

УДК 582.573.41.581.3

DOI: 10.31040/2222-8349-2024-0-3-53-60

## ОСОБЕННОСТИ АНТЭКОЛОГИИ НЕКОТОРЫХ РЕДКИХ РАСТЕНИЙ КРЫМА

© С.В. Шевченко, Т.Н. Кузьмина

В работе представлены результаты исследования процессов экологии цветения и экологии опыления некоторых редких видов флоры Крыма (*Brassica taurica*, *Cardamine graeca*, *Glaucium flavum* и *Fumanopsis laevis*). Описаны особенности развития цветков изучаемых видов, механизмы извлечения пыльцы из пыльников и переноса ее на рыльце пестика. Выявлено, что в зависимости от способа опыления, его синдром у различных видов представлен разнообразными и весьма специфичными приспособлениями, обеспечивающими успех опыления. Показана сопряженность процессов развития цветка и агентов переноса пыльцы, результативность взаимодействия которых обеспечивает потенциальную возможность эффективного оплодотворения, формирования семян, размножения и сохранения вида.

Ключевые слова: антэкология, цветок, опыление, опылитель, оплодотворение, семяобразование.

Известно, что одним из важнейших этапов репродуктивного цикла растений является период цветения, во время которого происходят процессы опыления и оплодотворения, обеспечивающие образование в последующем полноценных семян. Биология цветения, строение цветка и его взаимодействие с векторами опыления – чрезвычайно важные элементы для формирования семян, диссеминации и в целом репродукции растений. Аспекты репродукции растений, особенно вопросы органогенеза и формирования генеративных элементов цветка, исследовались многими учеными [1–3]. При этом следует отметить, что если долгое время в основном использовались традиционные термины «биология цветка» и «биология цветения и опыления», то в настоящее время более приемлемым принято считать термин «антэкология», который точнее по смыслу, по содержанию и включает экологию цветка и экологию опыления [4, 5]. Несмотря на то, что вопросы цветения и опыления растений изучались достаточно часто [1, 6], многие из редких видов в этом отношении остались без внимания. В то же время экология цветка представляет, по сути, его морфологию, отражает различные структуры и особенности развития с позиций их приспособлений к осуществлению основных функций. Знание процессов формирования цветка и цветения представляет чрезвычайную важность для решения спорных вопросов

систематической принадлежности того или иного вида растений, а также использования для интродукции, селекции и разработки приемов сохранения редких и исчезающих видов растений. По мнению К. Faegri и L. van der Pijl [7], структуру цветка следует рассматривать с точки зрения экологии опыления, т.е. с позиций его как функциональной единицы. В связи с этим целью данных исследований было выявление особенностей цветения некоторых редких растений Крыма и механизмов их опыления, обеспечивающего в последующем формирование семян, размножение и сохранение видов.

**Материал и методы исследования.** Объектами данных исследований были некоторые редкие виды флоры Крыма, обладающие весьма специфичными приспособлениями для эффективного опыления и оплодотворения: *Brassica taurica*, *Cardamine graeca*, *Glaucium flavum* и *Fumanopsis laevis*.

*Brassica taurica* (Tzvel.) Tzvel. (капуста крымская), семейство Brassicaceae (капустные, или крестоцветные – реликтовое многолетнее растение 1–1.5 м высотой с розетками зимующих крупных сизо-зеленых листьев. В Крыму произрастает на приморских каменистых осыпях восточных склонов горы Аюдаг [13].

*Cardamine graeca* L. (сердечник греческий), семейство Brassicaceae (капустные, или крестоцветные) – однолетник высотой до 20 см,

ШЕВЧЕНКО Светлана Васильевна – д.б.н., Никитский ботанический сад,  
e-mail: shevchenko\_nbs@mail.ru

КУЗЬМИНА Татьяна Николаевна – к.б.н., Никитский ботанический сад, e-mail: tnkuzmina@rambler.ru

восточно-средиземноморский вид, характерен для флоры Южной Европы, включая Южный берег Крыма и предгорье (Байдарская долина). Восточной границей ареала в Крыму является гора Аюдаг [13].

