



ская 68) %, тогда как абсолютная длина варьировала от 365 (Саратовская 52) до 569 (Саратовская 36) мм (см. таблицу).

#### Список литературы

1. Морозова З. А. Основные закономерности морфогенеза пшеницы и их значение для селекции. М.: МГУ, 1986. 164 с.
2. Степанов С. А., Танайлова Е. А., Горюнов А. А. Развитие листьев зародыша зерновок яровой пшеницы // Вестн. СГАУ. 2008. № 8. С.29–32.
3. Степанов С. А., Коробко В. В., Даишоян Ю. В. Трансформация межметамерных отношений в онтогенезе побега пшеницы // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2005. Т. 5, вып. 2. С. 33–36.
4. Patrick J. W. Vascular system of the stem of the wheat plant. 2. Development // Austral. J. Bot. 1972. Vol. 20, № 1. P. 65–78.
5. Евдокимова О. А., Кумаков В. А. Сортовые особенности накопления и распределения сухого вещества в растениях яровой мягкой пшеницы // Сельскохозяйственная биология. 2002. № 5. С. 32–42.
6. Кумаков В. А. Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы. М.: Агропромиздат, 1985. 270 с.
7. Williams R. F. The shoot apex and leaf growth: a study in quantitative biology. L., ; N.Y.: Camb. Univ. Press., 1975. 256 p.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
9. Kaufman P. B. Development of the shoot of *Oryza sativa* L. 2. Leaf histogenesis // Phytomorphology. 1959. Vol. 9. P. 277–286.
10. Светлов П. Г. Физиология (механика) развития. Л.: Наука, 1978. Т. 1. 254 с.
11. Батыгин Н. Ф. Онтогенез высших растений. М.: Агропромиздат, 1986. 100 с.
12. Ковалев А. Г., Обручева Н. В. Клеточный анализ S-кривой роста корня. Особенности деления и растяжения клеток в корнях конского каштана // Онтогенез. 1977. Т. 8, № 4. С. 397–404.
13. Ордина Н. А. О методике изучения меристематической деятельности // Доклады АН СССР. 1952. Т. 84, № 4. С. 825–828.

УДК 58.02+582.67

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОСТРЕЛА РАСКРЫТОГО И ПРОСТРЕЛА ЛУГОВОГО

О. В. Косюкова<sup>1</sup>, Н. А. Петрова<sup>2</sup>, М. В. Степанов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Саратовский государственный университет

<sup>2</sup>Учебно-научный центр «Ботанический сад»

Саратовского государственного университета

E-mail: Nasch-1@yandex.ru

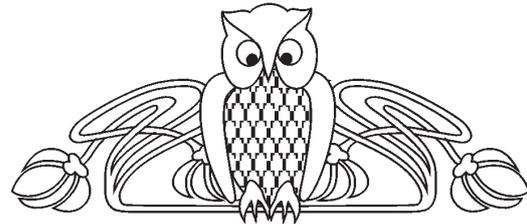
Показан высокий уровень изменчивости таких признаков, как число генеративных побегов и число листьев в розетке прострелов лугового и раскрытого на территории Саратовской области в естественных условиях и в коллекции УНЦ «Ботанический сад» Саратовского государственного университета. Более постоянными являются параметры цветка. Наибольшие показатели отмечены у культивируемых растений. Особи исследуемых растений лучше развиваются на каменистых бескарбонатных почвах по сравнению с песчаными.

**Ключевые слова:** прострел раскрытый, прострел луговой, морфологические параметры, изменчивость.

#### Variability of Some Morphological Parameters of Plants in Populations of *Pulsatilla Patens* and *Pulsatilla Pratensis*

O. V. Kosjukova, N. A. Petrova, M. V. Stepanov

High level of variability of characteristics such as the number of generative shoots and the number of leaves in rosette *Pulsatilla*



*pratensis* and *Pulsatilla patens* in the Saratov region in vivo and in the collection of the «Botanical Garden» of Saratov State University shown. Flower characteristics are more permanent. Highest rates were observed for cultivated plants. Plants develop better stony non carbonate soils compared with sandy.

