

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ.
М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)**

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ, ЖИВОТНЫХ И
МИКРООРГАНИЗМОВ»**

**Направление подготовки 05.03.06 Экология и
природопользование**

Разработчик: доцент, к.б.н. Фертикова Е.П.

**Санкт-Петербург
2017**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Влияние температуры на жизнеспособность листьев разных экологических групп

Температура среды является одним из важных экологических факторов для жизнедеятельности организма, в том числе растений. Температура влияет на все процессы их жизнедеятельности: фотосинтез, дыхание, транспирацию и т.д. Разные виды нуждаются в разных температурных условиях.

Цель работы: изучить влияние температуры на жизнеспособность листьев растений разных экологических групп.

Материалы и оборудование: свежие листья различных растений; электроплитка; термометры; 8 чашек Петри; горячая вода; снег; $NaCl$; химические стаканы на 500 мл (8 штук); холодная вода; 2 стакана на 50—100 мл; пинцеты; карандаши по стеклу.

Реактивы: 0,2 н. раствор соляной кислоты (HCl).

Ход работы. В химических стаканах подготовьте водяные бани с разной температурой — 0 °С, 10 °С, 25 °С, 40 °С, 55 °С, 65 °С, 70 °С. Для этого к горячей воде добавьте холодную воду или снег. В один стакан для $t = (-10^\circ)$ поместите снег, добавьте поваренную соль (приготовьте охлаждающую смесь: 2/3 части снега, 1/3 часть соли).

Во все стаканы поместите листья разных растений на 25 минут. В стакан с охлаждающей смесью поставьте стаканчик на 150 мл с водопроводной холодной водой и в него также поместите листья.

После выдерживания листьев в стаканах перенесите их в чашки Петри с холодной водой. Затем вылейте воду и добавьте раствор 0,2 н. HCl . Выдержите 7—10 мин.

Отметьте процент побуревшей поверхности листьев. Бурые пятна на листьях образуются вследствие разрушения клеток и образования феофитина при взаимодействии хлорофилла с соляной кислотой. Результаты опыта занесите в таблицу.

По жизнеспособности листьев в оптимальных условиях (берем ее за 100%) определите жизнеспособность листьев при каждой температуре. Для этого от 100% (оптимум жизнеспособности листьев) вычтите процент побуревшей поверхности листьев. Данные

занесите в таблицу и постройте график зависимости жизнеспособности листьев от температуры. Найдите по графику оптимальные и пессимальные зоны действия температурного фактора для каждого вида. Определите, какой из видов имеет более высокое значение экологической толерантности.

Таблица 1

**Влияние температуры на жизнеспособность листьев растений
разных экологических групп**

| |
|---------------|
| |
| |
| Объект |
| |

| Степень повреждения листьев, % | | | | | | | | | | Жизнеспособность листьев, % | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| -10 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |

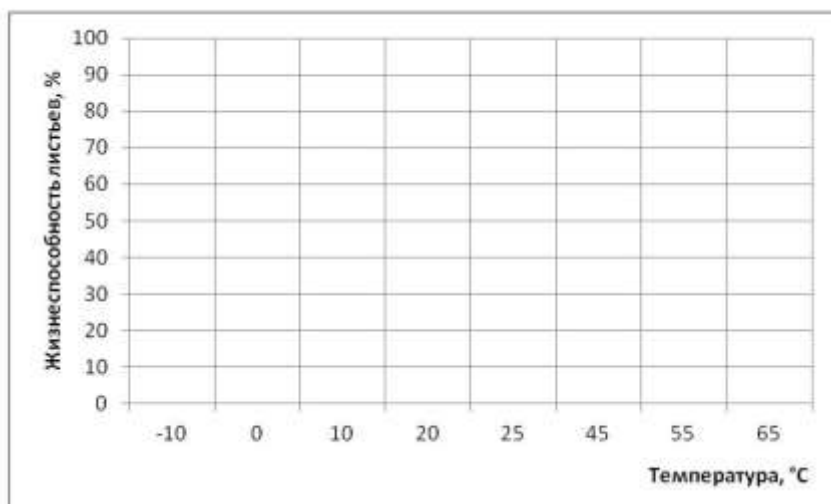


Рис. 2. Влияние разных температур на жизнеспособность листьев

На основе полученных результатов сделайте выводы о закономерностях действия температуры на жизнеспособность листьев. Найдите оптимальные и пессимальные зоны действия температурного фактора для каждого вида. Какой из видов имеет более высокое значение экологической толерантности?

Контрольные вопросы

1. Что понимают под экологическим фактором?

2. Какие факторы называют биотическими? Приведите примеры действия биотических факторов на организм.
3. Как называется наиболее благоприятная точка экологического фактора для жизнедеятельности организма?
4. Как называется значение экологического фактора, при котором жизнедеятельность максимально угнетается?
5. Какие экологические законы аутоэкологии подтверждают полученные результаты опыта?
6. Что понимается под экологической толерантностью организма?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Влияние различной концентрации водородных ионов на урожай растений

Растения являются продуцентами. В процессе фотосинтеза они производят органическую биомассу. Количество органической биомассы, созданной растением за определенную единицу времени, называют *продуктивностью*. Общее количество органики, созданное за период вегетации, — это *биомасса растений*.

В представленной работе предлагается изучить влияние различных водородных ионов на образование биомассы растений бобов. Кроме бобов можно использовать самые разные виды растений. По отношению к кислотности выделяют несколько экологических групп растений:

— растения кислых почв (*ацидофиты*);

— растений щелочных почв (*базифиты*);

— растения нейтральных почв (*нейтрофиты*).

Экологическая группа отражает отношение организмов к какому-либо экологическому фактору и объединяет совокупность видов, сходно реагирующих на изменение интенсивности данного фактора.

Цель работы: изучить влияние различной концентрации водородных ионов на урожай растений.

Материалы и оборудование: семена конских бобов или других растений; сосуды для водных культур; кристаллизатор; чашки Петри; фильтровальная бумага; резиновая груша; пипетки; уни-версальный индикатор; фарфоровые тарелочки или палетки.

Реактивы: $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; MgSO_4 ; KCl ; KH_2PO_4 ; Fe_2Cl_6 ; NaOH ; CH_3COOH .

Ход работы. Отберите 50—60 семян конских бобов и прорастите. Когда длина корешков проростков достигнет 2—3 см, перенесите их на крышки из парафинированной марли сосудов емкостью 300—500 см³, наполненных питательным раствором ($\frac{1}{3}$ нормальной смеси) Кнопа на водопроводной воде. При появлении у большинства проростков первой пары листьев проведите окончательный отбор проростков для опыта.

