

УДК 581.461:582.675.1

doi: 10.21685/2307-9150-2024-1-1

## Антэкология гинодиэичного вида *Ranunculus acris* (*Ranunculaceae*) в Московской области

В. Н. Годин<sup>1</sup>, Т. В. Архипова<sup>2</sup>, Ю. А. Поняева<sup>3</sup>, В. З. Юсуfoва<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Московский педагогический государственный университет, Москва, Россия

<sup>1</sup>godinvn@yandex.ru, <sup>2</sup>tata50509@mail.ru, <sup>3</sup>jponyaeva@mail.ru, <sup>4</sup>violet88@mail.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* *Ranunculus acris* L. (лютик едкий) – многолетнее травянистое поликарпическое короткокорневищное растение. Литературные сведения по биологии цветения этого гинодиэичного вида крайне немногочисленны. *Материалы и методы.* Антэкологические наблюдения проведены в условиях Московской области с 2021 по 2023 г. по общепринятым методикам. *Результаты.* Обоеполые цветки *R. acris* слабо протандричны, цветут в течение 5–6 суток, пестичные – 3–4 дней. Раскрытие цветков в закрытом тирсе и в его боковых дихазиях с разными вариантами редукции происходит согласно порядку ветвления побега. Общая продолжительность цветения особей с обоеполыми и пестичными цветками варьирует от 3 до 4 недель и зависит от погодных условий. По соотношению числа пыльцевых зерен и семязачатков в обоеполых цветках (от 4594 до 7149) *R. acris* относится к ксеногамным растениям. Оба типа цветков раскрываются синхронно, с максимумом в 10 часов утра. *Выводы.* Наличие гинодиэции, синхронный ритм цветения обоеполых и пестичных цветков, формирование большого числа пыльцевых зерен в обоеполых цветках, более позднее начало и более раннее завершение цветения особей с пестичными цветками, существование системы гаметофитной самонесовместимости способствуют перекрестному опылению у *R. acris*.

**Ключевые слова:** *Ranunculus acris*, гинодиэция, антэкология

**Для цитирования:** Годин В. Н., Архипова Т. В., Поняева Ю. А., Юсуfoва В. З. Антэкология гинодиэичного вида *Ranunculus acris* (*Ranunculaceae*) в Московской области // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2024. № 1. С. 3–13. doi: 10.21685/2307-9150-2024-1-1

## Anthecology of gynodioecious species *Ranunculus acris* (*Ranunculaceae*) in Moscow region

V.N. Godin<sup>1</sup>, T.V. Arkhipova<sup>2</sup>, Yu.A. Ponyaeva<sup>3</sup>, V.Z. Yusufova<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

<sup>1</sup>godinvn@yandex.ru, <sup>2</sup>tata50509@mail.ru, <sup>3</sup>jponyaeva@mail.ru, <sup>4</sup>violet88@mail.ru

**Abstract.** *Background.* *Ranunculus acris* L. (Meadow Buttercup) is a perennial herbaceous short-rhizome polycarpic plant. Mentions of flowering and pollination characteristics in gynodioecious *R. acris* are scarcely found in the literature. *Materials and methods.*

Observations were made in the natural conditions of the Moscow region from 2021 to 2023 by generally accepted methods. *Results*. Perfect flowers are weakly protandric, bloom for 5–6 days and pistillate flowers – for 3–4 days. The opening of flowers in a closed thyrus and its lateral dichasia with different reduction options occur according to the order of branching of the shoot. The total flowering time of perfects and females varies from 3 to 4 weeks, and depends on weather conditions. *R. acris* is an obligate xenogamous species: the pollen/ovary ratio is from 4594 to 7149 in perfect flowers. Both types of flowers open synchronously, with a maximum at 10 a.m. *Conclusions*. Efficient cross-pollination in *R. acris* is reached by the presence of gynodioecy, the synchronous rhythm of perfect and female flowering, the formation of a large number of pollen grains in both types of flowers, later onset and earlier completion of flowering of females, and by gametophyte self-incompatibility.