*Fumanopsis laevis* (Cav) Tzvelev (фумана тимьянолистная) syn. *Fumana thymifolia* (L.) Spach et Webb, семейство Cistaceae (ладанниковые) – полукустарничек до 40 см высотой. Произрастает на сухих открытых каменистых и щебнистых известняковых склонах, среди можжевелевого редколесья. Относится к категории редких, сокращающихся в численности видов [14].

*Glaucium flavum* Crantz (мачок желтый), семейство Papaveraceae (маковые) – эндемик Крыма, однолетнее или многолетнее травянистое растение до 60 см высотой. В Крыму произрастает на южном берегу по каменистым склонам и представлен малочисленными популяциями [8, 9].

Наблюдения за процессами цветения и опыления осуществляли согласно методикам В.Н. Голубева и Ю.С. Волокитина [10, 11], а также ориентировались на работы А.Н. Пономарева и Е.И. Демьяновой [4]. При этом основное внимание было уделено процессам цветения, развития цветка, особенностям его структурных единиц и механизмам переноса пыльцы из пыльников на рыльце пестика. Парафиновые срезы толщиной 8–10  $\mu\text{m}$  получали с помощью ротационного полуавтоматического микротом RMD-3000 («МедТехникаПоинт» Россия). Срезы окрашивали гематоксилином по Гейденгайну и метилгрюнпиронином с подкраской алциановым синим [12]. Анализ постоянных препаратов проводили с помощью микроскопа AxioScope A.1 (Carl Zeiss, Германия). Структурные элементы цветка анализировали с помощью микроскопа МБС-9 (Россия).

**Результаты и обсуждение.** *Brassica taurica* – это многолетнее растение, которое цветет в апреле. Его желтые цветки образуют прямую обоюполю многоцветковую кисть (рис. 1). Цветки в соцветии распускаются акропетально. Цветок полный, гермафродитный, симметричный, актиноморфный, все части цветка свободные, околоцветник образован чашечкой и венчиком. Чашечка состоит из 4-х прямых чашелистиков, прижатых к венчику, по окончании цветения чашечки опадают. Венчик свободный, четырехчленный, несросшиеся лепестки образуют узкую гладкую трубку, по длине равную отогнутой пластинке лепестка. Клиновидный ноготок

лепестка равен его отгибу. Лепестки по форме обратнойцевидные с гладкой поверхностью и цельным краем. Венчик опадающий. Андроей четырехсильный, представлен 6 тычинками, расположенными в два круга: во внешнем – 2 латеральные тычинки, во внутреннем – 4 медиальные, попарно сближенные, прикрепленные основанием к цветоножке. Пыльники верхушечные, прямостоячие, 4-гнездные. Тычиночная нить прямая, гладкая. Пыльники вскрываются продольными щелями интрорзно в базипетальном направлении.

Гинецей образован двумя плодолистиками, завязь верхняя, продолговатая. Стилодий один, терминальный, прямостоячий, не превышает длины завязи. Рыльце простое, верхушечное, маленькое, округлое в небольших сосочках. Начало раскрытия околоцветника происходит в вечерние часы и к 9 ч утра следующего дня венчик околоцветника отгибается приблизительно на  $30^\circ$ , к полудню его разворот составляет около  $45^\circ$ . Первыми открываются пыльники медиальных тычинок, несколько позднее вскрываются пыльники латеральных тычинок. Следует отметить, что первоначально тычинки приближены к завязи, а позднее они отгибаются, открывая доступ к завязи. К концу дня околоцветник полностью открыт. В таком состоянии цветок находится в течение суток, и постепенно сначала опадают чашелистики, а затем лепестки. Если оплодотворения не произошло, то завязь дегенерирует. Проведенные наблюдения позволяют заключить, что основным типом у *B. taurica* является перекрестное опыление, автогения и автогамия исключены. Фактором, благоприятствующими перекрестному опылению, являются морфологические особенности строения цветка: привлекающие насекомых яркая окраска элементов цветка и расположение нектарников у основания венчика на цветоножке [13].

*Cardamine graeca* – однолетнее растение, которое цветет с начала апреля до второй декады месяца, в этот период температура воздуха составляет  $+7\dots+10^\circ\text{C}$ . Цветок полный, обоюполю, с пентациклическим расположением элементов. Все части цветка свободные, несросшиеся, чашечка и венчик четырехчленные. Чашечки несколько короче лепестков, двух типов: шлемообразные и продолговатые. Лепестки венчика с желобчатым ноготком, который в раскрытом цветке ярко желтого цвета с четко выраженной зеленой жилкой. Цветки с белыми обратноовальными или обратно-яйцевидными лепестками образуют кистевидное соцветие (рис. 2).