Опыт по изучению влияния рН в лабораторных условиях лучше проводить с водными культурами. Он может быть поставлен по следующей схеме:

Таблица

2

| | | | | | | | |
|-------------|---|---|-----|---|---|---|---|
| рН раствора | 3 | 4 | 5,5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------|---|---|-----|---|---|---|---|

| | | | | | | | |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Количество сосудов | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|

Путем подкисления слабой уксусной кислотой или подщелачивания слабым раствором щелочи установите рН питательного раствора в сосудах согласно схеме опыта. Величину рН определите приблизительно с помощью универсального индикатора.

В дальнейшем величину рН проверяют через каждые три дня, в случае сдвига реакции снова устанавливают ее до нужных пределов. Питательные растворы меняют каждые 8—10 дней.

Конские бобы очень чувствительны к рН раствора и в кислой среде растут очень плохо.

Обычно уже через две недели растения на кислой среде имеют очень угнетенный вид. Так, растения при рН, равном 3 и 4, сильно отстают в росте, на листьях появляются темные пятна, значительная часть их скоро совсем засыхает. На 25-й день от начала опыта растения этих двух вариантов (рН 3 и 4) обычно погибают.

В щелочной среде (рН 8 и выше) угнетение растения появляется позже. Растения отстают в росте от тех, которые находятся при оптимальном рН (рН 5,5—6). Однако они не погибают и могут закончить свой цикл развития, резко снижая при этом свой урожай.

В течение опыта ведут наблюдения за растениями. Измеряют: высоту надземной части растения, объем корневой системы (погружением ее в мерный стакан с водой), длину главного корня, свежий и сухой вес растения.

В результате данного опыта, при условии тщательной и частой проверки величины рН и поддержания ее в строгом соответствии со схемой опыта, могут быть получены цифровые данные, характеризующие значение рН в жизни растения. Результаты наблюдений занесите в таблицу 3, сделайте выводы.

Таблица 3

**Влияние величины рН питательного раствора
на урожай конских бобов**

| Величина рН | рН 3 | рН 8 | рН 6 |
|---|---|---|--|
| Высота надземной части, см | | | |
| Объем корневой системы, см ³ | | | |
| Длина главного корня, см | | | |
| Свежий вес растения, г | | | |
| Сухой вес растения, г | | | |
| Примечание | Один побег. Листья с темными пятнами, сохнут | 2 побега. Много пожелтевших листьев. Растение не цветет | 2 побега. Растение имеет свежий зеленый вид, хорошо цветет |

Контрольные вопросы

1. Какие выделяют экологические группы растений по отношению к кислотности среды?

2. Сделайте вывод, к какой экологической группе по отношению к кислотности относится исследуемый вид растений.

3. Как влияет pH раствора на биологическую продуктивность растений и общую биомассу?

4. Дайте определение продуктивности растений.

5. Что такое биомасса растений?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Влияние различной дозировки $ZnSO_4$ на развитие

аспергилла (*Aspergillus niger*)

Цинк является элементом, необходимым для жизнедеятельности живых организмов, в том числе микроорганизмов и грибов. Он является микроэлементом, участвует в процессах активации ферментов, энергетическом обмене, расщеплении белков, влияет на ростовые процессы.

Цинк — сильный стимулятор вегетативного роста грибов. Под влиянием ионов цинка сильно стимулируется вегетативный рост гриба *Aspergillus niger* (рост его мицелия), но спороношение задерживается.

Показано, что прибавление к питательному раствору сернокислого цинка в концентрации 0,0005% стимулирует рост гриба, доза в 0,003% увеличивает урожай мицелия вдвое. Более высокая концентрация ингибирует рост мицелия.

Цель работы: изучить влияние различной дозировки $ZnSO_4$ на развитие аспергилла.

Материалы и оборудование: мерная колба на 500 см³; колбочки Эрленмейера на 150 см³ 7 шт.; пипетки; капельница; фильтровальная бумага; воронки; стеклянные палочки; промывалка

с дистиллированной водой; вата не гигроскопическая; весы; термостат; сушильный шкаф.

Реактивы: сахароза; KH_2PO_4 ; NH_4NO_3 ; $MgSO_4$; $FeSO_4$ — 1%-ный раствор; раствор $ZnSO_4$ — 1%-ный; фенолфталеин.

Ход работы. Задача настоящего опыта — выяснить, какое количество сернокислого цинка, внесенное в полную питательную смесь, задерживает спороношение и увеличивает сухой вес мицелия гриба *Aspergillus niger*.

Приготовьте полную питательную смесь следующего состава: вода — 500 см²; сахароза — 25 г; KH_2PO_4 — 0,5 г; NH_4NO_3 — 1,5 г; $MgSO_3$ — 0,5 г; $FeSO_4$ — 3 капли 1%-ного раствора.

Все соли отвешайте на весах, растворите в водопроводной воде в мерной колбе на 500 см³. После растворения всех солей внесите 3 капли слабого раствора $FeSO_4$, долейте колбу водой до метки и колбу взболтайте.

Возьмите 7 колб Эрленмейера емкостью в 150 см³, налейте в каждую из них по 50 см³ раствора и прибавьте туда же 1%-ный раствор сернокислого цинка в следующих дозах:

1 — контрольная колба с питательным раствором без сернокислого цинка;

2 — колба с добавлением 1 капли 1%-ного раствора сернокислого цинка;

3 — колба с добавлением 2 капель;

4 — колба с добавлением 4 капель;

5 — колба с добавлением 6 капель;

6 — колба с добавлением 8 капель;

7 — колба с добавлением 10 капель.

Горло всех колб закройте рыхлыми ватными пробками, так как гриб очень чувствителен к недостатку аэрации, снабдите их яр-лыками, сделанными из бумаги, с указанием числа внесенных капель раствора сернокислого цинка и простерилизуйте в автоклаве при 120° в течение 15 минут. После того как простерилизуете колбы, охладите их, растворы в них засейте спорами чистой культуры гриба, соблюдая все правила микробиологической техники. Затем поставьте колбы в термостат при температуре около

30°C .

Развитие гриба становится заметным уже на второй день, на шестой день опыт ликвидируют.

Состояние культур на шестой день может быть следующим. Контрольная колба (без сернокислого цинка) — мощный ми-

целий, обильное спороношение.

У всех культур с прибавлением сернокислого цинка — мощный складчатый мицелий и слабое спороношение. В культуре

с сернокислым цинком максимальное спороношение в колбах с 1 и 2 каплями сернокислого цинка. По мере увеличения числа капель количество спор уменьшается. В колбе с 10 каплями сернокислого цинка спороношение к 6-му дню лишь едва начинается.

