее нарушения. Большие шансы на сохранение имеют малые мутации со слабым фенотипическим выражением. Отсюда можно сделать вывод о скорости эволюционных преобразований гаплоидных форм, где каждая проявившаяся в фенотипе мутация сразу же проходит проверку на «пригодность» и огромное количество мутантов элиминируется. Становится понятной возможность гаплоидного состояния видов низших

организмов, где колоссальная убыль особей компенсируется необычайно высокими темпами размножения.

Преобладающее большинство видов многоклеточных является диплоидным, где в каждом геноме содержится два аллеля каждого гена. Поэтому у диплоидных организмов не всегда наблюдается элиминация мутантных форм, как у гаплоидных организмов. Сделайте вывод о значении возникновения полового процесса в эволюции органического мира. В различных вариантах судьбу мутаций у диплоидных видов можно свести к следующим возможным случаям:

- 1) мутации, обуславливающие нежизнеспособность особей, исчезают из популяции вместе с элиминацией их носителей;
- 2) мутации, обеспечивающие нескрещиваемость со своими собратьями, не могут иметь значение в популяциях, так как их носители не оставляют потомство или оно бесплодно;
- 3) мутации, не оказывающие отрицательного воздействия на развитие особи, включаются в генофонд популяции в скрытом, рецессивном состоянии. Такие мутации могут накапливаться в популяции, не нарушая ее приспособленности. Возможность возникновения новых мутаций в каждом поколении и сохранение мелких мутаций предшествующих поколений ведет к появлению необычайного генетического разнообразия популяций перекрестно-оплодотворяющихся видов.

Отсюда следует важный вывод: природные популяции всегда гетерогенны. Весь запас мутаций, которыми «как губка» насыщена популяция, принято называть мобилизационным резервом изменчивости, который имеет огромное эволюционное значение.

Генетическое равновесие в популяциях. Закон Харди—Вайнберга. Вспомните самые важные его положения закона Харди—Вайнберга, который вы изучали в курсе генетики.

Редкая мутация не имеет эволюционного значения. Поэтому важно выяснить вопрос о встречаемости генов в популяциях и их колебании. Впервые к решению этой проблемы чисто теоретически подошли Г. Н. Харди и В. Вайнберг. Они вывели формулу частоты встречаемости генов в идеальной популяции, в которой имеет место абсолютная панмиксия, отсутствуют мутационный процесс и давление отбора (т. е. все особи одинаково способны к выживанию), нет притока генов извне и размеры такой популяции бесконечны. Соответственно, формулу соотношения генов в популяции можно представить следующим образом: $AA + 2A + aa$ — и в ряду поколений это соотношение частот генов A и a остается постоянным. Однако природная популяция будет существенно отличаться от той идеальной популяции, для которой Харди и Вайнберг установили равновесное состояние генов. Заметим, что природные популяции всегда конечны, в них постоянно идет мутационный процесс, панмиксия никогда не бывает полной и популяция постоянно испытывает давление естественного отбора. Вот эти особенности и вызывают нарушение равновесного состояния генов в популяции и являются источником эволюционного развития.

Нужно подчеркнуть, что хотя закон Харди—Вайнберга выведен для так называемой идеальной популяции, он имеет важное значение в популяционной генетике.

Это — простейшая модель, усложнение которой путем введения более сложной структуры генотипа, разнообразных соотношений между фенотипом и генотипом, путем учета мутационного процесса, динамики численности популяций, давления отбора и т. п. приводит к возможности экспериментального и математического изучения эволюционных преобразований в популяциях.

Как отмечалось, в эволюционных преобразованиях популяций имеет значение не возникновение тех или иных мутаций, а устойчивое изменение их генетического состава. С этой точки зрения будет интересно рассмотреть следующий вопрос.

Генетико-автоматические процессы и их роль в эволюции. Рядом ученых (Н. П. Дубинин, Д. Д. Ромашов, С. Райт) было открыто явление изменения генетического состава популяций в процессе резкого колебания их численности («популяционных волн»). В нашей литературе оно получило название генетико-автоматических процессов, а в зарубежной — дрейфа генов.