**Keywords:** *Ranunculus acris*, gynodioecy, anthecology

**For citation:** Godin V.N., Arkhipova T.V., Ponyaeva Yu.A., Yusufova V.Z. Anthecology of gynodioecious species *Ranunculus acris* (Ranunculaceae) in Moscow region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* = *University proceedings. Volga region. Natural sciences*. 2024;(1):3–13. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-9150-2024-1-1

## Введение

Гинодиэция, или женская двудомность – половая форма, при которой в популяциях сосуществуют два типа особей: на одних образуются обоеполые цветки, на других – пестичные [1]. В настоящее время в мировой флоре известно порядка 1600 гинодиэцичных видов, принадлежащих к разным семействам покрытосеменных [2, 3]. Данный вид полового полиморфизма довольно часто встречается у цветковых растений особенно в умеренной зоне [4, 5]. Степень изученности антропоэкологических особенностей гинодиэцичных растений различна. Чаще всего объектами были представители двух семейств – *Caryophyllaceae* и *Lamiaceae*, в которых широко распространена женская двудомность [6–9]. Многочисленными исследованиями выявлены некоторые общие черты антропоэкологии гинодиэцичных видов в этих семействах: обоеполые цветки часто характеризуются протандрией (андроцей созревает раньше гинецея), более раннее раскрытие пестичных цветков в сравнении с обоеполыми или их синхронное цветение, более длительный срок цветения обоеполых цветков и особей, их образующих, по отношению к женским цветкам и особям [6]. Все перечисленные особенности – важные адаптивные приспособления, увеличивающие вероятность перекрестного опыления у гинодиэцичных видов.

В семействе *Ranunculaceae* женская двудомность в настоящее время выявлена у 18 видов, относящихся к родам *Actaea* L. (1 вид), *Anemone* L. (6 видов), *Aquilegia* L. (1 вид), *Hepatica* Mill. (1 вид), *Ranunculus* L. (8 видов) и *Thalictrum* Tourn. ex L. (1 вид) [3, 4]. Однако сведения об антропоэкологических особенностях двух половых форм этих гинодиэцичных видов в литературе полностью отсутствуют. Есть лишь отрывочные данные по биологии цветения особей с обоеполыми цветками у ряда видов [10–15].

*Ranunculus acris* L. (лютик едкий) – кистекорневое поликарпическое растение с эпигеогенным коротким корневищем, гемикриптофит. Ареал этого мезофильного вида охватывает Европейскую часть России, всю Европу (за исключением Португалии, Сицилии, Швеции), Кавказ, Западную Сибирь, Среднюю, Северную и Южную Азию, Северную Америку [16]. Произрастает в лесной и лесостепной зонах. Whitelegge [17] впервые сообщает о наличии

гинодиэзии у *R. acris*. Детальное изучение морфологических особенностей, проведенное Marsden-Jones и Turrill [18, 19], выявило существование в Англии непрерывного ряда цветков от «нормальных» обоеполюх до чисто пестичных. Морфологическое проявление гинодиэзии и половая структура ценопопуляций этого вида детально изучены в Московской области [20]. Однако сведения по антэкологии *R. acris* в связи с гинодиэзией в литературе полностью отсутствуют. Поэтому целью нашей работы было выявление антэкологических особенностей гинодиэцичного вида *R. acris* в Московской области.

### Материалы и методы

Антэкологические исследования проведены в 2021–2023 гг. в Московской области. Наблюдения за биологией цветения сделаны в ценопопуляции, расположенной в Истринском р-не, в окр. г. п. Нахабино, в разреженном ельнике с таволгово-разнотравным травостоем. Камеральная обработка материала включала палинологические исследования. Изучено соотношение числа пыльцевых зерен и семязачатков в 20 обоеполюх цветках. Подсчет пыльцевых зерен осуществлялся в 30 полях зрения по общепринятой методике [21]. Для подсчета пыльцевых зерен использовали световой микроскоп Биомед-5 при увеличении 7×40 с окуляр-микрометром с сеткой.

Изучение биологии цветения проведено по методике Пономарева [22]. Длительность тычиночной и рыльцевой стадий цветения определяли визуально на 20 этикетированных обоеполюх и пестичных цветках. Началом тычиночной фазы считали момент растрескивания пыльников. Окончание фиксировали по времени полного опустошения пыльников. Степень зрелости рылец определяли с помощью химического метода. Воспринимающая поверхность зрелых рылец при нанесении на нее слабого раствора перманганата калия окрашивается в коричневый или бурый цвет, незрелые рыльца не окрашиваются.