**Key words:** *Pulsatilla patens*, *Pulsatilla pratensis*, morphological parameters, variability.

В Саратовской области обитают два вида прострелов – раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill) и луговой (*P. pratensis* (L.)). Оба они обыкновенны в Правобережье области, в Левобережье встречаются изредка. Также в области встречается стерильный гибрид – прострел Юзепчука (*P. juzepeczukii* Tzvel) [1]. Оба вида занесены в Красную книгу Саратовской области и имеют статус 2 (V) – уязвимый вид [2]. Кроме



того, *P. pratensis* (L.) Mill занесен в Красную книгу Российской Федерации и имеет статус 3б – редкий вид [3]. Сокращение численности этих видов в Саратовской области связано по-видимому с трансформацией соответствующих местообитаний и неконтролируемым сбором населением.

*Pulsatilla patens* (L.) Mill – вертикальнокорневищный вегетативно неподвижный травянистый многолетник высотой 7–45 см. Корневище мощное, вертикальное, темно-коричневое, многоглавое. Все растение опушенное. Прикорневые листья длинночерешковые, появляются после цветения, округло-сердцевидные, трижды рассеченные. Цветоносы прямые, цветки крупные, поникающие, позднее прямостоячие. Околоцветник простой, из шести сине-фиолетовых листочков. Плод – многоорешек. Цветет в апреле – мае, повторно – в конце сентября – октябре. Обитает в степях, светлых лесах, на опушках. Ареал – европейская часть России (кроме юга Нижнего Поволжья), Западная Сибирь, Украина (кроме Крыма), Средняя Европа и Скандинавия [4]. Прострел раскрытый является ксеромезофитом и олиготрофом [5].

*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill – вертикальнокорневищный вегетативно неподвижный травянистый многолетник высотой 7–45 см. Прикорневые листья черешковые, опушенные, широкояйцевидные, перисторассеченные, появляются одновременно с цветками или после цветения. Цветки бледно-лиловые, реже красноватые, околоцветник простой, колокольчатый, из шести листочков. Плод – многоорешек. Цветет в апреле – июне, изредка вторично – осенью. Растение сильно ядовитое. Обитает на степных склонах, по лесным опушкам, часто на песках [4]. Ареал – европейская часть России, Украина, Молдавия, Прибалтика, восток Атлантической и Средней Европы, юг Скандинавии [1, 4].

Оба вида являются весьма декоративными. В коллекции УНЦ «Ботанический сад» Саратовского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского (далее – Ботанический сад) растения этих видов успешно выращиваются и проходят полный цикл развития, давая жизнеспособные семена [6].

Целью данного исследования было изучение изменчивости морфологических параметров особей *Pulsatilla patens* (L.) Mill и *P. pratensis* (L.) Mill в Правобережье Саратовской области в их естественных местообитаниях и в условиях культуры.

## Материалы и методы

Исследования проводились в Татищевском и Красноармейском районах Саратовской области, в окр. г. Саратова – лесопарке «Кумысная поляна» (далее – Кумысная поляна) и на коллекционном участке Ботанического сада в полевой сезон 2013 г. Всего исследовано пять природных популяций. На коллекционном участке Ботанического сада изученные образцы прострела раскрытого выращиваются с 1967 г., лугового – с 2010 г.

Для оценки изменчивости морфологических параметров случайным образом выбирали 30 особей генеративного возрастного состояния. За особь у прострелов принимали растения семенного происхождения – раметы [7, 8]. В связи с охранным статусом видов все измерения проводили на месте, исключая повреждение и уничтожение растений. Измерения проводили в период массового цветения растений. У исследованных особей измеряли следующие параметры: высоту растения, число генеративных побегов, длину цветоножки, длину побега, высоту цветка, диаметр цветка, длину лепестка, ширину лепестка, число листьев, длину листа, ширину листа. Для оценки состояния растений весь диапазон каждого признака организма разбивался на пять классов с одинаковым объемом в линейной шкале. Затем каждому классу присваивался балл. Наименьший балл соответствовал худшему состоянию организма [8]. Перевод значений признаков в шкалу баллов проведен по методике Г. Н. Зайцева [9].