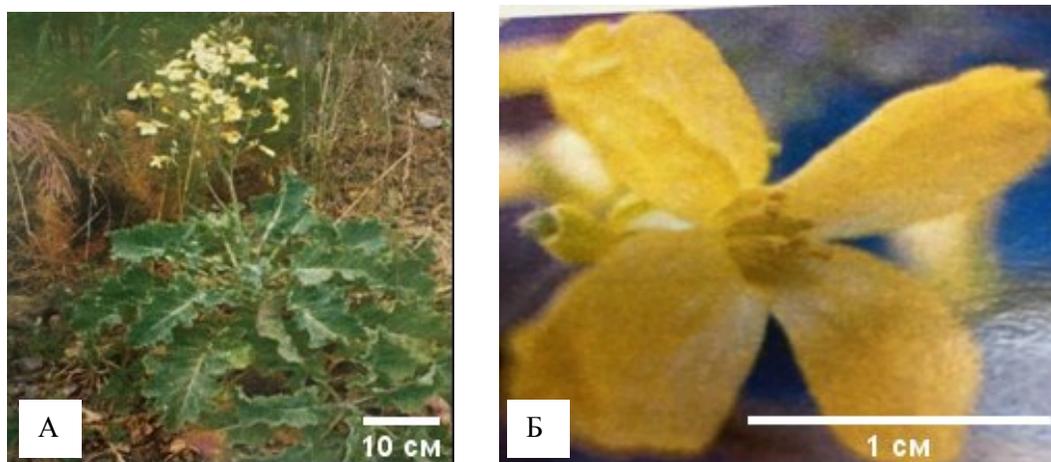


Рис. 1. Общий вид растения (А) и цветок (Б) *Brassica taurica*. Масштабная линейка: А – 10 см; Б – 1 см

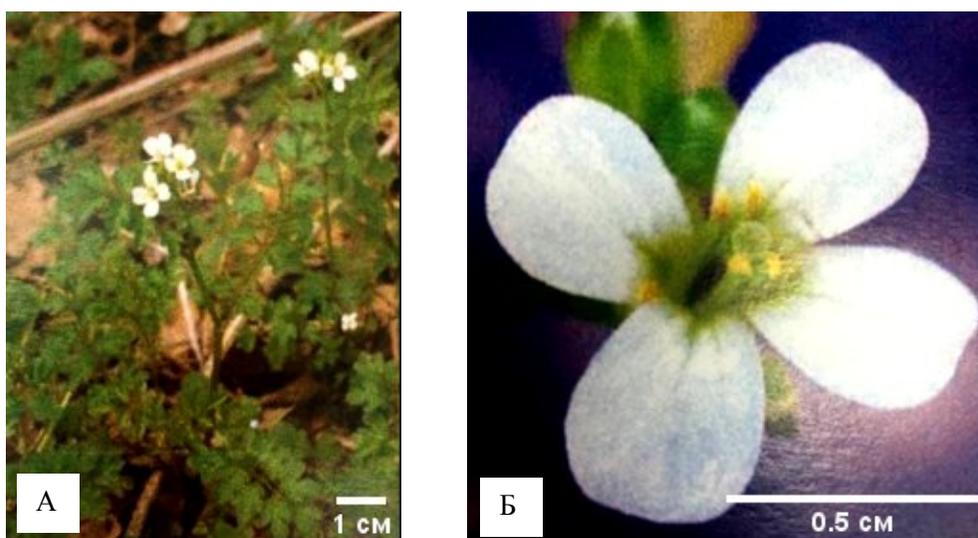


Рис. 2. Общий вид растения (А) и цветок (Б) *Cardamine graeca*. Масштабная линейка: А – 1 см; Б – 0.5 см

Андроцей образован тычинками, расположенными двумя кругами: во внешнем круге – 2 латеральные тычинки, во внутреннем – 4 медиальные тычинки, расположенные супротивно шлемообразным чашелистикам. Пыльники вскрываются щелями в базипетальном направлении одновременно на всех тычинках. По мере раскрытия пыльников медиальные тычинки разворачиваются друг к другу дорсальной стороной, располагаясь при этом перпендикулярно завязи. Характерно, что латеральные тычинки в ходе цветения не меняют своего положения.