Изучение суточного ритма цветения проводилось каждый год в течение трех дней в период массового цветения вида. На растениях перед изучением суточного хода цветения помечали все раскрывшиеся цветки. Каждый час подсчитывали число вновь раскрывшихся цветков. Чтобы избежать ошибки при подсчете, вновь раскрывшиеся цветки помечали точками на венчике. Параллельно производили измерение температуры (°C) и относительной влажности воздуха (%) в тени с помощью психрометра Ассмана и освещенности на уровне соцветий с помощью люксметра.

Все полученные данные обработаны методами вариационной статистики [23].

### Результаты и обсуждение

Изучены антэкологические особенности *R. acris*, которые включали цветение обоеполюх и пестичных цветков, выявление последовательности раскрывания цветков в синфлоресценциях особей с разными типами цветков, соотношение числа пыльцевых зерен и семязачатков в обоеполюх цветках, суточную ритмику цветения. В Московской области этот вид цветет с конца мая (при ранней и теплой весне) или с начала июня (при поздней и прохладной весне) и до конца июня. Изредка наблюдается вторичное цветение – со второй половины августа и до начала октября.

**Цветение обоеполых и пестичных цветков.** По нашим наблюдениям, обоеполые цветки данного вида слабо протандричны. Экстрорзное вскрывание пыльников происходит с помощью продольных трещин сразу после полного раскрытия венчика. Начинается тычиночная стадия цветения. Сначала вскрываются пыльники самых наружных тычинок, затем к пылению приступают последовательно все тычинки в цветке. Продолжительность тычиночной стадии составляет обычно 4–5 суток. В это время нектарные железки в основании лепестков начинают выделять нектар. Цветки имеют слабый аромат. Сразу после раскрытия венчика рыльца еще не созрели и не окрашиваются слабым раствором перманганата калия. Через несколько часов после начала тычиночной стадии рыльца активно покрываются развивающимися папиллами, приобретают рецептивность и начинается рыльцевая стадия цветения цветка. Следовательно, в обоеполых цветках наблюдается совпадение тычиночной и рыльцевой стадий. На 4–5 день цветения обе стадии заканчиваются, венчик слегка подсыхает и опадает целиком. Нектароносные железки утрачивают блеск из-за прекращения выделения нектара. Цветение цветка завершается и начинают разрастаться завязи. Таким образом, общая продолжительность функционирования обоеполых цветков составляет 4–5 суток. Наши наблюдения за цветением обоеполых цветков у этого вида в целом совпадают с имеющимися в литературе данными [10, 14, 24]. Например, по сведениям Knuth [10] цветки могут быть слабо протандричными или слабо протогиничными, а исследования Киндеровой показали [14], что цветки этого вида развиваются как слабо протогиничные.

Цветение пестичных цветков в целом происходит аналогично, однако из-за полной редукции андроеца тычиночная стадия у них отсутствует, что приводит к небольшому сокращению периода их цветения. В результате продолжительность цветения пестичных цветков составляет 3–4 дней. Однако при прохладной и дождливой погоде и отсутствии опылителей продолжительность цветения пестичных цветков может увеличиваться до 5–6 дней.

Анализируя результаты исследований цветения обоеполых и пестичных цветков, можно сделать следующие выводы. Во-первых, обоеполые цветки характеризуются слабо выраженной протандрией, когда пыльники созревают и экспонируются немного раньше, чем созревают рыльца. В связи с этим в обоеполых цветках вполне возможен перенос собственной пыльцы на рыльца. Однако, по данным литературы, *R. acris* характеризуется гаметофитной самонесовместимостью, что исключает автогамию [25]. Во-вторых, у обоеполых цветков продолжительность тычиночной и рыльцевой фаз примерно одинаковая: обе длятся 4–5 суток. В-третьих, продолжительность функционирования обоеполых цветков с момента вскрывания пыльников и окончания рыльцевой фазы составляет от 4 до 5 дней, а пестичных цветков – 3–4 дня.

**Цветение синфлоресценции.** Синфлоресценции представляют собой вариант закрытого тирса, субъединицы которого – дихазии с разными вариантами редукции (рис. 1). Часто наблюдается недоразвитие одного или реже обоих цветков на боковых осях дихазия, в результате чего он становится 2- или 1-цветковым соответственно. Раскрывание цветков в синфлоресценции происходит в определенной последовательности, согласно порядку ветвления побега (рис. 2). Первым всегда начинает функционировать цветок, завершающий главную ось тирса. Через 1–2 дня раскрываются цветки, расположенные

на главных осях дихазиев паракладиев, цветки на побегах II порядка ветвления. При этом не выявлено какой-либо зависимости в очередности раскрытия цветков от положения дихазия в структуре синфлоресценции. У одних особей первыми зацветали цветки в составе самых верхних дихазиев, расположенных под терминальным цветком. Тогда как у других особей, наоборот, сначала раскрывались цветки в нижерасположенных дихазиях, а на следующий день зацветали цветки в вышерасположенных дихазиях. Кроме того, как правило, дихазии, сформированные в пазухах листьев соседних узлов, зацветали одновременно. Временной разрыв между началом цветения очередного расположенных близлежащих дихазиев обычно составлял 1–2 дня.