Статистическую обработку результатов измерения проводили с использованием программы Statistica 6.0. Для каждого параметра определяли среднее арифметическое ( $\bar{x}$ ), ошибку среднего арифметического ( $S_{\bar{x}}$ ), среднее квадратическое отклонение ( $\delta$ ), лимиты (максимум и минимум), коэффициент вариации ( $V$ , %) [10]. Результаты достоверны с вероятностью 95%.

При описании почв учитывались региональные особенности Саратовской области [11].

## Результаты и их обсуждение

Характеристика естественных местообитаний прострелов приведена в табл. 1.

Развитие особей растений во многом определяется особенностями эколого-ценотической обстановки [9]. Результаты измерения морфологических параметров прострела раскрытого представлены в табл. 2.



Таблица 1

**Характеристика естественных местообитаний прострелов**

Местонахождение	Название ассоциации	Общее проективное покрытие, %	Почва	Положение в рельефе	Угол склона, градус
Прострел раскрытый					
Кумысная поляна	Полынно-злаковая	50–70	Каменистая бескарбонатная	Северо-западный склон	25
Окр. с. Новоскатовки Татищевского р-на	Разнотравно-злаковая	80	Песчаная	Западный склон	5
Прострел луговой					
Кумысная поляна	Полынно-злаковая	50	Каменистая бескарбонатная	Плакор	0
Окр. с. Новоскатовки Татищевского р-на	Разнотравная	20	Песчаная	Западный склон	2–5
Окр. с. Садового Красноармейского р-на	Злаково-простреловая	20	Песчаная	Юго-западный склон	45

Таблица 2

**Морфологические параметры прострела раскрытого**

Морфологический параметр	Местонахождение		
	Ботанический сад	Кумысная поляна	Татищевский р-н
Высота растения, см	$\frac{30,45 \pm 1,04}{14,1-40,5}$	$\frac{27,3 \pm 0,76}{29-40}$	$\frac{16,52 \pm 0,67}{4,5-23}$
Число генеративных побегов, шт	$\frac{13,24 \pm 2,01}{2-56}$	$\frac{8,73 \pm 0,79}{1-21}$	$\frac{4,05 \pm 0,65}{1-21}$
Длина цветоножки, см	$\frac{10,01 \pm 0,31}{2,1-10,5}$	$\frac{9,05 \pm 0,44}{2,2-13,1}$	$\frac{4,64 \pm 0,21}{2-8,4}$
Длина побега, см	$\frac{18,10 \pm 0,66}{11,6-25,2}$	$\frac{15,28 \pm 0,48}{9,4-21,4}$	$\frac{9,33 \pm 0,41}{3,4-16}$
Высота цветка, см	$\frac{3,57 \pm 0,05}{3,1-4,3}$	$\frac{3,04 \pm 0,12}{2,9-5,1}$	$\frac{3,35 \pm 0,12}{2-5,2}$
Диаметр цветка, см	$\frac{3,38 \pm 0,12}{1,9-5}$	$\frac{3,17 \pm 0,05}{2,5-3,8}$	$\frac{3,74 \pm 0,06}{3,2-5,5}$
Длина лепестка, см	$\frac{4,21 \pm 0,06}{3,3-5,1}$	$\frac{4,15 \pm 0,13}{3,4-5,5}$	$\frac{3,92 \pm 0,13}{1,6-5,9}$
Ширина лепестка, см	$\frac{1,92 \pm 0,03}{1,5-2,3}$	$\frac{1,82 \pm 0,03}{1,4-2,2}$	$\frac{1,50 \pm 0,02}{1,2-1,7}$
Число листьев в розетке, шт.	$\frac{71,0 \pm 0,12}{16-192}$	$\frac{48,83 \pm 0,05}{11-99}$	$\frac{47,07 \pm 0,14}{9-130}$
Длина листа, см	$\frac{27,75 \pm 0,82}{15,5-34,2}$	$\frac{23,68 \pm 0,91}{11,3-33,5}$	$\frac{21,36 \pm 0,65}{13,0-28,0}$
Ширина листа, см	$\frac{13,08 \pm 0,38}{8,5-16,9}$	$\frac{10,82 \pm 0,45}{4,5-16,5}$	$\frac{8,82 \pm 0,23}{5,5-12,0}$

