

ные качества *Penstemon digitalis* наиболее ярко проявились в конце прегенеративного и в генеративный периоды, на второй год жизни.

Список литературы

Баканова В. В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. Киев : Наук. думка, 1983. 156 с.

Былов В. Н., Агаджанян И. В., Вавилова Л. П. Цветочно-декоративные травянистые растения (краткие итоги интродукции). М. : Наука, 1983. 272 с.

Заугольнова Л. Б. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М.: Наука, 1988. 182 с.

Игнатьева И. П. Онтогенетический морфогенез вегетативных органов травянистых растений. М.: Наука, 1983.

Харченко Е. Д., Приходько С. Н. Пенстемон // Декоративные растения открытого и закрытого грунта. Киев : Наук. думка, 1985. С. 329–330.

Цицин Н. В. Интродукция и акклиматизация растений в СССР за 50 лет// Бюл. Гл. бот. сада АН СССР. 1968. Вып. 69. С. 3–9.

Ширева Л. К. Интродукция парковых многолетников в Молдавии. Кишинев : Штиинца, 1986. С. 115.

УДК 581.543.6:581.48:631.531(031)

СЕМЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ *PULSATILLA PATENS* (L.) MILL.
И *PULSATILLA PRATENSIS* (L.) MILL.

**О. В. Косюкова, Ю. А. Демочко,
Н. А. Петрова, И. В. Шилова**

Учебно-научный центр «Ботанический сад» СГУ,
410012, Саратов, ул. Академика Навашина, 1
E-mail: Nasch-1@yandex.ru

В статье приводятся результаты лабораторных исследований семян прострела раскрытого и прострела лугового. Установлена семенная продуктивность, масса 1000 семян и всхожесть семян прострелов, собранных в природных популяциях, а также с коллекционных растений УНЦ «Ботанический сад».

Ключевые слова: *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., семенная продуктивность, всхожесть, энергия прорастания.

SEED REPRODUCTION *PULSATILLA PATENS* (L.) MILL.
AND *PULSATILLA PRATENSIS* (L.) MILL.

O. V. Kosyukova, Yu. A. Demochko,
N. A. Petrova, I. V. Schilova

In article results of the laboratory studies *Pulsatilla patens* (L.) Mill. seeds and *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. is reported. Installed seed productivity, weight of 1000 seeds and germinating capacity of seeds shots collected in natural populations, as well as with the collection of plants of the Botanical garden.

Key words: *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., seed productivity, germination of seeds, energy of germination.

Прострелы – травянистые многолетники с одиночными яркоокрашенными цветками, произрастающие преимущественно в умеренной зоне северного полушария. Встречаются в разреженных сосновых лесах, на сухих склонах, опушках, песчаных холмах (Флора..., 1937).

Pulsatilla pratensis (L.) Mill. – вертикальнокорневищный вегетативно неподвижный травянистый многолетник высотой 7–45 см (Флора..., 1937). Ареал – европейская часть России, Украина, Молдавия, Прибалтика, восток Атлантической и Средней Европы, юг Скандинавии (Красная..., 2006). В Саратовской области встречается в Правобережье нередко, в Левобережье изредка. Произрастает на степных склонах, по лесным опушкам, часто на песках (Еленевский и др., 2009).

Pulsatilla patens (L.) Mill. – многолетнее растение 7–40 см высотой, с коротким вертикальным корневищем и розеткой прикорневых листьев. Произрастает в степях, на опушках, в светлых лесах. Ареал – европейская часть России (кроме юга Нижнего Поволжья), Западная Сибирь, Украина (кроме Крыма), Средняя Европа и Скандинавия (Красная..., 2006). В Саратовской области встречается в Правобережье обыкновенно, в Левобережье изредка (Еленевский и др., 2009).

Прострел луговой и прострел раскрытый занесены в Красную книгу Саратовской области со статусом 2 (V) – уязвимый вид (Красная..., 2006). Кроме того, *Pulsatilla pratensis* занесен в Красную книгу Российской Федерации и имеет статус 3б – редкий вид (Красная..., 2008). Лимитирующими факторами для обоих видов являются отсутствие соответствующих местообитаний, биологические особенности вида, сбор населением как декоративного и лекарственного растения (Красная..., 2006).