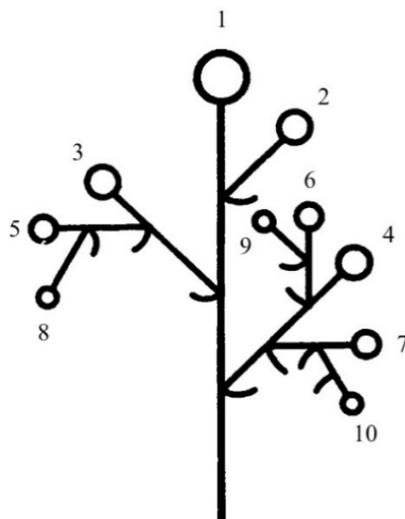


Рис. 1. Схема синфлоресценции *Ranunculus acris*:  
1–10 – номера цветков

В каждом дихазии после раскрытия терминального цветка через 2–3 дня начинают функционировать оба цветка, расположенных на его боковых осях (побеги III порядка ветвления) (рис. 2). Следовательно, в пределах дихазия цветки на его боковых осях также начинают цвести одновременно. Редко наблюдается временной разрыв между началом цветения боковых цветков дихазия максимум в 1 день. У многоярусных дихазиев еще через 1–2 дня раскрываются цветки на побегах IV порядка. Их особенности функционирования полностью повторяют последовательность цветения цветков в дихазиях на побегах предыдущих порядков ветвления. Общая продолжительность цветения особей с обоюполыми и пестичными цветками у *R. acris* варьирует от 3 до 4 недель и зависит от погодных условий. При солнечной и довольно теплой погоде длительность цветения синфлоресценций составляет около 20 дней, при пасмурной и прохладной – увеличивается до 25–30 дней. Таким образом, большая продолжительность жизни цветков и довольно дружное их раскрытие в синфлоресценции приводят к тому, что в одно и то же время у одной особи цветут цветки, у которых одновременно протекают тычиночная и рыльцевая фазы. Складывается ситуация, когда возможен перенос пыльцы в пределах синфлоресценции и соответственно гейтоногамное опыление. Однако из-за гаметофитной самонесовместимости гейтоногамия у этого вида невозможна [25].

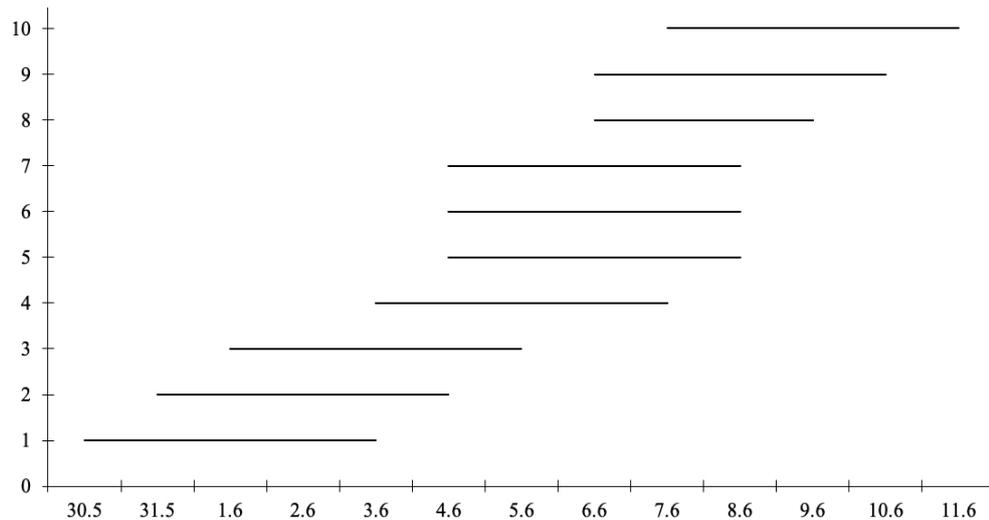


Рис. 2. Последовательность и продолжительность цветения обоеполюх цветков в синфлоресценции *Ranunculus acris*: 1–10 – порядковые номера цветков, как на рис. 1