Начало раскрытия околоцветника происходит в полуденные и вечерние часы накануне цветения, а раскрывается цветок к 7 ч утра следующего дня. Период жизни цветка составляет не более трех суток, а цветение особи длится около 40 сут.

Гинецей образован двумя сросшимися плодолистиками, на границе срастания которых сформирована ложная перегородка или рамка. Рыльце завязи верхушечное, приплюснутое, расположено на уровне пыльников или немного выше их.

В цветке 6 нектарных железок, которые находятся в основании тычинок. Нектарники двух типов: между медиальными тычинками железки более крупные, треугольной формы, а между латеральными тычинками находятся железки, имеющие форму сосочков. Цветки богаты нектаром и активно посещаются насекомыми, что предполагает опыление гейтоногенной и ксеногенной пылью. В некоторых случаях вскрытие пыльников происходит на стадии рыхлого бутона, что указывает на склонность

вида к клейстогении, это подтверждают и цитозембриологические исследования [13].

Созревание генеративных элементов цветка и особенности их расположения свидетельствуют о возможности одновременного опыления как собственной, так и чужеродной пыльцой. Синхронное созревание мужских и женских половых элементов создает предпосылки для самоопыления, а изменение положения тычинок в ходе цветения благоприятствует опылению аллогенной пыльцой, благодаря энтомофилии [13]. Таким образом, система опыления *C. graeca* реализуется в ходе сочетания автогении и аллогении и в целом характеризуется как идиооксеногения.

*Fumanopsis laevis* – это вечнозеленый средиземноморский кустарничек рыхлой формы (рис. 3). Единственным местом произрастания в Крыму является юго-восточный щебнистый склон горы Кошка (пос. Симеиз), фактическая численность вида составляет около 1000 экземпляров и наблюдается тенденция к их уменьшению [14]. Цветет с апреля до июля с пиком в конце мая – начале июня, когда устанавливается сухая и жаркая погода, а среднесуточная температура составляет +14...+16°C. По срокам цветения, согласно классификации В.Н. Голубева [8], вид может быть отнесен к поздневесенне-позднелетней группе растений. 5–7 цветков собраны в верхушечные кистевидные соцветия, без нектарников. Венчик 15–20 мм в диаметре, состоит из 5 лепестков (рис. 3). Продолжительность цветения одного цветка 5–7 сут, после чего лепестки опадают, а чашелистики смыкаются. В целом растение цветет довольно долго, до 40 сут, и на одной особи одновременно можно наблюдать бутоны, раскрытые цветки и плоды.



Рис. 3. Общий вид цветущей особи *Fumanopsis laevis*. Масштабная линейка – 1 см

Цветки актиноморфные, полные, обоопылые, яркого желтого цвета. Андроец состоит из большого числа (20–25) свободных тычинок короче пестика, которые располагаются кругами (3–5). Тычинки наружного круга стерильны (не имеют пыльников), в то время как у видов рода *H. vulgare* (Scop.) DC этого же семейства все тычинки фертильны (рис. 4) [16].

Пыльники соединены связником, тычиночная нить тонкая. Длина тычиночной нити превышает длину пыльников. Пыльники двутековые, 4-гнездные, стенка микроспорангия развивается центробежно, стенка зрелого пыльника состоит из эпидермиса и эндотеция [17].

Зрелые пыльцевые зерна двуклеточные, трехпоровые, в пыльнике может насчитываться до 30% аномальных, которые являются результатом нарушений в ходе мейоза (неравномерного расхождения хромосом, выброса хромосом за пределы ахроматинового веретена и образования микроядер).

