

ЗАДАНИЯ

практического тура заключительного этапа XXXXII Всероссийской олимпиады школьников по биологии. 2025–26 уч. год. 11 класс. г. Екатеринбург

ЭКОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Материалы и оборудование: ноутбук, оснащённый мышкой, с файлом “AtP.xlsx”; стереомикроскоп; эппендорфы с плодами растений семейства Сельдереевые, подписанные А-Е; пинцет; чашка Петри; препаровальная игла, линейка.

*Когда весна царит в полях, и белое зерно,
Во влажной пашне смерть приняв, ростком ожить должно,
Когда цветение садов дурманит ежесечно...*

Дж. Толкин «Песня энтов»

Введение.

Флора Средиземноморья исследуется на протяжении множества веков, но она всё ещё хранит загадки. Изменение климата и длительное человеческое воздействие оставили нам лишь кусочки прошлого в этом регионе. Ваша задача — не просто определить виды, но и понять, как эволюция формировала их морфологические признаки. А исследуя экологические аспекты распространения плодов, мы можем понимать, как функционируют растительные сообщества. Это погружение в связь морфологии и экологии, которое приближает нас к пониманию истории Средиземноморья и его будущего.

Задание 1 (9 баллов).

Рассмотрите в листе ответов поперечный срез плода моркови дикой (*Daucus carota*). Соедините стрелками подписи справа от рисунка со структурами плода на рисунке. Лишние термины зачеркните.

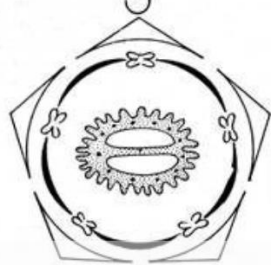
Задание 2 (11 баллов). У Вас на рабочем месте лежат эппендорфы с плодами шести видов растений из семейства Сельдереевые, или Зонтичные (*Apiaceae*). Они подписаны буквами А-Е. Виды А, В и Е уже определены. **Используя дихотомический ключ в приложении I, определите виды растений Б, Г и Д. Исследуйте наличие особых признаков для всех представленных видов.**

Также Вам предстоит определить наличие вторичных рёбер. Рёбра на вислоплоднике Зонтичных ищут по наружному контуру мерикарпия. Это продольные выступы стенки плода, идущие от основания к верхушке. Чтобы их найти, сначала выделите каждый мерикарпий – часть дробного плода – отдельно. Посмотрите на его поверхность: рёбра — это продольные выпуклые линии. В поперечном срезе они выглядят как выступы по краю контура. У типичного мерикарпия Зонтичных обычно 5 первичных рёбер - 3 спинных и 2 краевых, и могут быть 4 вторичных ребра.

Выпишите из определителя в приложении I в таблицу 1 определённые Вами названия видов Б, Г и Д на латинском языке. В ячейки наличия признаков (шипиков, крыльев и вторичных рёбер) для видов Б-Е поставьте крестик “X”, если признак есть, и ноль “0”, если признак отсутствует. Отдельно в последнем столбце отметьте количество рёбер.

Задание 3 (6 баллов).

Внесите в таблицу 2 листа ответов, считаете ли Вы каждое из утверждений А-Е верным «В» или неверным «Н».

А	Плод Сельдереевых чаще всего распадается на две односемянные части.	
Б	Показанная на картинке диаграмма цветка описывает цветок с формулой * Ч ₅ Л ₅ Т ₅ П ₍₂₎ .	
В	Цветок и плод большинства Сельдереевых имеют верхнюю завязь.	
Г	Большинство Сельдереевых являются анемофильными растениями.	
Д	Как у растений семейства Мятликовые и Хвощёвые, в эпидерме стеблей большинства Сельдереевых накапливаются соединения кремния.	
Е	По аналогии с соцветием растений семейства Астровые, почти у всех Сельдереевых происходит глубокая морфологическая и функциональная специализация цветков внутри соцветия, что формирует псевдантний - соцветие из многих цветков, которое функционирует и выглядит как один цветок.	