Последовательность и характер раскрытия пестичных цветков в синфлоресценциях женских особей сходны с таковыми обоеполюх цветков и особей. Однако для женских особей характерна небольшая задержка начала цветения в 1–3 дня по сравнению с обоеполюхими особями. Такое временное отставание приводит к тому, что в ценопопуляции уже в большом числе присутствуют цветущие обоеполюхие особи, которые представляют собой единственные источники пыльцы для опыления пестичных цветков. Кроме того, женские особи обладают более дружным цветением, в результате чего их функционирование проходит быстрее гермафродитных особей и заканчивается на 3–5 дней раньше. Такое быстрое и слаженное цветение цветков, особей и всей женской фракции в ценопопуляциях гинодиэцичного вида *R. acris* гарантирует успешную ксеногамию.

**Соотношение пыльцевых зерен и семязачатков.** Подсчет числа пыльцевых зерен и семязачатков в обоеполюхих цветках показал, что данный вид относится к ксеногамным растениям. Соотношение числа пыльцевых зерен и семязачатков варьировало от 4594 до 7149.

**Суточная ритмика цветения.** Анализ суточной ритмики цветения обоеполюхих и пестичных цветков показал следующее. Оба половых типа цветков начинают раскрываться рано утром с восхода солнца при температуре воздуха в 12–13 °С (рис. 3). Постепенно число вновь зацветших цветков увеличивается и достигает максимума в 10 часов утра. После чего наблюдается замедление этого процесса. Во второй половине дня число вновь функционирующих цветков постепенно снижается, и раскрытие цветков заканчивается к 16 часам. Следовательно, наблюдается утренний характер ритмики цветения. Погодные условия, в частности дождь, вносят коррективы в суточную ритмику цветения данного вида, но не изменяют ее коренным образом: снижается число раскрывающихся за сутки цветков.

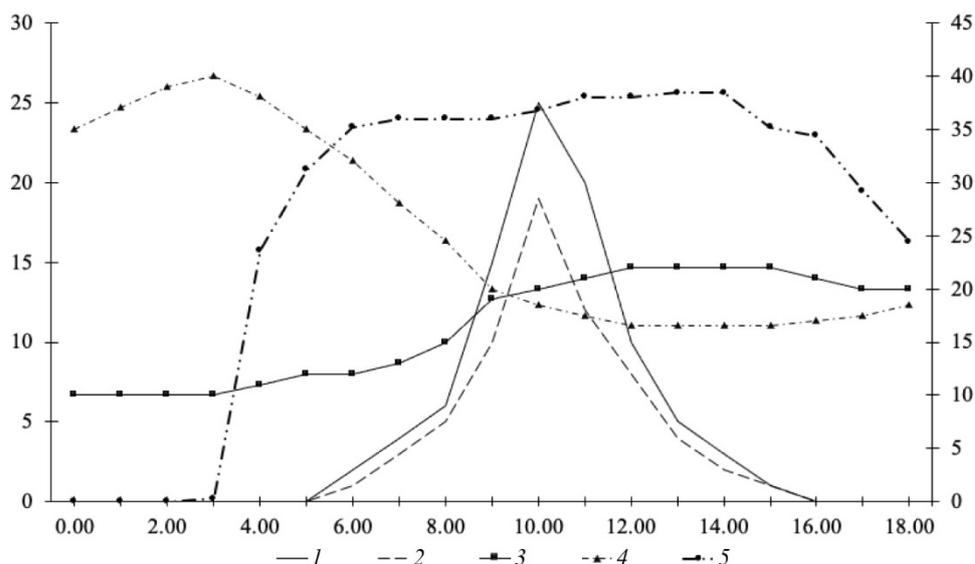


Рис. 3. Суточная динамика раскрытия обоеполых и пестичных цветков *Ranunculus acris*: 1 – число раскрывшихся обоеполых цветков; 2 – число раскрывшихся пестичных цветков; 3 – температура воздуха; 4 – относительная влажность воздуха; 5 – освещенность. По оси абсцисс – время наблюдений, ч; по осям ординат: слева – число раскрывшихся цветков, шт., справа – температура воздуха, °С (5 °С соответствует 10 % влажности и 2500 люкс)

### Заключение

Обоеполые цветки *Ranunculus acris* характеризуются слабо выраженной протандрией (андроцей созревает раньше гинецея). Продолжительность жизни обоеполых цветков составляет 5–6 суток, пестичных – 3–4 дней.