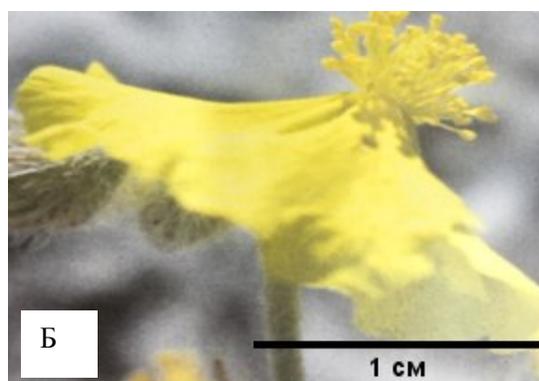
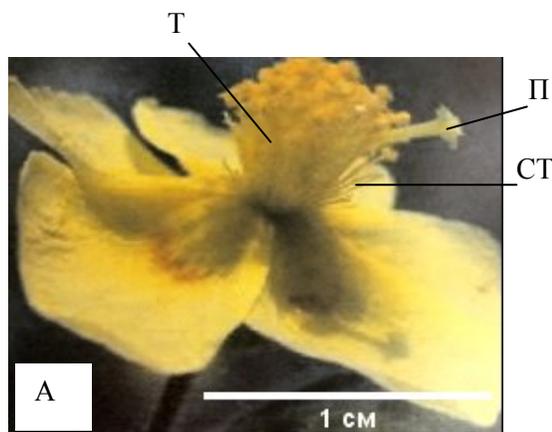


Рис. 4. Общий вид цветков *Fumanopsis laevis* (А) и *Helianthemum vulgare* (Б): Т – тычинки, П – пестик, СТ – стерильные тычинки. Масштабная линейка – 1 см

Женская сфера цветка представлена сросшимися плодолистиками, свободными лишь в области рыльца. Гинецей синкарпный, состоит из 3 плодолистиков, рыльце трехлопастное. Мужские генеративные структуры в своем развитии значительно опережают женские, но ко времени цветения женские структуры дифференцируются и в раскрытом цветке наблюдаются зрелые, полностью сформированные зародышевые мешки, что может обеспечить нормальный ход процессов опыления и оплодотворения.

Опыляется насекомыми, которых привлекает яркая желтая окраска венчика. Следует обратить внимание на тот факт, что для данного вида характерна геркогамия, при которой мужские и женские генеративные структуры пространственно разграничены, пестик значительно отдален от тычинок, что способствует осуществлению гейтоно- и ксеногении. Поскольку в конце цветения лепестки венчика опадают, а чашелистики смыкаются, то при отсутствии аллогении возможна автогения, что в конечном итоге способствует увеличению репродуктивного успеха. Подобное явление у *F. laevis* наблюдается и в условиях Средиземноморья [15].

*Glaucium flavum* – весьма декоративное растение, которое считается и лекарственным, поскольку содержит алкалоиды глауцин, кверцетин, используемые для лечения заболеваний органов дыхания. *G. flavum* входит в состав рода *Glaucium*, насчитывающего 30 видов. Цветет в мае–июне, по ритму цветения вид относится к группе поздневесенне-раннелетних (рис. 5).



Рис. 5. Общий вид цветущего растения *Glaucium flavum*. Масштабная линейка – 1 см

Цветки одиночные, ярко желтого цвета, до 5 см в диаметре, с двумя закрученными чашелистиками, опадающими в начале цветения цветка, и четырьмя лепестками, расположенными в два круга, без нектарника.

Тычинки свободные, их множество, наружные короче внутренних, пестик один, завязь верхняя. Тип опыления – аллогения, которая обеспечивается особенностями строения цветка и изменением положения тычинок в процессе цветения. Пыльники раскрываются экстрорзно в только что раскрытом цветке и отгибаются от пестика в разные стороны при малейшем движении воздуха. Пыльца жиросодержащая, высыпается на лепестки, где большую ее часть съедают насекомые.

К концу цветения пыльники практически не содержат пыльцы и быстро высыхают. Цветок, раскрывшись рано утром, к вечеру отцветает, лепестки теряют тургор, становятся белыми и увядают. Пестик в это время изгибается, может касаться неопавших лепестков и рыльцем снять с них оставшуюся пыльцу, осуществляя таким образом автогению, если не произошла аллогения (рис. 6). Опыляется мелкими насекомыми, жуками и пчелами, которые привлекаются яркой окраской цветка и движениями тычинок.

Иными словами, для данного вида характерны первичные аттрактанты (пыльца и жирные масла) и вторичные (визуальная аттракция в виде яркого цветка и движения тычинок). В качестве обманного аттрактанта могут служить элементы цветка, часто растущего рядом, *Melilotus tauricus* L. (сем. Fabaceae).