Примечание. Здесь и далее в таблицах в числителе – средние значения и ошибка среднего арифметического, в знаменателе – лимиты (максимум и минимум).

Среднее значение высоты растений было наибольшим у особей, выращенных в Ботаническом саду. Почти в два раза ниже этот показатель у растений, произрастающих на песчаных

почвах из Татищевского района. Промежуточное положение занимают особи, изученные на каменистых бескарбонатных почвах Кумысной поляны. Средние значения длины и ширины



листа наибольшие у особей из Ботанического сада, наименьшие – у растений из Татищевского района. Число генеративных побегов у растений из Ботанического сада более чем в три раза превышает данный параметр у растений из Татищевского района, прострел раскрытый из Кумысной поляны по количеству генеративных побегов занимает промежуточное положение. Длина цветоножки и длина побега наибольшие также в Ботаническом саду, наименьшие – в Татищевском районе. В исследованных популяциях различие средних значений таких парамет-

ров, как высота цветка, диаметр цветка, длина и ширина лепестка несущественно.

На внутривидовом уровне наиболее сильно варьируют такие признаки, как количество генеративных побегов ( $V$  от 56 до 99%), количество листьев в розетке ( $V$  от 49 до 72%). Наименьшая вариабельность характерна для таких параметров, как длина лепестка ( $V$  от 10 до 20%), ширина лепестка ( $V$  от 11 до 12%).

Аналогичная изменчивость морфологических параметров наблюдается у прострела лугового (табл. 3).

Таблица 3

**Морфологические параметры прострела лугового**

Морфологический параметр	Местонахождение			
	Ботанический сад	Кумысная поляна	Татищевский р-н	Красноармейский р-н
Высота растения, см	$31,24 \pm 0,72$ 20,1–36,5	$26,43 \pm 0,54$ 21,3–31,6	$10,85 \pm 0,63$ 9–15	$17,35 \pm 0,86$ 8–24
Число генеративных побегов, шт.	$31,03 \pm 2,93$ 2–81	$8,73 \pm 0,99$ 2–27	$4,05 \pm 0,65$ 1–11	$2,70 \pm 0,33$ 1–6
Длина цветоножки, см	$5,11 \pm 0,43$ 1,5–13,9	$6,60 \pm 0,39$ 3,9–13,4	$4,64 \pm 0,21$ 2,0–4,2	$6,77 \pm 0,91$ 0,7–14,0
Длина побега, см	$15,76 \pm 0,35$ 10,1–19,2	$12,77 \pm 0,48$ 9,2–17,2	$9,33 \pm 0,41$ 3,0–11,0	$10,49 \pm 0,56$ 4,5–15,5
Высота цветка, см	$3,17 \pm 0,05$ 2,2–3,5	$3,16 \pm 0,04$ 2,8–3,6	$3,35 \pm 0,12$ 2,0–3,4	$2,50 \pm 0,61$ 1,8–3,0
Диаметр цветка, см	$3,81 \pm 0,06$ 2,9–4,2	$3,82 \pm 0,07$ 2,5–4,5	$3,74 \pm 0,06$ 3,1–4,2	$3,17 \pm 0,09$ 2,5–4,0
Длина лепестка, см	$3,49 \pm 0,03$ 3,1–3,9	$3,48 \pm 0,03$ 3,1–3,9	$3,92 \pm 0,13$ 2,6–4,5	$2,8 \pm 0,06$ 2,1–3,0
Ширина лепестка, см	$1,66 \pm 0,03$ 1,3–2,0	$1,68 \pm 0,03$ 1,3–2,1	$1,50 \pm 0,02$ 0,7–1,9	$1,27 \pm 0,04$ 1,0–1,6
Число листьев в розетке, шт.	$88,75 \pm 0,16$ 19–158	$18,24 \pm 0,89$ 3–62	$16,54 \pm 1,99$ 3–53	$6,45 \pm 0,65$ 2–15
Длина листа, см	$31,87 \pm 0,52$ 19,2–35,6	$26,57 \pm 0,86$ 14,2–34,5	$26,05 \pm 0,94$ 13,0–37,0	$8,38 \pm 0,56$ 5,0–14,0
Ширина листа, см	$15,11 \pm 0,41$ 9,0–18,0	$12,03 \pm 0,03$ 7,0–15,8	$11,17 \pm 0,34$ 6,0–14,5	$4,71 \pm 0,22$ 3,5–6,0