Успех семенного размножения является важной составляющей стабильного существования популяций вегетативно неподвижных видов растений. В связи с этим изучение особенностей семенного размножения данных растений представляет большой интерес.

Целью работы было изучение особенностей семенного размножения прострелов раскрытого и лугового. Определялась семенная продуктивность, масса 1000 семян, исследовались в лабораторных условиях особенности прорастания семян.

Материал и методика

На коллекционном участке прострел раскрытый и прострел луговой выращиваются с 1970-х гг. В интродукционных условиях эти виды проходят полный цикл развития и дают полноценные семена.

Материалом послужили семена, собранные в 2013 г. в природных ценопопуляциях прострелов на территории Саратовской области и на коллекционном участке отдела флоры и растительности Учебно-научного центра «Ботанический сад» Саратовского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского.

Популяции прострела лугового и прострела раскрытого в Татищевском районе расположены в окрестностях с. Новоскатовка, на опушке сосново-дубового леса на пологом склоне балки юго-юго-восточной экспозиции. В Красноармейском районе популяция прострела лугового расположена в окрестностях с. Садовое, на крутых песчаных склонах юго-западной и восточной экспозиции.

Общее количество семян (потенциальная семенная продуктивность) и количество выполненных семян (реальная семенная продуктивность) определялось в среднем для одного плода. Для этого было взято по 1 плоду с 30 растений. Кроме того, учитывалось количество плодов на одном растении. Путём пересчёта среднего количества семян в одном плоде на среднее количество плодов на растении определяли семенную продуктивность одного куста.

Для определения массы 1000 семян отбирали 10 проб по 100 шт., взвешивали и пересчитывали на 1000 шт.

Нами изучались особенности прорастания семян при воздействии различных факторов:

- стратификация в течение 2 месяцев при температуре 5° С;
- обработка стимулятором роста ЭПИН (эпибрассинолид, концентрация активного вещества составляет 0,25 мг/мл), семена замачивались в 0.01% растворе ЭПИНа на 2 ч, после чего тщательно промывались);
- оксигенация (воздействие активным кислородом) при помощи 3%-ного раствора перекиси водорода (H_2O_2) совместно с 0.01%-ным раствором перманганата калия ($KMnO_4$) в течение 3 мин.

Контрольная партия семян, так же как и семена, после указанных обработок, проращивалась в комнатных условиях на свету при температуре 22–25° С.

Согласно общепринятой методике определяли: продолжительность периода от момента закладки семян на проращивание до начала их прорастания; срок учета энергии прорастания (минимальное время, за которое прорастает большая часть семян); срок, за который прорастают все семена в пробе, способные прорасти; величину энергии прорастания и всхожесть семян (Методы..., 2007). Семена проращивали в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге.

Результаты и их обсуждение

В результате изучения выяснилось, что в плодах прострела раскрытого, культивируемого в Ботаническом саду, заложилось от 181 до 252 семяпочек (табл. 1). Количество выполненных семян колебалось от 122 до 211 и в среднем составило 170 шт. Доля выполненных семян достигала 73%. По сравнению с ранее полученными с коллекционного материала данными (Панин, Худякова, 1999) наши показатели выше, что, вероятно, связано с большим количеством осадков в 2013 г. Реальная семенная продуктивность в пересчете на один куст (в среднем – 13 побегов) составила 2244 шт. семян. Эти показатели у семян, собранных в естественной популяции из Татищевского района, были значительно ниже: в плодах заложилось от 62 до 233 семяпочек. Количество выполненных семян колебалось от 15 до 147. Доля выполненных семян составила лишь 46%. Реальная семенная продуктивность в пересчете на один куст (в среднем – 4 побега) была почти в 10 раз ниже, чем у коллекционных растений, и составила 248 шт. семян.