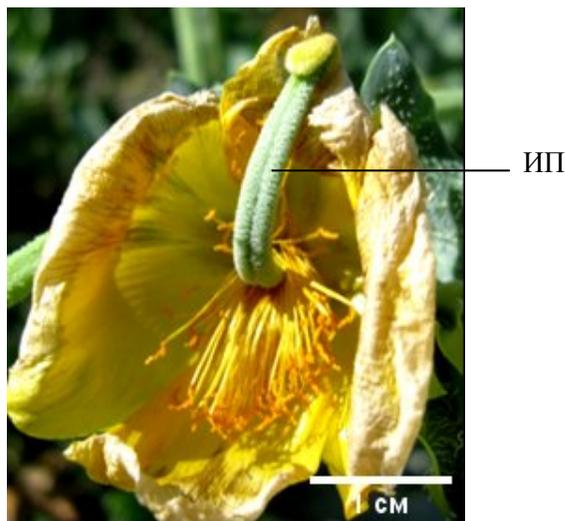


Рис. 6. Общий вид увядшего цветка *Glaucium flavum*: ИП – изогнутый пестик. Масштабная линейка – 1 см

Исходя из проведенных наблюдений, можно заключить, что у описанных в данной работе видов опыление представлено энтомофилией. Сравнивая с ранее нами изученными видами, следует отметить, что у некоторых из них следует отметить иные специфические способы опыления. Так, например, для *Pistacia tatica* характерна анемофилия. А у *Olea europaea* в начале цветения пыльца переносится насекомыми, которых привлекает аромат цветков. Прикрепляется пыльца к насекомым полленки-том, образующимся на поверхности экзины пыльцевых зерен. Позднее, к периоду массового цветения, происходит ферментативное расщепление полленкита, пыльца подсыхает, и опыление осуществляется с помощью ветра. Пыльца у *Olea europaea* легкая, с тонкой экзиной и легко переносится ветром. Согласно ультраструктурным исследованиям М. Hesse [18], у анемофильных растений, как и у энтомофильных, тоже образуется полленкит, однако он отличается от полленкита энтомофильных растений меньшей гомогенностью и его отложения не столь массивны.

Следует отметить, что энтомофилия у цветковых растений встречается значительно чаще, чем анемофилия, и роль ее в репродукции растений выше, поскольку она стимулирует эволюционные преобразования цветка и опылителя. Прогрессивность энтомофилии по сравнению с анемофилией очевидна, хотя анемофилия также важна, как дополнительный и резервный тип опылителя.

Известно, что цветение и опыление является одним из важнейших этапов в репродукции растений. И хотя в узком понимании слова опыление – это просто рассеивание пыльцевых зерен, для его обеспечения особую ценность приобретают различные элементы всего процесса: способ переноса пыльцы на рыльце пестика, кто и каким образом переносит пыльцу, тип опыления и его место в процессе воспроизведения вида, влияние различных факторов окружающей среды. Все стороны процесса опыления приобретают исключительное значение, поскольку играют определяющую роль в обеспечении последующих оплодотворения и формирования семян. Основным типом опыления является перекрестное опыление (аллогения), которое обуславливает и стимулирует развитие и трансформацию обоих компонентов процесса: совершенствуется строение элементов цветка в зависимости от агента, производящего опыле-

ние, и изменяется строение тела и поведение опылителя. Немаловажную роль при этом играет самоопыление (автогения) как дополнительный и резервный тип опыления.

У *B. taurica* приспособлениями для успешного опыления служат яркая окраска лепестков цветка, наличие волосков на пыльниках, расположение нектарников у основания венчика на цветоложе. В целом аллогения у *B. taurica* обусловлена совокупностью структурных (геркогамия) и морфофизиологических особенностей и реализуется благодаря энтомофилии. Автогения, свойственная *C. graeca*, обусловлена сочетанием гомоантезиса и структурных особенностей цветка, благоприятствующих успешному опылению в результате контактофилии. Свойственная *C. graeca* клейстогамия является резервным механизмом для обеспечения успешного опыления и оплодотворения в неблагоприятных условиях во время цветения. Поскольку у *F. laevis* отсутствуют нектарники, для этого вида характерны гейтоно- и ксеногения. Однако, когда в конце цветения лепестки венчика опадают, а чашелистики смыкаются, при отсутствии аллогении возможна автогения, что в конечном итоге способствует увеличению репродуктивного успеха. У *G. flavum* также отсутствуют нектарники и имеются свои приспособления для эффективного опыления: привлечение насекомых яркими лепестками и жиросодержащие пыльцевые зерна на лепестках.