Среднее значение высоты растений, выращенных в культуре, в два – три раза выше растений из естественных местообитаний. Количество генеративных побегов и количество листьев в розетке наибольшее в Ботаническом саду, а наименьшее у растений из Красноармейского района. Средние значения таких морфологических параметров, как длина цветоножки, высота цветка, диаметр цветка, длина и ширина лепестка, во всех исследованных популяциях отличаются незначительно. Длина побега наибольшая в Ботаническом саду, наименьшая – в

Татищевском районе. Наибольшими показателями длины и ширины листа обладают растения из Ботанического сада, средние значения – у растений Кумысной поляны и Татищевского района, наименьшими – из Красноармейского района.

Очень высокий уровень изменчивости на внутривидовом уровне наблюдается у таких признаков, как количество генеративных побегов ( $V$  от 55 до 99%), количество листьев в розетке ( $V$  от 40 до 74%). Наиболее постоянными являются размеры цветка: высота



( $V$  от 8 до 23 %), диаметр ( $V$  от 11 до 14%), длина лепестка ( $V$  от 6 до 21%) и ширина лепестка ( $V$  от 11 до 14%).

Для наглядного отображения степени развития морфологических параметров использовали лепестковые диаграммы (рис. 1, 2).

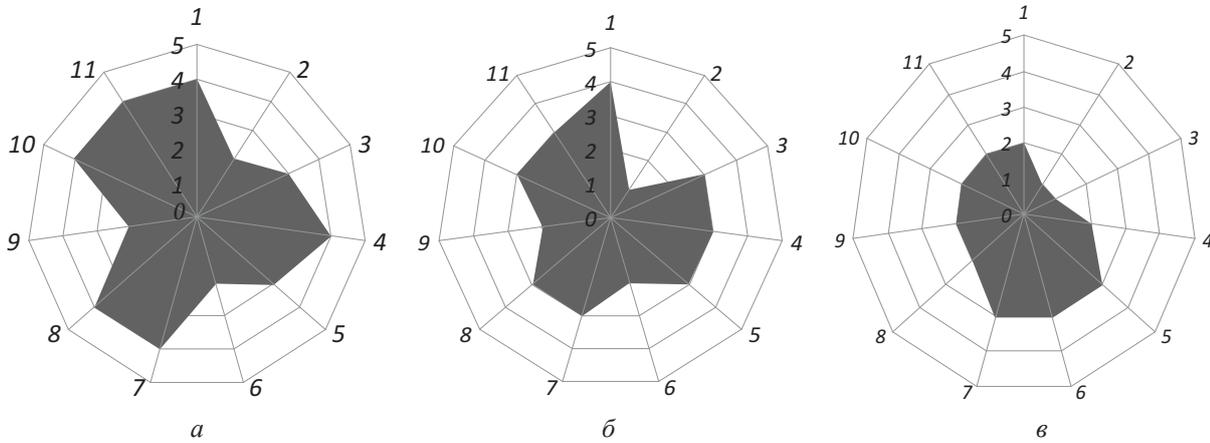


Рис. 1. Морфологические параметры проростка раскрытого (в баллах): *а* – Ботанический сад, *б* – Кумысная поляна, *в* – Татищевский р-н. Признаки: 1 – высота растения; 2 – число генеративных побегов; 3 – длина цветоножки; 4 – длина побега; 5 – высота цветка; 6 – диаметр цветка; 7 – длина лепестка; 8 – ширина лепестка; 9 – число листьев; 10 – длина листа; 11 – ширина листа