В природе популяции постоянно подвержены колебаниям численности. В ходе этого процесса — подъема и спада численности особей — происходит резкое изменение генетической структуры популяции.

Независимо от ценности мутантных генов, содержащихся или появляющихся в популяции, колебание численности популяции может привести к изменению генетического состава вплоть до полного исчезновения одних мутантных генов или, наоборот, привести к широкому их распространению. Исходя из этого, казалось бы можно понять механизм эволюционных перестроек популяций. Однако здесь нужно иметь в виду, что, во-первых, как показывают расчеты, в популяциях, включающих более 500 особей, генетико-автоматические процессы сводятся к нулю. Во-вторых, естественный отбор может оставить дрейф генов «без внимания» лишь в том случае, когда мутации нейтральны (т. е. не влияют на жизнеспособность и плодовитость). Однако такие мутации маловероятны. Кроме того, генетико-автоматические процессы вызывают очень значительное генетическое изменение популяции, вплоть до генетической изоляции от других популяций этого вида, но при этом не может сразу возникнуть ее приспособленность к условиям, жизни.

Следовательно, генетико-автоматические процессы в природе имеют значение в изменении генетического состава популяции, но они действуют в природе «рука об руку» с естественным отбором. И если в малой популяции в результате дрейфа генов распространение мутантного аллеля какого-то гена быстро возрастает (в большой популяции это затруднено) и численность этой популяции будет испытывать тенденцию к увеличению, то дальше вступает в действие отбор и отбраковывает все комбинации генов, которые при фенотипическом проявлении не обеспечивают приспособленность их носителей к условиям жизни.

Заканчивая рассмотрение генетических процессов в популяциях, сделайте вывод о их роли и месте в эволюции. Надо усвоить, что ненаправленный мутационный и генетико-автоматический процессы в популяциях не обеспечивают направленной эволюции и фактором, направляющим случайные наследственные изменения в русло эволюционного процесса, является естественный отбор.

СЕМИНАР № 7—8

Тема: Борьба за существование. Естественный отбор

Вопросы

1. Дарвиновская концепция борьбы за существование.
2. Борьба за существование как процесс взаимодействия организмов в биогеоценозах:
 - а) поток энергии и вещества в биогеоценозах. Структура биогеоценоза. Цепи питания. Экологическая пирамида чисел;
 - б) характер связей в биогеоценозе;
 - в) понятие «борьбы за существование».
3. Формы борьбы за существование и их роль в эволюции:
 - а) конкуренции. Понятие об активном и пассивном соревновании. Роль конкуренции в эволюции;
 - б) прямая борьба, ее разновидности и роль в эволюции.
4. Сущность естественного отбора и его принципы. Осуществление естественного отбора.
5. Теория движущего отбора:
 - а) понятие о движущем отборе;
 - б) механизм действия движущего отбора;
 - в) формы движущего отбора и их роль в эволюции.
6. Теория стабилизирующего отбора:
 - а) понятие о стабилизирующем отборе и механизме его действия;
 - б) формы стабилизирующего отбора и их значение в эволюции.
7. Творческая роль естественного отбора.

Литература

- Шмальгаузен И. И. Проблемы дарвинизма. М., 1969. С. 206—262.
Галл Я. М. Борьба за существование как фактор эволюции. Л., 1976.
Грант В. Эволюция организмов. М., 1980. Ч. 3. Гл. 8—11. С. 70—125.
Майр Э. Популяции, виды, эволюция. М., 1974. Гл. 8. С. 121—136.
Шмальгаузен И. И. Факторы эволюции. М., 1968. С. 105—145, 147—150, 146—358.
Георгиевский А. Б. Эволюция адаптаций (историко-методологическое исследование) Л., 1989.
Иорданский Н. Н. Эволюция жизни: Учеб. пособие. М., 2001. С. 88—105.
Меттлер Л., Грегг Т. Генетика популяций и эволюция. М., 1972.

Задания

1. Приведите примеры борьбы за существование (на конкретных видах живых организмов).
2. Приведите примеры разных типов связей организмов в биогеоценозах (с конкретными видами живых организмов).