Задание 4 (9 баллов). Рассмотрите в листе ответов укоренённые филогенетические деревья шести видов Зонтичных А-Е и некой внешней группы (outgroup). Вам предстоит реконструировать эволюцию трёх морфологических признаков методом максимальной парсимонии и определить их плезиоморфное состояние.

При использовании принципа максимальной парсимонии в филогенетике исследователь выбирает ту реконструкцию эволюции признака, для которой требуется наименьшее число изменений состояний признака на дереве; иными словами, предпочтение отдаётся самой «экономной» гипотезе.

Используйте следующие признаки для реконструкции:

Крыловидные выросты на краевых рёбрах плода	есть / нет
Шиповидные выросты на рёбрах плода	есть / нет
Число отчётливо выраженных первичных и вторичных продольных рёбер на одном мерикарпии	5 / 9

Внимательно рассмотрите состояние этих признаков на выборке плодов предложенных видов.

Нанесите на деревья 1–3 наиболее парсимонную реконструкцию эволюции признаков. Для этого закрасьте те ветви и/или узлы, где, по вашей гипотезе, присутствует указанное состояние признака. Ветвь дерева необходимо закрашивать от узла до буквы. Определите и обведите в таблице 3 плезиоморфное состояние признака для таксонов А-Е. Укажите в таблице 3, сколько эволюционных изменений требуется в каждой гипотезе.

Задание 5 (9 баллов). Способ распространения семян у Сельдереевых не так просто установить. Морфологические признаки семян - наличие выростов, масса, размер и форма – не дают однозначного ответа, характерна ли для вида эпизоохория или автохория. А это два основных способа распространения семян среди представителей семейства.

Вид растения	Масса семян (мг)
А	1.8
Б	9.0
В	1.5
Г	6.0
Д	4.2
Е	4.0

В одной из научных работ была предложена модель оценки вероятности удержания (AtP (%)) семян сельдереевых на овечьей шерсти, которая обладает высокой предсказательной способностью. Модель выглядит так:

$$y = -0.132x + 0.843 + C_{sheep},$$

где $x = \ln m$, где m – масса семян в мг, а константа C_{sheep} зависит от морфотипа: без придатков она имеет значение 0; если плод с шипиками +0.36; если есть крыловидные придатки, то -0.27 . Вероятность удержания семян на овечьей шерсти рассчитывается по формуле

$$AtP (\%) = 100 \cdot (\sin y)^2.$$

Для предложенных шести видов растений были измерены средние значения массы семян. Данные приведены в таблице слева.

Используйте для расчётов файл “AtP.xlsx” на компьютере. Впишите в лист ответов в таблицу 4 вычисленное значение $AtP(\%)$ и выбранный для расчёта параметр C_{sheep} . Распределите буквы видов сельдерейных (А-Е) в таблице 5 в соответствующие ячейки вероятности зоохории.

Задание 6 (6 баллов).

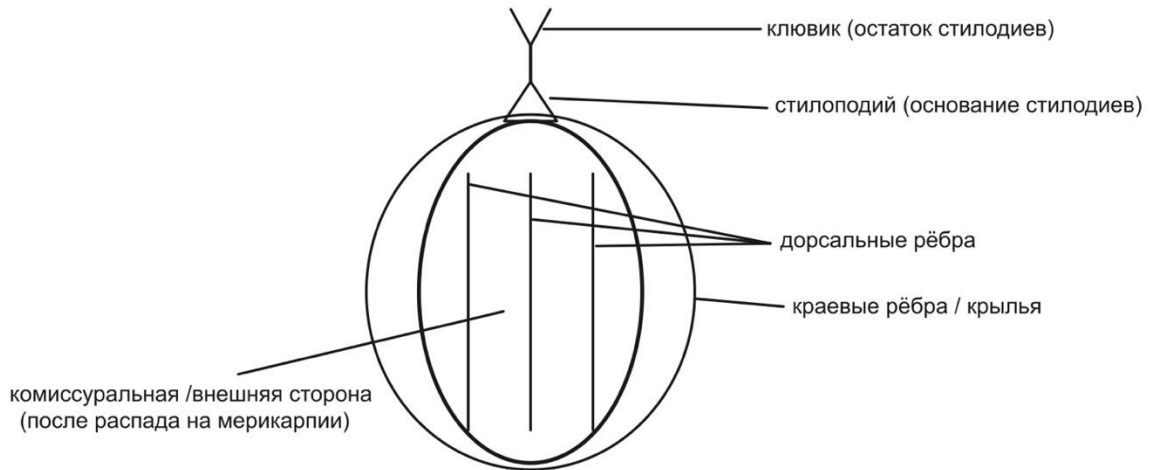
Внесите в таблицу 6 листа ответов, считаете ли Вы каждое из утверждений А-Д верным «В» или неверным «Н».