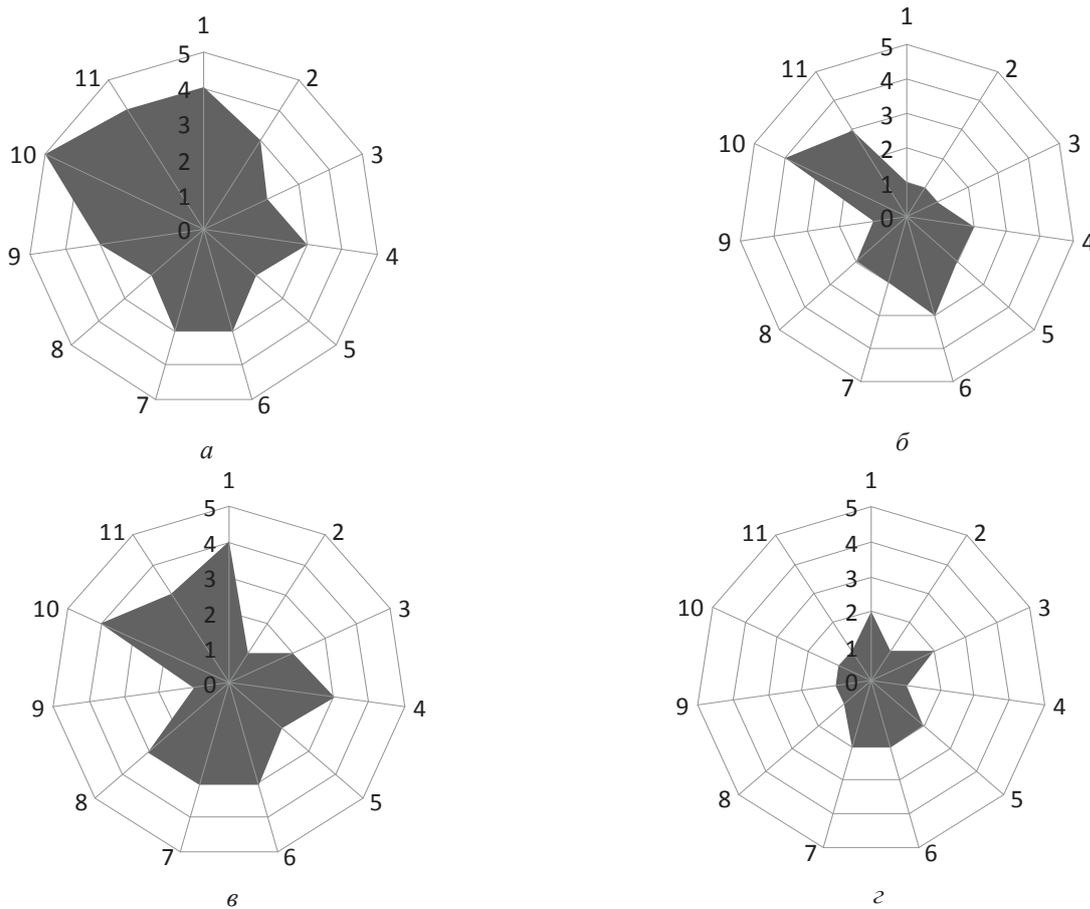


Рис. 2. Морфологические параметры проростка лугового (в баллах): *а* – Ботанический сад, *б* – Кумысная поляна, *в* – Татищевский р-н, *г* – Красноармейский р-н. Признаки: 1 – высота растения; 2 – число генеративных побегов; 3 – длина цветоножки; 4 – длина побега; 5 – высота цветка; 6 – диаметр цветка; 7 – длина лепестка; 8 – ширина лепестка; 9 – число листьев; 10 – длина листа; 11 – ширина листа