Таким образом, в условиях этого опыта внесение различных доз сернокислого цинка задерживает спороношение. Прибавление 10 капель 1%-ного раствора к 50 см^3 питательной смеси задерживает его наиболее сильно.

В этом опыте можно определить сухой вес мицелия и его кислотообразующую способность. Для этого перенесите мицелий

из колб на сухой взвешенный фильтр, раствор профильтруйте через те же фильтры, промойте мицелий водой и доведите объем фильтрата до 100 см^3 . Прибавьте 3 капли фенолфталеина и тит-

руйте раствором едкого натра (0,1n) до появления розового оттенка от одной капли.

В результате этих определений можно установить увеличение сухого веса гриба и повышение кислотности фильтрата под действием прибавленного сернокислого цинка.

Контрольные вопросы

1. Какова функция цинка в живых организмах?
2. Как влияет различная концентрация цинка на рост грибов?
3. Почему низкие концентрации цинка стимулируют рост грибов, а высокие ингибируют?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Оптимальные значения факторов среды

и экологическая валентность видов

Свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды обозначается понятием *экологическая пластичность* (экологическая валентность) вида.

Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется *оптимумом*, а дающая наихудший эффект — *пессимумом*.

Цель работы: определение выживаемости жуков-вредителей запасов при разной относительной влажности воздуха.

Материалы и оборудование: жуки амбарного долгоносика, малого мучного хрущака, хлебного точильщика; закрытые сосуды

с относительной влажностью воздуха менее 20, 60 и 100%; сита; эксгаустеры; листы белой бумаги.

Ход работы. По 50 жуков каждого вида поместите совместно в сосуды с заданной относительной влажностью. Содержите без пищи. Опыт заложите в три срока: за 40, 20 и 10 дней до занятия.

Часть сосудов держите при комнатной температуре, часть — при 27—30 °С.

Отсейте и пересчитайте число живых и погибших жуков каждого вида, заполните таблицу, высчитав средний процент выживших, для всех повторностей. Сделайте выводы.

Таблица
4

Выживание жуков разных видов при разной влажности воздуха

| Вид | Относительная влажность воздуха, % | Выживаемость через 10 дней, % | Выживаемость через 20 дней, % | Выживаемость через 40 дней, % |
|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Амбарный долгоносик | | | | |
| Малый мучной хрущак | | | | |
| Суринамский мукоед | | | | |

Заданную относительную влажность воздуха можно создать в эксикаторах или других закрытых сосудах, на дне которых налит раствор KOH или $CaCl_2$ определенной концентрации (табл. 5, 6).

Жуков поместите на подставку из туго натянутой материи или плотной сетки над жидкостью.

Таблица 5

Относительная влажность воздуха над растениями KOH
(по Н.И.Горышину, 1966)

| КОН, г на 100 г воды | Плотность раствора, г/мл | Относительная влажность, % |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 0 (вода) | 1,000 | 100 |
| 16,0 | 1,115 | 90 |
| 24,5 | 1,175 | 80 |
| 35,0 | 1,240 | 70 |
| 41,0 | 1,280 | 60 |
| 51,5 | 1,335 | 50 |
| 61,0 | 1,380 | 40 |
| 72,0 | 1,435 | 30 |
| 88,0 | 1,490 | 20 |
| 110,0 | 1,570 | 10 |

Таблица 6

Относительная влажность воздуха над растениями $CaCl_2$

| Раствор, г на 100 г воды кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | Раствор, г на 100 г воды гранулированного CaCl_2 | Относительная влажность, % |
|---|--|-------------------------------|
| 23 | 17 | 90 |
| 35 | 25 | 80 |
| 45 | 40 | 70 |
| 60 | 52 | 60 |
| 70 | 65 | 50 |
| 100 | 77 | 40 |
| — | 87 | 30 |
| — | 100 | 20 |

Контрольные вопросы

1. Что такое экологическая валентность вида?
2. Меняется ли устойчивость разных видов в сухом воздухе при более низкой и при повышенной температуре?
3. Каковы возможности применения полученных сведений в борьбе с различными видами вредителей запасов?
4. Какой тип взаимодействия экологических факторов мы наблюдаем в данном опыте?
5. Какое значение фактора называют оптимальным?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Анатомические особенности строения растений

в различных условиях жизни

Живая природа адаптивна. *Адаптация* (от лат. *adaptatio* — приспособление) — совокупность морфологических, анатомических, физиологических и биохимических механизмов, обеспечивающих возможность видоспецифического выживания живых организмов при различных условиях среды, в том числе антропо-генных.

Адаптация может идти на различных уровнях организации организма: анатомическом, физиологическом, биохимическом, морфологическом.

Цель работы: изучить особенности строения водных, полуводных, лесных, болотных, луговых растений.

Материалы и оборудование: наборы новых лезвий разных марок; пинцеты; препаровальные иглы; мягкие кисточки; предметные и покровные стекла; нарезанные полоски фильтровальной бумаги; микроскопы; фиксированные в 75%-ном растворе спирта листья и стебли растений, необходимых для занятий. Для изготовления срезов используют простую технику, знакомую студентам по ботаническому лабораторному практикуму.

Реактивы: флороглюцин (0,5—1%-ный раствор в 50%-ном растворе спирта); судан III; соляная кислота; глицерин.

Методические рекомендации к организации занятий. Рекомендуется употреблять острые, не использованные лезвия для безопасных бритв. Поскольку для разных растений подходят лезвия различных марок, их следует предварительно опробовать

и подобрать при подготовке занятия. Объект (лист или стебель растения) держат вертикально, зажимая тремя пальцами левой руки, лезвие — горизонтально, в правой руке. Срез делают косым, скользящим движением, независимо от направления (слева направо или справа налево). Срез должен быть как можно более тонким, прозрачным, площадью в несколько квадратных миллиметров. Для приготовления среза со всей поверхности резать начинают с края объекта. Мягкие листья и мелкие объекты рекомендуется вставлять в расщеп из сердцевины черной бузины

и делать через них срез вместе с объектом.

Рекомендуется сделать подряд несколько срезов разными участками лезвия. Снять срезы с лезвия мягкой кисточкой или препаровальной иглой, поместить в заранее приготовленную каплю воды на предметное стекло, проверить их качество при слабом увеличении микроскопа. На срезы, находящиеся в капле воды на предметном стекле, капнуть раствором флороглюцина. Через 1,5—2 мин оттянуть реактив фильтровальной бумагой, добавить 1—2 капли дымящей соляной кислоты. После покраснения одревесневших оболочек снова оттянуть фильтровальной бумагой реактив и нанести на срез 1—2 капли глицерина, накрыть покровным стеклом и изучить под микроскопом. Проводить реакцию на столике микроскопа нельзя во избежание его порчи парами соляной

кислоты. Один из срезов поместить в каплю раствора судана III для окрашивания кутикулы.