Таким образом, полученные на примере ряда редких растений Крыма данные подтверждают, что антропоэкологический этап репродукции цветковых растений имеет чрезвычайно важное значение, обеспечивается различными приспособлениями и создает возможности эффективного опыления, оплодотворения, формирования полноценных семян и в целом размножения растений.

*Работа выполнена в рамках темы Госзадания ФГБУН «НБС-ННЦ» № FNNS-2022-0003.*

#### Литература

1. Шевченко С.В. Антропоэкологические аспекты репродуктивной биологии некоторых цветковых растений Крыма // *Modern Phytomorphology*. 2014. Т. 5. С. 107–116.
2. Круглова Н.Н. Частные и общие критические периоды в онтогенезе цветковых растений // *Известия Уфимского научного центра РАН*. 2023. № 3. С. 12–17.

3. Круглова Н.Н., Титова Г.Е., Зинатулли-на А.Е. Критические стадии эмбриогенеза злаков: теоретическое и прикладное значение // Онтогенез. 2022. Т. 53. № 6. С. 437–453.
4. Пономарев А.Н., Демьянова Е.И. Антэкология // Эмбриология цветковых растений. Терминология и концепции. СПб.: Мир и семья. 2000. С. 72–73.
5. Терехин Э.С. Репродуктивная биология / Системы репродукции. Т. 3 / ред. Т.Б. Батыгина. Изд-во Мир и Семья. СПб., 2000. С. 21–24.
6. Сволынский А.Д. Антэкология четырех видов ранневесенних энтомофильных орхидей (Orchidaceae) Крыма: дис. .... канд. биол. наук. Симферополь, 2016. 169 с.
7. Faegri K. and L. van der Pijl. The Principles of Pollination / Oxford a.o. Pergamon Press. 1980. 244 p.
8. Голубев В.Н. Биологическая флора Крыма. Ялта: НБС-ННЦ. 1996. 126 с.
9. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова. Н. Ореанда. Симферополь, 2012. 232 с.
10. Голубев В.Н., Волокитин Ю.С. Методические рекомендации по изучению антэкологических особенностей цветковых растений. Функционально-экологические принципы организации репродуктивной структуры. Ялта, 1986. 38 с.
11. Голубев В.Н., Волокитин Ю.С. Методические рекомендации по изучению антэкологических особенностей цветковых растений. Морфологическое описание репродуктивной структуры. Ялта, 1986. 43 с.
12. Камелина О.П., Шевченко С.В. К эмбриологии *Davidia involucrata* (Davidiaceae) // Бот. журн. 1988. Т. 73. № 2. С. 203–213.
13. Кузьмина Т.Н. Эмбриология и особенности естественного возобновления *Brassica taurica* (Tzvel.) Tzvel. и *Cardamine graeca* L. (сем. Brassicaceae) в Крыму: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ялта, 2009. 204 с.
14. Рубцов Н.И., Купатадзе Г.А. *Fumana thymifolia* – новый вид флоры СССР // Бот. журн. 1978. Т. 63. № 2. С. 254–255.
15. Jump A.S., Rico L., Lloret F., Penuelas J. Microspatial population genetic structure of the Mediterranean shrub *Fumana thymifolia* // Plant Biology. 2009. Vol. 11. P. 152–160.
16. Kapil R.N., Maheshwary R. Embryology of *Helianthemum vulgare* // Phytomorphology. 1964. Vol. 14. № 4. P. 547–557.
17. Шевченко С.В., Гафарова М.А. Репродуктивная биология *Fumana thymifolia* (Cistaceae) // Ботан. журн. 2015. Т. 100. № 1. С. 39–43.
18. Hesse M. Vergleichende Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte und Ultrastruktur von Pollenkit und Exine bei nahe verwandten entomophilen und anemophilen Sippen der Oleaceae, Scrophulariaceae, Plantaginaceae und Asteraceae // Plant Syst. Evol. 1979. Vol. 132. P. 107–139.