А	AtP (%) — это модельная оценка вероятности удержания плода на овечьей шерсти, а не прямое измерение способа распространения в природе.
Б	Чем больше значение C_{sheep} , тем выше при прочих равных будет предсказанное удержание плода на шерсти.
В	Несмотря на отсутствие придатков у некоторых семян, вероятность прикрепления семени к шерсти не будет равна нулю.
Г	При одинаковом морфотипе различия в AtP (%) между видами могут быть связаны только с различиями в массе плодов.
Д	При одинаковой массе плод с плоскими придатками будет удерживаться на шерсти лучше, чем плод с крючками.
Е	На филогенетическом дереве растений А-Е очевидно и однозначно прослеживается тенденция к мельчанию семян.

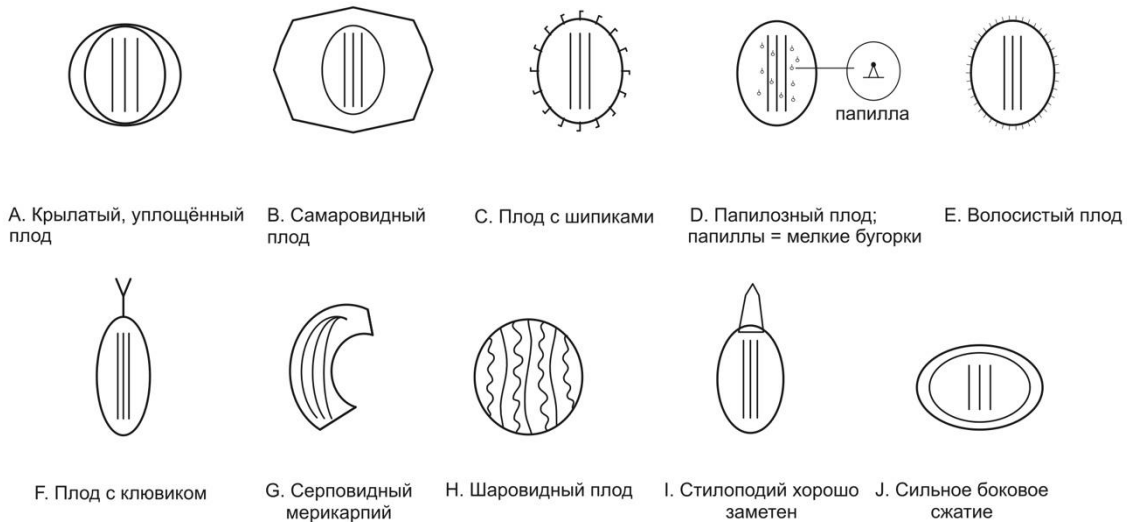
ПРИЛОЖЕНИЕ I

Определительный ключ по морфологии плодов Сельдереевых

Обобщённая схема вислоплодника



Схематичные изображения некоторых особых признаков плодов



Дихотомический ключ

1a. На поверхности плода есть явные шипики, щетинки, волоски или папиллы (рис. С-Е) ... **2**

1b. Плод гладкий или почти гладкий, без заметных придатков на поверхности ... **6**

2a. Плод с длинными или хорошо заметными шипиками ... **3**

2b. Плод без длинных шипиков; поверхность папиллозная или коротковолосистая ... **4**

3a. Плод 3-4 мм, яйцевидный; шипики 0,4-1 мм длиной, расположены в один ряд на каждом ребре (рис. С) ... **Морковь дикая/культурная (*Daucus carota*)**