Задание 1. Сравнение анатомических особенностей растений из разных мест обитания

Материал: рдест курчавый — *Potamogeton crispus* L. (подводный стебель и листья), клевер луговой — *Trifolium pratense* L., пушица влагалищная — *Triphorum vaginatum*, багульник болотный — *Leclum palustre*, рогоз — *Typhalatioeia* L., майник двулистный — *Maionhtemum bifolium* L.

Ход работы. Приготовьте поперечные срезы частей растений. Для рдеста выберите участки в центральной части

листа. Для за-нятия можно использовать также набор готовых препаратов. По-следовательно рассмотрите поперечные срезы, обращая внимание на степень развития указанных ниже признаков. Заполните таб-лицу, сделайте выводы.

Таблица 7

Анатомические особенности разных растений

| Характеристика растений | Рдест | Багульник болотный | Клевер | Пушица | Рогоз | Майник двулист-ный |
|---|--------------|---------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------------------|
| Толщина эпидермиса с кутикулой | | | | | | |
| Палисадная ткань (число слоев, величина и форма клеток) | | | | | | |
| Губчатая паренхима (степень развития) | | | | | | |
| Аэренхима | | | | | | |
| Положение устьиц | | | | | | |
| Наличие волосков на поверхности листа | | | | | | |
| Условия обитания растения | | | | | | |
| Морфоэкологическая | | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|--|--|
| группа растений | | | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|--|--|

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности анатомического строения водных и полуводных растений?
2. Назовите признаки ксероморфности растений болот.
3. С чем связано наличие ксероморфных признаков строения у болотных растений?
4. Какое экологическое значение имеет количество, размеры и положение устьиц у растений различных мест обитания?
5. В чем особенности строения лесных растений?

Задание 2. Анализ анатомического строения растений сфагновых болот

Материал: фиксированные в спирте (с глицерином) листья брусники — *Vaccinium vitis-idaea* L., багульника — *Ledum palustre* L., ветвистые молодые корешки клюквы — *Oxycoccus quadripetalus* Gilib., гербарные экземпляры этих растений.

Ход работы. Приготовьте поперечные срезы листьев брусники

и багульника. Окрасьте суданом III. Рассмотрите под микроскопом. Отметьте степень развития кутикулы, волосков эпидермиса, механической ткани, губчатой ткани, межклетников (воздухоносных полостей), положение устьиц (заглубленное, приподнятое или вровень с эпидермой), их относительное количество, толщину листа.

Ознакомьтесь с эндотрофной микоризой в корнях клюквы. Для этого рассмотрите при большом увеличении участки мелких ко-

решков. Обнаружьте в покровной ткани молодых корешков удлиненные, вытянутые вдоль оси пустые клетки и округлые клетки

с грибницей. Опишите разные варианты состояния грибницы в клетках корня, сделайте выводы.

Контрольные вопросы

1. Каковы условия водоснабжения, минерального питания и аэрации растений на сфагновых болотах?

2. Какие признаки растений-ксерофитов можно отметить в строении листьев багульника, брусники?

3. Можно или нельзя считать листья этих растений типично ксероморфными?

4. Какие черты в строении листьев багульника и брусники отражают приспособленность их к основным факторам среды?

5. Можно ли на основании ксероморфности листьев растения делать безошибочные заключения о его ксерофильности?

6. Какие из факторов среды в наибольшей мере влияют на развитие ксероморфных признаков листьев?

7. В чем экологическая роль развития эндотрофной микоризы на корнях болотных растений?

Задание 3. Анализ анатомии листьев мезофильных

и ксерофильных злаков близких видов

Материал: фиксированные в спирте с глицерином листья овсяницы луговой — *Festuca pratensis* Huds и овсяницы овечьей — *F. Ovina* L. или осоки шаровидой — *Carex globularis*, гербарные экземпляры этих растений.

Ход работы. Приготовьте поперечные срезы листьев, обработайте флороглюцином с соляной кислотой. Рассмотрите

срезы под микроскопом и найдите устьица. Обратите внимание на рас-положение кроющих волосков, сравните характер расположения

и степень развития проводящей и механической ткани, хлорен-химы и толщины эпидермы, наличие моторных клеток, толщины листа. На основании структуры листа решите, какой из видов бо-лее ксерофилен. Проверьте правильность вывода, для чего срав-ните ареалы и биотопическую приуроченность двух исследуемых видов, используя определитель. Заполните таблицу, сделайте вы-воды.

Таблица
8

Особенности анатомического строения листьев злаков и осок

| Характеристика растений | Овсяница луговая | Овсяница овечья | Осока шаровидная |
|--|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1. Расположение кроющих волосков | | | |
| 2. Степень развития проводящей ткани | | | |
| 3. Степень развития механической ткани | | | |
| 4. Степень развития хлоренхимы | | | |
| 5. Толщина эпидермы | | | |

| | | | |
|----------------------------|----|--|--|
| | 22 | | |
| 6. Наличие моторных клеток | | | |

7. Толщина листа

8. Голотопическая приуроченность

Контрольные вопросы

1. Каков механизм свертывания листа у овсяницы овечьей и луговой?
2. В чем адаптивное значение складывания листьев у склерофитов?
3. В чем адаптивное значение слабого развития межклетников в мезофилле листа, развития и расположения волосков?
4. Каковы особенности расположения устьиц у этих растений и их адаптивное значение?
5. Какую роль в жизни склерофитов играет сильное развитие механической ткани?
6. Почему в листьях склерофитов хорошо развита проводящая ткань?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Жизненные формы растений и животных

Жизненная форма растений, биоморфа — внешний облик (габитус), отражающий их приспособленность к условиям среды. Наиболее распространена классификация жизненных форм, представленная К.Раункером. Выделяют 5 основных типов

жизненных форм: фанерофиты, хамефиты, гемикриптофиты, криптофиты (гео- и гидрофиты) и терофиты. Состав жизненных форм в растительных сообществах отражает экологические условия и стратегию жизни определенных групп растений.

Жизненная форма животных — группа особей, имеющих сходные морфоэкологические приспособления для обитания

в одинаковой среде. При экологическом анализе той или иной группы в основу классификации могут быть положены разные критерии (способы передвижения, добывание пищи, ее характер, степень активности, приуроченность к определенному ландшафту). Например, среди морских животных по способу добывания пищи можно выделить жизненные формы: растительноядные, трупоеды, детритоядные (фильтраторы и грунтоеды).