## References

1. Shevchenko S.V. Antecological aspects of reproductive biology of some flowering plants of the Crimea // Modern Phytomorphology, 2014, vol. 5, pp. 107–116.
2. Kruglova N.N. Particular and general critical periods in the ontogenesis of flowering plants // Proceedings of the Ufa Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2023, no. 3, pp. 12–17.
3. Kruglova N.N., Titova G.E., Zinatullina A.E. Critical stages of cereal embryogenesis: theoretical and applied significance // Ontogenesis, 2022, vol. 53, no. 6, pp. 437–453
4. Ponomarev A.N., Demyanova E.I. Antecology // Embryology of flowering plants. Terminology and concepts. St. Petersburg: Peace and Family, 2000, pp.72–73.
5. Terekhin E.S. Reproductive biology / Reproductive systems. Volume 3. Edited by T.B. Batygin. World and Family Publishing House. St. Petersburg, 2000, pp. 21–24.
6. Svolynsky A.D. Antecology of four species of early spring entomophilous orchids (Orchidaceae) Crimea. Diss. .... cand. Biol. sciences. Simferopol, 2016, 169 p.
7. Faegri K. and L. van der Pijl. The Principles of Pollination / Oxford a.o. Pergamon Press, 1980, 244 p.
8. Golubev V.N. Biological flora of Crimea. Yalta: NBS-NSC, 1996, 126 p.
9. Yena A.V. The natural flora of the Crimean Peninsula. N. Oreanda. Simferopol, 2012, 232 p.
10. Golubev V.N., Volokitin Y.S. Methodological recommendations for the study of the antecological features of flowering plants. Functional and ecological principles of the organization of the reproductive structure. Yalta, 1986, 38 p.
11. Golubev V.N., Volokitin Y.S. Methodological recommendations for the study of the antecological features of flowering plants. Morphological description of the reproductive structure. Yalta, 1986, 43 p.
12. Kamelina O.P., Shevchenko S.V. Towards the embryology of *Davidia involucrata* (Davidiaceae) // Bot. journal, 1988, vol. 73, no. 2, pp. 203–213.
13. Kuzmina T.N. Embryology and features of natural renewal of *Brassica taurica* (Tzvel.) Tzvel. and *Cardamine graeca* L. (family Brassicaceae) in Crimea: abstract. ... cand. Biol. sciences. Yalta. 2009, 204 p.
14. Rubtsov N.I., Kupataдзе G.A. *Fumana thymifolia* – a new species of flora of the USSR // Bot. journal, 1978, vol. 63, no. 2, pp. 254–255.
15. Jump A.S., Rico L., Lloret F., Penuelas J. Microspatial population genetic structure of the Mediterranean shrub *Fumana thymifolia* // Plant Biology, 2009, vol. 11, pp. 152–160.
16. Kapil R.N., Maheshwary R. Embryology of *Helianthemum vulgare* // Phytomorphology, 1964, vol. 14, no. 4, pp. 547–557.

17. Shevchenko S.V., Gafarova M.A. Reproductive biology of *Fumana thymifolia* (Cistaceae) // Botan. Journal 2015, vol. 100, no. 1, pp. 39-43.

18. Hesse M. Vergleichende Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte und Ultrastruktur von

Pollenkit und Exine bei nahe verwandten entomophilen und anemophilen Sippen der Oleaceae, Scrophulariaceae, Plantaginaceae und Asteraceae // Plant Syst. Evol., 1979, vol. 132, pp. 107-139.



## FEATURES OF THE ANTHECOLOGY OF SOME RARE PLANTS OF THE CRIMEA

© S.V. Shevchenko, T.N. Kuzmina

Nikita Botanical Gardens,  
52, ulitsa Nikitsky spusk, p. Nikita, 298648, Yalta, the Crimea, Russian Federation

The paper presents the results of a study of the processes of flowering and pollination of a number of rare species of flora of the Crimea. Some features of the development of flowers of the studied species and the mechanism of pollen extraction from anthers are described. It has been revealed that, depending on the method of pollination, its syndrome in various species is represented by various and very specific adaptations that ensure successful pollination. The conjugacy of the processes of flower development and pollination agents is shown, the effectiveness of the interaction of which provides the potential for effective fertilization, reproduction and conservation of the species.

Keywords: anthecology, flower, pollination, pollinator, fertilization, seed formation.