Таблица 1

Семенная продуктивность прострела раскрытого и прострела лугового

Место сбора семян	Количество семязачат- ков на 1 плод, шт.	Количество выполненных семян на 1 плод		Количество выполненных семян на 1 растение, шт.
		шт.	%	
<i>Pulsatilla patens</i>				
Ботанический сад	$\frac{231 \pm 0,01^*}{181 - 252}$	$\frac{170 \pm 0,03}{122 - 211}$	73	2244
Татищевский р-н	$\frac{136 \pm 0,02}{62 - 233}$	$\frac{62 \pm 0,01}{15 - 147}$	46	248
<i>Pulsatilla pratensis</i>				
Ботанический сад	$\frac{251 \pm 0,03}{162 - 292}$	$\frac{205 \pm 0,02}{142 - 244}$	82	6355
Татищевский р-н	$\frac{162 \pm 0,01}{115 - 261}$	$\frac{98 \pm 0,01}{9 - 212}$	60	372
Красноармейский р-н	$\frac{143 \pm 0,03}{97 - 222}$	$\frac{70 \pm 0,02}{16 - 114}$	48	273

Примечание. В табл. 1 и табл. 2: в числителе – средняя арифметическая величина и ошибка средней, в знаменателе – минимальное и максимальное значения.

В плодах прострела лугового на коллекционном участке Ботанического сада закладывалось от 162 до 292 семяпочек, в среднем – 251 семязачаток. Количество выполненных семян составляло от 142 до 244 (в среднем – 205) шт. Доля выполненных семян достигла 82%. Эти показатели значительно выше по сравнению с данными, полученными в предыдущие годы (Панин, Худякова, 1999). Реальная семенная продуктивность в пересчете на один куст (31 побег) составила 6355 шт. семян.

У растений из природной популяции в Татищевском районе в плодах закладывалось от 115 до 261 (в среднем – 162) семяпочки, а доля выполненных семян составила 60%. Реальная семенная продуктивность в пересчете на один куст (примерно 4 побега) составила 372 семени, что в 17 раз ниже, чем у коллекционных растений. Самые низкие показатели семенной продуктивности наблюдались у растений из Красноармейского района: заложилось в среднем 143 семяпочки, а доля выполненных семян составляла только 48%. Реальная семенная продуктивность в пересчете на один куст (4 побега) составила 273 семени, что ниже, чем в коллекции в 23 раза.

Важным показателем выполненности семян является масса 1000 семян (Методы..., 2007). Как видно из табл. 2, масса 1000 семян у растений прострела раскрытого из Ботанического сада составила в среднем 2,27 г, что значительно выше, чем у растений из природной популяций (1,78 г).

Максимальный показатель массы 1000 шт. семян прострела лугового наблюдался у коллекционных растений (2,70 г), минимальный – у растений, собранных в Красноармейском районе (1,89 г).

Таблица 2

Масса 1000 семян прострела раскрытого и прострела лугового

Место сбора семян	Масса 1000 шт. семян, г
<i>Pulsatilla patens</i>	
Ботанический сад	$2,27 \pm 0,01$ 2,23 – 2,31
Татищевский р-н	$1,78 \pm 0,02$ 1,69 – 1,84
<i>Pulsatilla pratensis</i>	
Ботанический сад	$2,70 \pm 0,02$ 2,41 – 2,90
Татищевский р-н	$1,99 \pm 0,01$ 1,69 – 2,10
Красноармейский р-н	$1,89 \pm 0,04$ 1,71 – 1,95

Превосходство показателей семенной продуктивности и массы 1000 шт. семян коллекционных растений над таковыми показателями у растений из природных популяций связано со следующими объективными факторами. На коллекционном участке растения, кроме атмосферных осадков, получают регулярный полив и выращиваются на довольно питательной почве в отличие от природных популяций, произрастающих практически на песке.