Наилучшее развитие особей прострела раскрытого по большинству параметров отмечено в Ботаническом саду. Минимальные значения признаков характерны для особей из Татищевского района, которые развивались в сообществе с наибольшим общим проективным покрытием (80%) на бедных песчаных почвах. Особи из Кумысной поляны крупнее, чем из Татищевского района. Они обитают на каменистых бескарбонатных почвах в сообществе с общим проективным покрытием 50–70%.

Наилучшее развитие особей прострела лугового также отмечено в Ботаническом саду. Минимальное значение признаков характерно для особей из Красноармейского района, которые развивались на крутых песчаных склонах в сообществах с низким общим проективным покрытием (20%).

Условия местообитаний существенно влияют на морфологические параметры особей прострелов раскрытого и лугового. По всем параметрам растения прострелов крупнее в условиях культуры, далее следуют особи из Кумысной поляны. Растения из Татищевского и Красноармейского районов являются более угнетенными. Оба вида лучше развиваются на каменистых бескарбонатных почвах, чем на песчаных. В сообществах с высоким общим проективным покрытием развиваются более угнетенные растения прострела раскрытого, чем с низким.

### Заключение

Таким образом, высокий уровень изменчивости морфологических параметров прострелов наблюдается у таких признаков, как число генеративных побегов и число листьев в розетке. Наиболее постоянными являются размеры цветка (высота, диаметр, длина и ширина лепестка). У обоих видов наибольшими показателями по всем параметрам обладают растения, выращенные в культуре. У прострела лугового наименьшими значениями по всем признакам обладают особи из Красноармейского района, у прострела раскрытого – из Татищевского района. Вероятно, отличия в морфологических параметрах связаны с различными условиями местообитания (общего проективного покрытия

растительного сообщества, свойств почвы, экспозиции склона).

### Благодарности

Выражаем благодарность ведущему биологу отдела биологии и экологии растений УНЦ «Ботанический сад» СГУ имени Н. Г. Чернышевского, канд. биол. наук Ирине Васильевне Шиловой за неоценимую помощь в проведении работ.

### Список литературы

1. Флора Восточной Европы / под ред. Н. Н. Цвелева. СПб. : Мир и семья, 2001. Т. 10. 670 с.
2. Буланый Ю. И. Прострел луговой – *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. Прострел раскрытый – *Pulsatilla patens* (L.) Mill. // 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. С. 129–131.
3. Гельтман Д. В. Прострел луговой – *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. s. 1. // Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М. : Товарищество науч. изданий КМК, 2008. С. 483–484.
4. Юзепчук С. В. Род 528. Прострел – *Pulsatilla* Adans. // Флора СССР. Т. 7. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1937. С. 285–307.
5. Растения природной флоры в коллекциях Ботанического сада СГУ. Саратов : Науч. книга, 2002. 47 с.
6. Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны) : учеб. пособие. Самара : Самар. ун-т, 2006. 311 с.
7. Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Ермакова И. М. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М. : Наука, 1976. 217 с.
8. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Изд. 3-е, испр. Минск : Высш. шк., 1973. 320 с.
9. Заугольнова Л. Б., Денисова Л. В., Никитина С. В. Подходы к оценке состояния ценопопуляций растений // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 1993. Т. 98, вып. 5. С. 100–108.
10. Зайцев Г. Н. Оптимум и норма в интродукции растений. М. : Наука, 1983. 216 с.
11. Болдырев В. А., Пискунов В. В. Полевые исследования морфологических признаков почв : учеб. пособие для студ. биол. и геогр. фак. и слушателей ИДПО. 2-е изд., перераб. и доп. Саратов : Изд-во Саратов. ун-та, 2006. 60 с.