Задание 1. Сравнительный анализ жизненных форм жуков-жужелиц

Цель работы: изучить жизненные формы растений и животных.

Материал: энтомологические коробки с набором жужелиц разных жизненных форм.

Ход работы. Рассмотрите внешний вид жуков-жужелиц-зоофагов, обитающих в разных ярусах биогеоценоза. Отметьте степень развития морфологических признаков, указанных в таблице 9.

Таблица 9

Особенности морфологии жужелиц-зоофагов разных жизненных форм

| Признаки | Фито-бионты | Эпигео-бионты | Страто-бионты | Гео-бионты | Саммоколим-бионты |
|------------------------|-------------|---------------|---------------|------------|-------------------|
| Форма тела | | | | | |
| Форма ног | | | | | |
| Склеротизация покровов | | | | | |
| Окраска | | | | | |

Сравните набор жужелиц-зоофагов и жужелиц-миксофитофагов. Найдите различия во внешних особенностях строения жуков (оцените форму тела, головы, относительные размеры челюстей, строение ног), сделайте выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем проявляется приспособительный характер разных признаков внешней морфологии у жужелиц, специализированных на животной пище, и у растительноядных, у жужелиц-зоофагов, приспособленных

к жизни в разных ярусах?

2. Чем характеризуется приспособительный характер разных признаков жужелиц-зоофагов, приспособленных к жизни в разных ярусах?

Задание 2. Анализ жизненных форм млекопитающих

Материал и оборудование: чучела и тушки млекопитающих: бурундука, суслика, полевки или таблицы с изображением китообразных, копытных, хищных и др.

Ход работы. Работа выполняется в форме групповой беседы. Рассмотрите чучела, тушки и изображения млекопитающих, ведущих сходный образ жизни: подземных (крот, слепыш, цокор), наземных бегающих (копытные, хищники), прыгающих (тушканчики, кенгуру), лазающих (ленивцы, обезьяны, коалы), летающих (рукокрылые), водных (китообразные, тюлени, дюгонь).

Проанализируйте набор признаков, свойственных видам, использующим три среды обитания: наземно-подземную (барсук, суслик и др.), наземно-древесную (бурундук), древесно-воздушную (летяга, шерстокрыл, белка), сделайте выводы.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается принцип построения филогенетической систематики животных от экологической?
2. По каким признакам отличаются животные, ведущие наземно-подземный, наземно-древесный, древесно-воздушный образ жизни?
3. Каковы адаптивные признаки животных, ведущих наземный образ жизни бегающих (копытных, хищников), прыгающих и лазающих?

Задание 3. Анализ жизненных форм многолетних трав

Гербарный материал: козелец — *Scorzonera Marchalliana* С.А.М., смолевка — *Silene parviflora* (Ehrh.), качим — *Gypsophila paniculata* L., подушковидные — *Saxifraga Draba* (или другие виды), калужница болотная — *Caltha palustris* L., ветреница лютиковая — *Anemone ranunculoides* L., ковыль — *Stipa capillata* L. (или другие виды), овсяница луговая — *Festuca pratensis* Huds., осока волосистая — *Carex pilosa* Scop., земляника лесная — *Fragaria vesca* L., лапчатка *Potentilla alba* L., щавелек — *Rumex acetosella* L.

Ход работы. Внимательно рассмотрите внешний облик растений. Особое внимание обратите на строение подземных органов. На основе внешнего строения распределите исследуемые виды по категориям жизненных форм, указанных ниже (классификация по И.Г.Серебрякову).

Стержнекорневые травянистые поликарпики: одноглавые, многоглавые, перекасти-поле, подушковидные.

Кистекарневые и короткокорневищные травянистые поликарпики: кистекарневые, короткокорневищные.

Дерновинные травянистые многолетники: плотнокустовые, рыхлокустовые, длиннокорневищные.

Столонообразующие и ползучие травянистые поликарпики: столонообразующие, ползучие.

Клубнеобразующие травянистые поликарпики.

Корнеотпрысковые травянистые поликарпики.

Сделайте выводы на основании анализа жизненных форм.

Контрольные вопросы

1. Какие принципы положены в основу деления на жизненные формы травянистых многолетних растений по данной системе?
2. Каковы адаптивные преимущества растений с вегетативным размножением при помощи надземных и подземных столонов или стелющихся побегов?
3. В каких условиях адаптивна форма растений перекасти-поле?

4. Почему подушковидные растения распространены преимущественно в высоких широтах и высокогорье?
5. Почему плотнодерновинные злаки характерны в основном для степей и болот?
6. В каких условиях проявляется преимущество длинностержнекорневых растений?
7. В каких условиях водоснабжения обитают обычно кистекорневые растения?
8. Какие почвы наиболее удобны для длиннокорневищных трав — рыхлые и увлажненные или плотные и сухие?
9. Какие виды трав доминируют в ХМАО?

Задание 4. Сравнение жизненной формы одного вида растения в разных экологических условиях

Материал: гербарные образцы одуванчика лекарственного — *Taraxacum officinale* Web. из разных биотопов: придорожных участков с уплотненной почвой (стержнекорневые растения)

и затененных участков с рыхлой почвой (корнеотпрысковые растения); луговика дернистого — *Deschampsia cespitose* из открытых, освещенных и затененных местообитаний (рыхлодерновинные и столонообразующие растения). Таблица жизненных форм травянистых растений по И.Г.Серебрякову.

Ход работы. Сравните растения одного вида из разных биотопов. Зарисуйте общую схему строения надземной и подземной частей. Сделайте выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие преимущества имеет корнеотпрысковая жизненная форма одуванчика по сравнению со стержнекорневой?

2. Почему корнеотпрысковая жизненная форма одуванчика не реали-зуется в придорожных условиях?
3. Какие почвенные условия — рыхлый или плотный грунт — благоприятны для изученного вида?
4. Почему одуванчик часто растет в придорожной полосе?
5. Почему столонообразование у луговика дернистого реализуется в затененных условиях?
6. Какие биологические преимущества создает столонообразование луговика дернистого?

ГЛАВА II. ПОПУЛЯЦИИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Изучение динамики численности популяций

Популяция — группа организмов одного вида, существующая относительно обособленно от других групп организмов того же вида. Важнейшими характеристиками популяции считаются ее численность и плотность.

Численность популяции определяется как общее количество особей на данной территории или в данном объеме. Численность зависит от ряда факторов: рождаемости (или плодовитости), смертности, миграции (перемещения особей), соотношения по полу и возрасту, характера распределения в пространстве, от условий существования в биогеоценозе, в том числе от действия абиотических факторов, количества пищевых ресурсов и др.