3b. Плод 1,5-5 мм, округло-яйцевидный; шипики располагаются по всей поверхности плода хаотично, без видимых рядов ... **Торилис японский (*Torilis japonica*)**

- 4а. Плод мелкий, 2-2,5 мм длиной, почти округлый, густо покрыт беловатыми мелкими папиллами (рис. D) ... **Ажгон, айован (*Trachyspermum ammi*)**
- 4b. Папиллы отсутствуют ... **5**
- 5а. Плод яйцевидный или грушевидный, 3-5 мм длиной и 2-3 мм шириной, по всей поверхности коротковолосистый (рис. E) ... **Анис обыкновенный (*Pimpinella anisum*)**
- 5b. Плод узкий, вытянутый, 5-6 мм длиной, 1,5-2 мм шириной, рёбра несут короткие волоски ... **Кумин, зира (*Cuminum cyminum*)**
- 6а. Плод заметно уплощённый, часто с широкими краевыми рёбрами или крыльями (рис. А, В, J) ... **7**
- 6b. Плод не крылатый и не резко уплощённый ... **12**
- 7а. Плод крупный, широко-эллиптический, обычно 10-14 мм длиной ... **Борщевик Мантегацци (*Heracleum mantegazzianum*)**
- 7b. Плод мельче, обычно до 8 мм длиной ... **8**
- 8а. Плод резко уплощённый, почти самаровидный, с крылом по всему краю (рис. В) ... **Укроп пахучий (*Anethum graveolens*)**
- 8b. Плод не самаровидный ... **9**
- 9а. Плод широкий, почти округло-овальный, длина почти равна ширине (рис. А) ... **Пастернак посевной (*Pastinaca sativa*)**
- 9b. Плод заметно длиннее своей ширины ... **10**
- 10а. Плод 5-7 × 3-4 мм, эллиптический, ясно крылатый ... **Любисток лекарственный (*Levisticum officinale*)**
- 10b. Плод другой формы ... **11**
- 11а. Плод продолговатый, крупнее 5 мм, с выраженными краевыми крыльями ... **Дягиль лекарственный (*Angelica archangelica*)**
- 11b. Плод 2-3.5 мм, широко-овальный, сильно сжатый с боков (рис. J) ... **Вех ядовитый (*Cicuta virosa*)**
- 12а. На верхушке плода заметен клювик (рис. F) ... **Кервель, купырь садовый (*Anthriscus cerefolium*)**
- 12b. Клювик отсутствует ... **13**
- 13а. Мерикарпии сильно серповидно изогнутые (рис. G) ... **Тмин обыкновенный (*Carum carvi*)**
- 13b. Плод прямой или почти прямой, может быть со слабым изгибом ... **14**
- 14а. Плод почти шаровидный или широко-яйцевидный ... **15**
- 14b. Длина плода больше ширины в 2 и более раза ... **17**
- 15а. Плод шаровидный, четыре вторичных ребра волнистые, пять первичных рёбер спрямлённые; весь плод выглядит почти круглым (рис. H) ... **Кориандр посевной (*Coriandrum sativum*)**
- 15b. Плод широко-яйцевидный ... **16**
- 16а. Плод очень мелкий, около 1-1.5 мм, яйцевидный ... **Сельдерей пахучий (*Apium graveolens*)**
- 16b. Плод крупнее, широко-яйцевидный, с толстыми рёбрами ... **Болиголов пятнистый (*Conium maculatum*)**
- 17а. Стилоподий хорошо заметен, конический, крупный и слегка вытянутый, длиной около 1 мм (рис. I) ... **Сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*)**
- 17b. Стилоподий слабо выражен, менее 0,7 мм длиной, его длина не превышает ширину, или стилоподий полностью отсутствует ... **18**
- 18а. Плод узкий, гладкий, 5-7 мм длиной, длина превышает ширину в 8-10 раз ... **Бутень одуряющий (*Chaerophyllum temulum*)**
- 18b. Длина больше ширины в 2-5 раз ... **19**
- 19а. Плод крупный, 4-6 (10) мм длиной, вытянутый и узкий ... **Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare*)**
- 19b. Плод мелкий, 2-4 мм длиной, яйцевидный ... **Петрушка посевная (*Petroselinum crispum*)**