Раскрытие цветков в закрытом тирсе и в его субъединицах (дихазии с разными вариантами редукции) происходит в четкой последовательности, согласно порядку ветвления побега, на котором формируются цветки.

По соотношению числа пыльцевых зерен и семязачатков в обоеполых цветках (от 4594 до 7149) *R. acris* относится к ксеногамным растениям.

Общая продолжительность цветения особей с обоеполыми и пестичными цветками варьирует от 3 до 4 недель и зависит от погодных условий. Особи с пестичными цветками позже начинают и раньше заканчивают свое цветение в сравнении с обоеполыми.

*R. acris* принадлежит к группе растений с утренним ритмом цветения, у которых максимум раскрывшихся обоеполых и пестичных цветков наблюдается в первой половине дня (10 часов утра).

### Список литературы

1. Darwin Ch. The Different Forms of Flowers on Plants on the Same Species. London : J. Murray, 1877. 352 p.
2. Годин В. Н. Распространение гинодизии в системе APG IV // Ботанический журнал. 2019. Т. 104, № 5. С. 345–356. doi: 10.1134/S0006813619050053
3. Годин В. Н. Распространение гинодизии у цветковых растений // Ботанический журнал. 2020. Т. 105, № 3. С. 236–252. doi: 10.31857/S0006813620030023

4. Демьянова Е. И. Распространение гинодиэзии у цветковых растений // Ботанический журнал. 1985. Т. 70, № 10. С. 1289–1301.
5. Годин В. Н., Демьянова Е. И. О распространении гинодиэзии у цветковых растений // Ботанический журнал. 2013. Т. 98, № 12. С. 1465–1487.
6. Демьянова Е. И. Половой полиморфизм цветковых растений : автореф. дис. ... д-ра биол. наук : 03.00.05. М., 1990. 36 с.
7. Демьянова Е. И. К изучению гинодиэзии у тимьянов (*Thymus* L., Lamiaceae) // Вестник Пермского университета. Сер.: Биология. 2016. № 3. С. 193–204.
8. Годин В. Н., Куранова Н. Г., Сергеева Е. О. Особенности цветения *Prunella vulgaris* (Lamiaceae) в связи с гинодиэзией // Растительный мир Азиатской России. 2020. № 1. С. 32–39. doi:10.21782/RMAR1995-2449-2020-1(32-39)
9. Годин В. Н., Куранова Н. Г., Ахметгариева Л. Р. Особенности цветения гинодиэичного вида *Ajuga reptans* (Lamiaceae) в Московской области // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2020. № 3. С. 14–26. doi: 10.21685/2307-9150-2020-3-2
10. Knuth P. Handbuch der Blütenbiologie. Leipzig, 1898. Bd. II. T. I. 697 s.
11. Антонова Л. А. Сезонная и суточная ритмика цветения растений широколиственного леса // Экология. 1972. № 4. С. 73–79.
12. Антонова Л. А. Антэкология ранневесенних эфемероидов широколиственного леса // Вестник Ленинградского государственного университета. Сер.: Биология. 1973. Вып. 3. С. 28–35.
13. Антонова Л. А. К экологии опыления некоторых весенних растений лесостепного Зауралья // Биологические науки. 1982. № 8. С. 68–72.
14. Киндерова Н. Н. Биология и экология цветения и опыления некоторых представителей семейства Ranunculaceae : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.05. М., 1990. 36 с.
15. Верещагина В. А., Усков Н. Н. Некоторые данные по биологии размножения ветрениц лютиковой и уральской // Вестник Пермского университета. Сер.: Биология. 2000. № 2. С. 32–39.
16. Цвелев Н. Н. Род Лютик – *Ranunculus* L. // Флора Восточной Европы. СПб. : Мир и семья, 2001. Т. 10. С. 100–158.
17. Whitelegge T. Gyno-Dioecious Plants // Nature. 1878. Vol. 18, № 466. P. 588. doi: 10.1038/018588a0
18. Marsden-Jones E. M., Turrill W. B. Variations in sex expression in *Ranunculus* // Nature. 1929. Vol. 123. P. 798–799. doi: 10.1038/123798b0
19. Marsden-Jones E. M., Turrill W. B. Studies in *Ranunculus*. III. Further experiments concerning sex in *Ranunculus acris* // Journal of Genetics. 1935. Vol. 31, № 3. P. 363–378. doi: 10.1007/BF02982407
20. Годин В. Н. Половой полиморфизм *Ranunculus acris* (Ranunculaceae) в Московской области // Ботанический журнал. 2023. Т. 108, № 1. С. 13–22. doi: 10.31857/S0006813622120031
21. Cruden R.W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants // Evolution. 1977. Vol. 31, № 1. P. 32–46. doi: 10.1111/j.1558-5646.1977.tb00979.x
22. Пономарев А. Н. Изучение цветения и опыления растений // Полевая геоботаника. М. ; Л. : Наука, 1960. Т. 2. С. 9–19.
23. Sokal R. R., Rohlf F. J. Biometry: the principles and practice of statistics in biological research. New York : W. H. Freeman and Co, 2012. 937 p.
24. Harper J. L. Biological flora of the British Isles: *Ranunculus acris* L. (*Ranunculus acer* auct. plur.) // Journal of Ecology. 1957. Vol. 45, № 1. P. 289–314. doi: 10.2307/2257092