Увеличение численности особей в популяции имеет предел: по мере изменения условий среды численность достигает определенной величины и поддерживается затем длительное время относительно постоянной.

Наиболее удобным объектом изучения закономерностей наследования и численности популяций является дрозофила, которая очень неприхотлива, имеет короткий жизненный цикл (при температуре +25 °С он составляет 10 суток) и очень плодовита.

Изучение численности популяций дочернего поколения дрозофил в среде с ограниченным количеством ресурсов

Цель работы: изучение изменения численности дочерних популяций плодовых мух в зависимости от исходной численности родительских популяций.

Материалы и оборудование: пробирки с дрозофилами; серный эфир для наркотизации мух; кисточки; пинцеты разные; аналитические весы; вата; листы белой бумаги; кожура бананов; специально приготовленная питательная среда.

Ход работы. Подготовьте необходимое число особей дрозофил (около 100). Культуру дрозофил можно получить из генетических лабораторий или размножить самим, если имеются бананы, вино-град или иные фрукты из южных районов, на поверхности которых часто бывают отложены яйца дрозофил.

Визуально определите половые различия особей. Самцы отличаются меньшими размерами и округлым темноокрашенным концом брюшка. Самки крупнее, конец их брюшка заострен.

Подготовьте эксперимент. Для этого в пробирки с одинаковым объемом пищевых ресурсов поместите разное количество родительских пар (1; 5; 10; 20 пар мух).

Поставьте подготовленные пробирки в теплое место (температура около 25 °С) на две недели.

Проведите подсчет численности мух.

Для подсчета мух их наркотизируют (усыпляют) серным эфиром, перетряхивая в пустую пробирку, и закрывают ее ваткой, смоченной эфиром. Капли эфира не должны попасть в среду или пустую пробирку. Через 3—5 мин дрозифилы засыпают, и их можно считать и разбирать кисточкой или пинцетом на листе белой бумаги.

Для приготовления 1 л питательной среды необходимо: агар-агара 10 г; дрожжей пекарских 100 г (10 г сухих); сахарного песка 30 г, манной крупы 30 г, воды 1 л.

Смесь агар-агара и дрожжей кипятите 40 мин, затем добавьте сахар и манную крупу и кипятите еще 20 мин. Питательную среду тщательно перемешайте и разлейте в пробирки по 5 мл в каждую (метки лучше нанести заранее), храните в холодильнике (не допуская замораживания).

Перед постановкой опыта поверхность питательной среды

в пробирках смажьте густой массой живых дрожжей, которыми питаются взрослые особи. Личинки дрозофил питаются подготовленной питательной средой с богатым содержанием белков.

Взвесьте на аналитических весах по 10 мух — по 5 самцов и 5 самок (т) из пробирок с разной плотностью и рассчитайте среднюю массу одной особи.

На основании полученных данных постройте кривые зависимости: а) численности дочерней популяции; б) средней массы особи; в) среднего числа потомков на 1 самку от исходного числа родительских пар. Сделайте выводы.

Контрольные вопросы

1. Чем объясняются различия в числе мух дочернего поколения в разных вариантах опыта?

2. Какую плотность популяции следует считать оптимальной для дальнейшего размножения?
3. Существует ли связь между плотностью родительской популяции и жизнеспособностью следующего поколения?
4. Какая общебиологическая закономерность проявилась в данном эксперименте?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

Выявление полиморфизма особей в популяции растений

Полиморфизм — существование в пределах одного и того же вида растений или животных особей, резко отличающихся друг от друга. Различают половой, возрастной, сезонный полиморфизм,

а также различные жизненные формы организмов. Существуют несколько подходов к выделению жизненных форм организмов. И.Г.Серебряков определил жизненную форму растений как своеобразный общий облик определенной группы растений, сложившийся в процессе их индивидуального развития в данных условиях среды.

Среди травянистых растений различают растения с разными формами куста (лежачий, развалистый, рыхлый прямостоячий, плотный прямостоячий). Разные жизненные формы, обитающие в разных биотопах и имеющие комплекс признаков приспособительного характера к определенному набору экологических условий в разных местах обитания, называют эковиформами.

Рождаемость популяции — число особей популяции, родившихся за определенный промежуток времени.

| | | | | | | | | |
|------------------------|-----|----|----|---|-----|---|---|-----------|
| Лежачая | | | | | | | | |
| Развалистая | | | | | | | | |
| Прямостоячая рыхлая | | | | | | | | |
| Образец заполнения | 100 | 30 | 12 | 2 | 0,1 | 7 | 1 | 240k+660k |

Примечание: N — количество листьев на кусте; n — количество ме-телок на кусте; a — средняя длина листа, см; b — средняя ширина лис-та, см; c — средняя толщина листа, см; d — средняя длина метелки, см;

r — средний радиус метелки, см; m — биомасса куста, z (рассчитывается по формуле 1).

Биомасса каждого куста рассчитывается по формуле:

$$m = k a b c n k r^2 d \pi, \quad (1)$$

где k — коэффициент, соответствующий плотности тканей расте-ния. Его конкретное значение определяется экспериментальным путем по живым растениям.

Длина листьев определяется от влагалища листа до его верши-ны; ширина — как размер в средней части листа; толщина — как среднее между толщиной края и главной жилкой листа. Радиус метелки — половина размера ее ширины. Для расчетов рекомен-дуется использовать калькулятор.

На основании полученных результатов сделайте выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие, по вашему мнению, факторы определяют различия в форме кустов изученного вида?
2. Имеются ли существенные отличия в биомассе изучаемых форм растений? С чем это, по вашему мнению, связано?
3. Какое значение имеет существование разных экобиоформ внутри одного вида и внутри одной популяции?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

Рост, структура, взаимодействие популяций в биоценозах и экологические сукцессии

Популяция — совокупность особей одного вида, населяющих определенную территорию, скрещивающихся между собой с получением жизнеспособного потомства и изолированных от других популяций этого вида. Состояние популяций на данный момент времени характеризуется статическими показателями: численность, плотность популяции, рождаемость, смертность.

Цель работы: изучить особенности роста, структуру взаимодействия популяций в биоценозах.

Основные закономерности роста популяций

Рассмотрим основные, наиболее часто используемые для описания роста популяций закономерности, каковыми являются гиперболическая, экспоненциальная, J-образная и логистическая (S-образная).

1. Гиперболический рост. В этом случае динамика роста популяции описывается следующим уравнением:

$$dn / dt = an^2, \tag{2}$$

его решение имеет вид

$$n = 1 / a (t - t_0), \tag{3}$$

где n — численность популяции; t — момент времени, при котором численность популяции становится равной бесконечно большой величине; a — константа.