Значительное снижение семенной продуктивности и массы 1000 шт. семян у прострела лугового при продвижении от более северного (Татищевского) района к южному (Красноармейскому) району области, вероятно, связано с природными факторами. В этом направлении уменьшается количество осадков (Эколого-ресурсный..., 1996), к тому же ухудшение условий увлажнения в соответствующих экотопах вызвано их топографическим положением (в Татищевском районе – на пологом склоне на опушке леса, в Красноармейском – на открытых крутых склонах).

Особенности прорастания семян прострела раскрытого представлены в табл. 3.

Таблица 3

Особенности прорастания семян прострела раскрытого в зависимости от места сбора и условий проращивания

Место сбора семян	Вид обработки семян	Период до начала прорастания, дни	Срок учёта энергии прорастания, дни	Продолжительность прорастания, дни	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Ботанический сад	Контроль	12	2	15	54	89
	Стратификация	5	3	11	49	72
	ЭПИН	10	2	9	93	98
	Оксигенация	12	2	10	38	94
Татищевский р-н	Контроль	10	3	14	51	87
	Стратификация	11	2	10	23	48
	ЭПИН	9	1	12	69	87
	Оксигенация	10	1	9	41	52

Период с момента закладки семян до начала их прорастания продолжался от 9 до 12 дней. Лишь у стратифицированных семян коллекционных растений этот период сократился до 5 дней. Срок учёта энергии прорастания составил 1–3 дня, причём уменьшение данного периода наблюдалось в результате воздействия ЭПИНа и после оксигенации. Продолжительность прорастания семян в контроле составила 14–15 дней. Воздействие всех применённых факторов вело к заметному сокращению продолжительности прорастания (до 9–12 дней).

Энергия прорастания семян коллекционных растений в контроле не очень высока (54%). Стратификация и оксигенация понизили её ещё в большей или меньшей степени, а действие ЭПИНа повысило энергию почти в 2 раза – до 93%. У семян, собранных в природе, прослеживаются те же закономерности при более низких значениях энергии прорастания.

Всхожесть была примерно одинаковой у семян коллекционных растений и растений из природы, причём довольно высокой без каких-либо воздействий. Оксигенация и обработка ЭПИНа несколько повысили всхожесть семян коллекционных растений. Стратификация понизила

всхожесть, особенно заметно – у семян из природы. Также негативно на всхожести семян дикорастущих растений сказалось действие оксигенации.

Данные по прорастанию семян прострела лугового представлены в табл. 4. Как и следовало ожидать, исходя из вышеизложенного о массе семян, наибольшей всхожестью и энергией прорастания отличались семена, собранные с коллекционных растений ботанического сада.

Таблица 4

Особенности прорастания семян прострела лугового в зависимости от места сбора и условий проращивания

Место сбора семян	Вид обработки семян	Период до начала прорастания, дни	Срок учета энергии прорастания, дни	Продолжительность прорастания, дни	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Ботанический сад	Контроль	10	3	17	66	71
	Стратификация	5	3	16	54	57
	ЭПИН	10	2	14	92	96
	Оксигенация	12	4	11	62	97
Татищевский р-н	Контроль	13	2	11	15	35
	Стратификация	11	2	18	29	41
	ЭПИН	9	2	11	15	35
	Оксигенация	9	3	14	53	83
Красноармейский р-н	Контроль	13	2	11	12	20
	Стратификация	13	2	20	14	35
	ЭПИН	9	3	28	15	44
	Оксигенация	9	1	28	38	41

Из табл. 4 видно, что период до начала прорастания семян колебался в основном от 9 до 13 дней (в среднем занимал 11 дней). Семена коллекционных растений начинали прорастать быстрее семян растений из природных популяций, к тому же стратификация сокращала этот период у семян коллекционных растений до 5 дней. На ускорение прорастания семян из природных популяций более действенное влияние оказали ЭПИН и оксигенация.

Срок учёта энергии прорастания составлял от 1 до 4 дней, причём действие применённых факторов неоднозначно: один и тот же фактор на

семена из одной пробы действовал как сокращающий, на семена из другой пробы – как удлиняющий срок учёта энергии прорастания.