25. Osterbye U. Self-incompatibility in *Ranunculus acris* L. 1. Genetic interpretation and evolutionary aspects // *Hereditas*. 1975. Vol. 80, № 1. P. 91–112. doi: 10.1111/j.1601-5223.1975.tb01504.x

### References

1. Darwin Ch. *The Different Forms of Flowers on Plants on the Same Species*. London: J. Murray, 1877:352.
2. Godin V.N. Distribution of gynodioecy in the APG IV system. *Botanicheskiy zhurnal* = Botanical journal. 2019;104(5):345–356. (In Russ.). doi: 10.1134/S0006813619050053
3. Godin V.N. Distribution of gynodioecy in flowering plants. *Botanicheskiy zhurnal* = Botanical journal. 2020;105(3):236–252. (In Russ.). doi: 10.31857/S0006813620030023
4. Dem'yanova E.I. Distribution of gynodioecy in flowering plants. *Botanicheskiy zhurnal* = Botanical journal. 1985;70(10):1289–1301. (In Russ.)
5. Godin V.N., Dem'yanova E.I. On the distribution of gynodioecy in flowering plants. *Botanicheskiy zhurnal* = Botanical journal. 2013;98(12):1465–1487. (In Russ.)
6. Dem'yanova E.I. *Sexual polymorphism of flowering plants*. DSc abstract: 03.00.05. Moscow, 1990:36. (In Russ.)
7. Dem'yanova E.I. Studying the gynodioecy and thymes (*Thymus* L., Lamiaceae). *Vestnik Permskogo universiteta. Ser.: Biologiya* = Bulletin of Perm University. Series: Biology. 2016;(3):193–204. (In Russ.)
8. Godin V.N., Kuranova N.G., Sergeeva E.O. Peculiarities of flowering of *Prunella vulgaris* (Lamiaceae) in connection with gynodioecy. *Rastitel'nyy mir Aziatskoy Rossii* = Flora of Asian Russia. 2020;(1):32–39. (In Russ.). doi:10.21782/RMAR1995-2449-2020-1(32-39)
9. Godin V.N., Kuranova N.G., Akhmetgarieva L.R. The features of flowering of a gynodioecious species of *Ajuga reptans* (Lamiaceae) in Moscow region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* = University proceedings. Volga region. Natural sciences. 2020;(3):14–26. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-9150-2020-3-2
10. Knuth P. *Handbuch der Blütenbiologie*. Leipzig, 1898;Bd.II,T.I:697.
11. Antonova L.A. Seasonal and daily rhythm of flowering plants in a broad-leaved forest. *Ekologiya* = Ecology. 1972;(4):73–79. (In Russ.)
12. Antonova L.A. Antecology of early spring ephemeroids of a broad-leaved forest. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser.: Biologiya* = Bulletin of Leningrad State University. Series: Biology. 1973;(3):28–35. (In Russ.)
13. Antonova L.A. On the ecology of pollination of some spring plants of the forest-steppe Trans-Urals. *Biologicheskie nauki* = Biological sciences. 1982;(8):68–72. (In Russ.)
14. Kinderova H.H. *Biology and ecology of flowering and pollination of some members of the Ranunculaceae family*. PhD abstract: 03.00.05. Moscow, 1990:36. (In Russ.)
15. Vereshchagina V.A., Uskov N.N. Some data on the biology of reproduction of buttercup and Ural anemones. *Vestnik Permskogo universiteta. Ser.: Biologiya* = Bulletin of Perm University. Series: Biology. 2000;(2):32–39. (In Russ.)
16. Tsvelev N.N. *Ranunculus* L. *Flora Vostochnoy Evropy* = Flora of Eastern Europe. Saint Petersburg: Mir i sem'ya, 2001;10:100–158. (In Russ.)
17. Whitelegge T. Gyno-Dioecious Plants. *Nature*. 1878;18(466):588. doi: 10.1038/018588a0
18. Marsden-Jones E.M., Turrill W.B. Variations in sex expression in *Ranunculus*. *Nature*. 1929;123:798–799. doi: 10.1038/123798b0
19. Marsden-Jones E.M., Turrill W.B. Studies in *Ranunculus*. III. Further experiments concerning sex in *Ranunculus acris*. *Journal of Genetics*. 1935;31(3):363–378. doi: 10.1007/BF02982407