Гиперболический рост описывает взрывоподобное увеличение численности народонаселения. Параметры гиперболической кривой

и особенно интересная величина t могут быть определены с помощью линейного соотношения (3) по данным о ходе роста численности популяции методом наименьших квадратов или графически.

2. Экспоненциальный рост. Уравнение, описывающее изменение численности популяции, в этом случае имеет вид

$$dn / dt = rn, \tag{4}$$

его решение

$$n = n_0 \exp^{rt}, \quad (5)$$

здесь r — биотический потенциал популяции; n_0 — начальная численность.

Для экспоненциально растущей популяции важной характеристикой является время удвоения ее численности — T .

$$T = \frac{\ln 2}{r}, \quad (6)$$

с учетом (6) выражение (5) принимает вид

$$n = n_0 2^{t/T}, \quad (7)$$

где t/T — число удвоений численности популяции, произошедшее за время t .

Параметры экспоненциальной кривой легко определяются

с помощью линейного соотношения (5) графически или с помощью метода наименьших квадратов.

Процесс эксплуатации экспоненциально растущей популяции описывается введением в уравнение роста показателя «промысловой смертности» — k ,

$$\frac{dn}{dt} = (r - k)n, \quad (8)$$

$$n = n_0 \exp^{r(t-t_0)} \quad (9)$$

В зависимости от соотношения биотического потенциала и промысловой смертности различают три основных режима эксплуатации популяций: падающий, стационарный и на уничтожение.

3. Рост с ограничением или *j*-образный. В этом случае уравнение, описывающее рост, имеет следующий вид

$$\frac{dn}{dt} = r(K - n), \quad (10)$$

его решение

$$n = K - (K - n_0) \exp^{-r(t-t_0)}, \quad (11)$$

где K — максимально возможная численность популяции, т.е. емкость среды обитания.

Из последнего выражения легко получить следующее линейное рекуррентное соотношение между соседними значениями численности популяции, отстоящими друг от друга во времени на величину dt :

$$n_2 = An_1 + B, \quad (12)$$

где n_1 и n_2 — численности популяции в два смежных, отстоящих друг от друга на величину времени dt момента времени; $A = \exp(-rdt)$,

$$B = K(1 - \exp(-rdt)).$$

Отсюда легко определить параметры *j*-образной кривой:

$$r = -\ln A/dt, K = B/(1-A) \quad (13)$$

Таким образом, биотический потенциал и емкость среды обитания для популяции, растущей по типу роста с ограничением, могут быть определены по данным о ее численности в смежные равноотстоящие друг от друга моменты времени.

4. Логистический, или S-образный, рост. В этом случае уравнение, описывающее рост, имеет вид:

34

$$dn/dt = r n \left(1 - \frac{n}{K}\right), \quad (14)$$

его решение

$$n = \frac{K}{1 + (K/n_0 - 1) \exp(-rt)}. \quad (15)$$

Из последнего выражения находим аналогичное (12) линейное рекуррентное соотношение, но для величин, обратных численно-стям популяции в смежные моменты времени:

$$\frac{1}{n_2} = \frac{A(1/n_1) + B}{1}, \quad (16)$$

$$\frac{1}{n_t} = \frac{A(1/n_0) + B}{1 + A(t-1)}$$

где $A = \exp^{-rdt}$, $B = (1 - A)/K$.

С помощью выражения (16) по данным о численности популяции в смежные равноотстоящие моменты времени могут

быть определены ее биотический потенциал и емкость среды обитания.

Важным вариантом логистического закона роста является тот,

в котором явно учитывается зависимость скорости роста популяции от времени:

$$dn/dt = (r/t)n(1 - n/K),$$

его решение

$$n = K / (1 + (K/n_0 - 1) \exp(-r \ln t)). \quad (17)$$

Логистическая кривая типа (16) особенно хорошо пригодна для описания процессов хода роста древостоев по запасу, высоте и диаметру.

Задания

1. По данным о численности мирового народонаселения, приведенным в таблице 11, определите характеристики гиперболической кривой, описывающей этот рост.

Таблица
11

Численность мирового народонаселения

(по Д.Штемпель)

| Год | До н.э. | 1000 | 1200 | 1400 | 1500 | 1600 | 1700 | 1800 | 1850 | 1900 |
|-----------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Млн. чел. | 200 | 300 | 350 | 380 | 450 | 480 | 550 | 880 | 1200 | 1600 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Год | | 1910 | 1920 | 1930 | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | |
| Млн. чел. | | 1700 | 1840 | 2000 | 2260 | 2500 | 3000 | 3630 | 4380 | |

Определите массу зерна, которую необходимо положить на последнюю клетку шахматной доски, если, начиная с одного зернышка на первой клетке, на каждую следующую кладется в два раза большее число зерен. Вес одного зерна примите равным 0,1 г.

3. Экспоненциально растущая популяция эксплуатируется

в стационарном режиме, необходимо увеличить снимаемый с нее урожай в k раз за время T . Определите, при каких T возможно увеличение урожая в 2 раза.

4. Популяция эксплуатируется в режиме на уничтожение. Определите время, за которое численность популяции сократится до 10% от первоначальной (табл. 12).

Таблица 12

| Варианты | n | r | k |
|----------|-------|------|-----|
| 1 | 1000 | 1,0 | 1,3 |
| 2 | 860 | 0,8 | 1,0 |
| 3 | 10000 | 1,2 | 5,6 |
| 4 | 360 | 0,3 | 1,2 |
| 5 | 870 | 0,6 | 1,5 |
| 6 | 10840 | 1,3 | 2,6 |
| 7 | 640 | 0,3 | 0,3 |
| 8 | 8760 | 0,7 | 1,6 |
| 9 | 105 | 0,08 | 0,1 |
| 10 | 3850 | 0,7 | 1,4 |

5. Площадь лесов планеты составляет приблизительно 3,85 млрд. га. С учетом процессов искусственного и естественно-го возобновления скорость сведения лесов составляет 20 га/мин. Определите время, за которое площадь лесов сократится до 10% от первоначальной, предполагая, что их сведение происходит по экспоненте.

6. По данным таблицы хода роста древостоев основных лесо-образующих пород, начиная с возраста количественной спелости, определите их популяционные параметры, приняв в качестве за-кона роста J-образную кривую (табл. 13).

7. По данным таблицы хода роста основных лесообразующих пород определите их популяционные параметры, приняв в каче-стве закона роста модифицированный логистический. Используйте данные о ходе роста по запасу, высоте и диаметру. Сравните полученные популяционные характеристики для древостоев раз-личных бонитетов.