Продолжительность прорастания в контроле у семян коллекционных растений была почти вдвое большей, чем у семян из природных популяций. Воздействие разными факторами на семена коллекционных растений сокращало продолжительность прорастания, а на семена растений природных популяций в большинстве случаев удлиняло этот период.

Энергия прорастания и всхожесть семян коллекционных растений в контроле были значительно (энергия – более чем в 4–5 раз, а всхожесть – 2–3,5 раза) выше, чем у семян из природных популяций. При этом самые низкие показатели имели семена, собранные в Красноармейском районе, т.е. в экотопе с наименьшим увлажнением, как указывалось выше.

Стратификация понижала энергию прорастания и всхожесть семян коллекционных растений и несколько повышала эти показатели у семян из природных популяций. Действие ЭПИНа и оксигенация заметно увеличили энергию и всхожесть семян коллекционных растений и семян растений из Красноармейского района. На семена растений из Татищевского района весьма положительно подействовала оксигенация, но не подействовал ЭПИН. Семена прострела лугового, собранные в Татищевском районе, по сравнению с семенами из Красноармейского района имели более высокие энергию прорастания и всхожесть при всех условиях проращивания.

Заключение

Таким образом, семена прострелов с коллекционного участка имели большую потенциальную (п. раскрытый – 231 шт., п. луговой – 251 шт. в одном плоде) и реальную (п. раскрытый – 170 шт., 73%; п. луговой – 205 шт. в одном плоде, 82%) семенную продуктивность, массу 1000 шт. семян (п. раскрытый – 2.27 г, п. луговой – 2.70 г) и лучшие показатели всхожести (энергия: п. раскрытый – 54%, п. луговой – 66%; всхожесть: п. раскрытый – 89%, п. луговой – 71%) по сравнению с семенами из природных популяций.

Семенная продуктивность прострелов составила: п. раскрытый – от 248 шт. (в природной популяции) до 2244 шт. (в условиях коллекционного участка); п. луговой – от 273–372 шт. (в природных популяциях) до 6355 шт. семян с одного растения (в условиях коллекционного участка).

Продуктивность, масса 1000 шт. семян и энергия прорастания были выше у прострела лугового, а всхожесть – у прострела раскрытого. Видимо, снижение одних показателей компенсируется повышением других.

Количество и качество выполненных семян снижались у растений, произрастающих в природных экотопах, менее обеспеченных влагой и питательными веществами, по сравнению с коллекционным участком.

Снижение этих показателей наблюдалось в более южном районе области (Красноармейском), отличающемся более аридными условиями, по сравнению с таковыми показателями у растений из более северного района (Татищевского).

Обработка ЭПИНОм и оксигенация ускоряли прорастание семян и гарантированно повышали всхожесть и энергию прорастания семян изученных видов прострелов.

Список литературы

Еленевский А. Г., Буланый Ю. И., Радыгина В. И. Определитель сосудистых растений Саратовской области. Саратов : Изд-во «ИП Баженов», 2009. 248 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Товарищество науч. изданий КМК, 2008. 855 с.

Красная книга Саратовской области : Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Комитет охраны окружающей среды и природопользования Саратов. обл. Саратов : Изд-во Торг.-пром. палаты Саратов. обл., 2006. 528 с.

Панин А. В., Худякова Л. П. Семенная продуктивность *Pulsatilla patens* (L.) Mill. и *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. в условиях города Саратова // Репродуктивная биология редких исчезающих видов растений : тез. докл. Всерос. науч. конф. Сыктывкар, 1999. 124 с.

Шилова И. В., Панин А. В., Кашин А. С., Мажурчак Н. В., Бердников А. В., Соловьёва М. В. Методы интродукционного изучения лекарственных растений : учеб.-метод. пособие для студентов биол. фак. Саратов : ИЦ «Наука», 2007. 45 с.

Эколого-ресурсный атлас Саратовской области. Саратов : Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Саратовской области, 1996. Прил. 3.

Юзепчук С.В. Род 528. Прострел – *Pulsatilla* Adans. // Флора СССР . Т. 7. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1937. С. 285–307.