20. Godin V.N. Sexual polymorphism of *Ranunculus acris* (Ranunculaceae) in Moscow region. *Botanicheskij zhurnal* = Botanical journal. 2023;108(1):13–22. (In Russ.). doi: 10.31857/S0006813622120031
21. Cruden R.W. Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution*. 1977;31(1):32–46. doi: 10.1111/j.1558-5646.1977.tb00979.x
22. Ponomarev A.N. Studying the flowering and pollination of plants. *Polevaya geobotanika* = Field geobotany. Moscow; Leningrad: Nauka, 1960;2:9–19. (In Russ.)
23. Sokal R.R., Rohlf F.J. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. New York: W.H. Freeman and Co, 2012:937.
24. Harper J.L. Biological flora of the British Isles: *Ranunculus acris* L. (*Ranunculus acer* auct. plur.). *Journal of Ecology*. 1957;45(1):289–314. doi: 10.2307/2257092
25. Osterbye U. Self-incompatibility in *Ranunculus acris* L. 1. Genetic interpretation and evolutionary aspects. *Hereditas*. 1975;80(1):91–112. doi: 10.1111/j.1601-5223.1975.tb01504.x

#### Информация об авторах / Information about the authors

**Владимир Николаевич Годин**

доктор биологических наук, доцент,  
профессор кафедры ботаники,  
Московский педагогический  
государственный университет  
(Россия, г. Москва, ул. Кибальчича, 6,  
корп. 3)

E-mail: godinvn@yandex.ru

**Vladimir N. Godin**

Doctor of biological sciences,  
associate professor, professor  
of the sub-department of botany,  
Moscow Pedagogical State University  
(building 3, 6 Kibalchicha street,  
Moscow, Russia)

**Татьяна Валентиновна Архипова**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент кафедры ботаники,  
Московский педагогический  
государственный университет  
(Россия, г. Москва, ул. Кибальчича, 6,  
корп. 3)

E-mail: tata50509@mail.ru

**Tatiana V. Arkhipova**

Candidate of agricultural sciences,  
associate professor  
of the sub-department of botany,  
Moscow Pedagogical State University  
(building 3, 6 Kibalchicha street,  
Moscow, Russia)

**Юлия Андреевна Поняева**

студентка,  
Московский педагогический  
государственный университет  
(Россия, г. Москва, ул. Кибальчича, 6,  
корп. 3)

E-mail: jponyaeva@mail.ru

**Yuliya A. Ponyaeva**

Student,  
Moscow Pedagogical State University  
(building 3, 6 Kibalchicha street,  
Moscow, Russia)

**Виолетта Закировна Юсуфова**

кандидат биологических наук,  
доцент кафедры ботаники,  
Московский педагогический  
государственный университет  
(Россия, г. Москва, ул. Кибальчича, 6,  
корп. 3)

E-mail: violett88@mail.ru

**Violetta Z. Yusufova**

Candidate of biological sciences,  
associate professor  
of the sub-department of botany,  
Moscow Pedagogical State University  
(building 3, 6 Kibalchicha street,  
Moscow, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /  
The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию / Received 28.11.2023**

**Поступила после рецензирования и доработки / Revised 11.01.2024**

**Принята к публикации / Accepted 01.02.2024**