*Таблица
13*

Ход роста основных лесообразующих пород, м³/ га

| Возраст, лет | Сосна | | | | | Ель | | | | | Береза | | | | |
|-----------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 20 | 83 | 60 | 46 | 36 | 24 | 73 | 52 | 38 | 26 | 13 | 86 | 72 | 56 | 45 | 29 |
| 30 | 134 | 98 | 78 | 61 | 42 | 127 | 93 | 72 | 53 | 32 | 130 | 108 | 86 | 68 | 44 |
| 40 | 190 | 141 | 111 | 90 | 62 | 185 | 138 | 110 | 82 | 55 | 174 | 146 | 116 | 92 | 60 |
| 50 | 247 | 187 | 150 | 120 | 83 | 246 | 187 | 148 | 115 | 79 | 222 | 186 | 150 | 117 | 76 |
| 60 | 502 | 234 | 188 | 149 | 101 | 307 | 237 | 188 | 144 | 100 | 269 | 227 | 181 | 140 | 86 |
| 70 | 352 | 277 | 224 | 174 | 117 | 362 | 283 | 226 | 167 | 117 | 312 | 265 | 210 | 159 | 89 |
| 80 | 396 | 318 | 257 | 194 | 129 | 411 | 326 | 260 | 189 | 132 | 349 | 297 | 232 | 171 | 91 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| 90 | 435 | 354 | 287 | 211 | 139 | 457 | 367 | 289 | 207 | 144 | 370 | 317 | 244 | 176 | — |
| 100 | 471 | 385 | 311 | 222 | 146 | 501 | 405 | 314 | 222 | 152 | 380 | 331 | 248 | — | — |
| 110 | 502 | 411 | 330 | 233 | — | 542 | 441 | 335 | 233 | 155 | — | — | — | — | — |
| 120 | 528 | 431 | 347 | 238 | — | 577 | 472 | 354 | 239 | 156 | — | — | — | — | — |
| 130 | 543 | 445 | 360 | 240 | — | 605 | 495 | 367 | 242 | — | — | — | — | — | — |
| 140 | 552 | 455 | 367 | — | — | 614 | 514 | 376 | — | — | — | — | — | — | — |

Контрольные вопросы

1. Дайте определение популяции.
2. Какие существуют кривые роста популяций?
3. Каковы основные закономерности роста популяций?
4. Каковы популяционные параметры основных лесообразующих пород различных бонитетов?
5. Дайте определение понятию «экосистемный рост».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10

Возрастная структура, демографические таблицы популяций и расчет ожидаемой продолжительности жизни

Популяции состоят из особей разного возраста, все особи одного возраста составляют соответствующую возрастную группу, которые в демографии называются когортами. В лесной таксации когорте соответствует элемент леса. Совокупность всех возраст-ных групп вместе формирует возрастную структуру популяций.

На основе данных о возрастной структуре популяций строятся демографические таблицы, которые содержат важную для экологического анализа информацию о выживаемости, смертности, ожидаемой продолжительности жизни особей данной популяции.

Основными величинами, входящими в демографическую таблицу, являются следующие:

f_x — число особей, доживающих до возраста x ;

d_x — число особей, умерших в интервале $x, x + n$,

$$d_x = f_x - f_{x+n};$$

q_x — вероятность смерти в возрастном интервале $x, x + n$,

$$q_x = d_x/f_x;$$

I_x — вероятность особей дожить до возраста x ,

$$I_x = f_x/f_1,$$

где f_1 — численность первой возрастной группы;

L_x — среднее число лет, проживаемых членом возрастной группы в интервале $x, x + n$,

$$L_x = (n/2)(1_x + 1_{x+n});$$

E_x — ожидаемая продолжительность жизни в возрасте x ,

$$= \dots + \dots + \dots + L_w) / l_x,$$

где w — индекс последней возрастной группы.

Пример расчета всех величин, входящих в демографическую таблицу, приведен ниже (табл. 14).

Таблица
14

Демографическая таблица для популяции самцов имаго

Drosophila Melanogaster

(Рассчитано по: Гаврилов Л.А., Гаврилова Н.С. Биология

продолжительности жизни)

| Возрастной интервал, лет x - $x+1$ | Число доживающих до возраста x | Число умерших в интервалах x - $x+1$, d_x | Вероятность смерти в интервалах x - $x+1$, q_x | Вероятность дожития до возраста x , l_x | Среднее время жизни в интервалах x - $x+1$, e_x | Ожидаемая продолжительность жизни в возрасте x , E_x |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|---|---|--|--|
| 00-10 | 268 | 7 | 0,026 | 1,000 | 9,9 | 39,4 |
| 10-20 | 261 | 10 | 0,038 | 0,974 | 9,6 | 30,3 |
| 20-30 | 251 | 19 | 0,076 | 0,937 | 9,0 | 21,9 |

| | | | | | | |
|-------|-----|-----|-------|-------|-----|------|
| 30-40 | 232 | 102 | 0,440 | 0.866 | 6.8 | 13,2 |
| 40-50 | 130 | 96 | 0,738 | 0,485 | 3,1 | 9,7 |
| 50-60 | 34 | 21 | 0,618 | 0,127 | 0,9 | 8,8 |
| 60 + | 13 | 13 | 1,000 | 0,048 | 0.2 | 5,0 |

В вышеприведенной демографической таблице первичными являются данные первых двух столбцов, остальные величины рассчитываются на их основе.

Если исследуемые популяции находятся в разных условиях окружающей природной среды, то это сказывается на их возрастной структуре и, следовательно, на показателях смертности, выживаемости, ожидаемой продолжительности жизни. Последний показатель в этом смысле наиболее информативен. Сравнение демографических показателей двух популяций позволяет количественно оценить влияние на них разных условий среди обитания и, с другой стороны, дать оценку самим этим условиям с точки зрения их благоприятности или неблагоприятности для жизни.

В частности, чем выше величина ожидаемой продолжительности жизни у особей начальной возрастной группы, тем в более благоприятных условиях находится данная популяция.

Цель работы: изучить возрастную структуру популяций.

Задания

1. Постройте демографические таблицы для двух популяций древесных растений, находящихся в разных условиях окружающей среды. Исходные данные приведены в таблице 15, которая содержит величины чисел особей, доживающих до определенного возраста.

2. Сравните демографические характеристики двух популяций

и сделайте выводы об условиях среды обитания каждой из них.

Сравнение проведите по величинам выживаемости, смертности и, особенно, по величине ожидаемой продолжительности жизни особей начальной возрастной группы. Сделайте выводы.