

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ, СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА CAMPANULACEAE СИБИРСКОЙ ФЛОРЫ

Беляева Т.Н., Бутенкова А.Н., Шмакова Г.А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Сибирский ботанический сад, Томск, e-mail: sbg-flowers@yandex.ru

В статье представлены результаты исследования сезонного развития, семенной продуктивности и особенностей прорастания семян пяти видов семейства Campanulaceae сибирской флоры. По характеру фенологического развития два вида (*Campanula latifolia*, *Platycodon grandiflorus*) отнесены к весенне-летне-осеннезеленому феноритмотипу и три вида (*Campanula glomerata*, *C. punctata*, *C. trachelium*) – к весенне-летне-осеннезеленому. Период цветения составляет 18–25 дней у *C. latifolia*, у остальных видов – 30–45 дней. Наиболее быстро семена созревают у *C. latifolia*. Реальная семенная продуктивность исследованных видов высокая (в среднем от 6840,3 до 33026,6 семян на растение), что обусловлено биологическими особенностями видов: высокой фертильностью пыльцевых зерен, большим количеством цветков в соцветии и семян в коробочках, высоким процентом плодообразования. Семена большинства исследованных видов обладают физиологическим покоем различной степени глубины. Наиболее высокая всхожесть семян среди изученных видов семейства обнаружена у *C. glomerata*, *C. punctata*, *Platycodon grandiflorus*, которая сохранялась в течение трех лет у *C. glomerata* и в течение двух лет у *C. punctata* и *Platycodon grandiflorus*. Изученные виды перспективны для введения в культуру в условиях подтайги Западной Сибири.

Ключевые слова: семейство Campanulaceae, феноритмотип, фертильность пыльцы, реальная семенная продуктивность, посевные качества семян

PECULIARITIES OF SEASONAL DEVELOPMENT, SEED PRODUCTIVITY AND SEEDS SOWING QUALITIES OF SIBERIAN FLORA SOME SPECIES OF THE CAMPANULACEAE

Belyaeva T.N., Butenkova A.N., Shmakova G.A.

National Research Tomsk State University, Siberian Botanical Garden,
Tomsk, e-mail: sbg-flowers@yandex.ru

The article presents the results of a study of seasonal development, seed productivity and characteristics of seed germination of 5 species of the Campanulaceae of the Siberian flora. According to the nature of phenological development, 2 species (*Campanula latifolia*, *Platycodon grandiflorus*) were assigned to the spring-summer-green phenorhythmotype and 3 species (*Campanula glomerata*, *C. punctata*, *C. trachelium*) – to the spring-summer-autumn green. The flowering period is 18–25 days for *C. latifolia*, and 30–45 days for other species. *Campanula latifolia* seeds ripen most rapidly. The actual seed productivity of the studied species is high (on average, from 6840.3 to 33026.6 seeds per plant), which is due to the biological characteristics of the species: high fertility of pollen grains, a large number of flowers in the inflorescence and seeds in capsules, and a high percentage of fruit formation. The seeds of most of the studied species have physiological dormancy of varying degrees of depth. The highest seed germination among the studied species of the family was found in *C. glomerata*, *C. punctata*, *Platycodon grandiflorus*, which persisted for 3 years in *C. glomerata* and for 2 years in *C. punctata* and *Platycodon grandiflorus*. The studied species are promising for growing in the subtaiga conditions of Western Siberia.

Keywords: Campanulaceae, phenorhythmotype, pollen fertility, real seed productivity, seeds sowing quality

Формирование комфортной среды обитания человека в настоящее время является приоритетной задачей на территории Российской Федерации. Для ее успешного решения необходимо усовершенствовать озеленение различных регионов России, в том числе Сибири, с использованием неприхотливых в уходе высокодекоративных видов природной флоры [1, 2].

Семейство Campanulaceae включает медоносные и ценные орнаментальные растения, перспективные для внедрения в озеленение южной тайги Западной Сибири. Они обладают продолжительным цветением, декоративными, довольно крупными цветками с лилово-фиолетовой, синевато-

лиловой, розовой, белой или желтоватой окраской; устойчивы к воздействию абиотических факторов. Виды семейства используются в оформлении миксбордеров, посадках среди кустарников, в каменистых садах, как срезочные культуры. Некоторые виды находят применение в народной медицине и отличаются высоким содержанием в листьях различных биологически активных веществ (флавонолов, танинов, сапонинов, аскорбиновой кислоты и др.) [3]. *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A.D.C. используется в пищевой промышленности, медицине и косметологии на северо-востоке Китая, в Японии и Южной Корее. Растение богато сапонинами, флавоноидами, фенольными

кислотами и другими биологически активными соединениями [4]. Многие виды семейства являются редкими или сокращающими свой ареал в отдельных регионах Сибири. В связи с этим ботанические сады России приобретают все большее значение в области охраны растений *ex situ* [1].

Одним из важнейших показателей реализации адаптационного потенциала и перспективности введения нового вида в культуру является его способность к семенному воспроизводству. На территории лесостепной зоны Западной Сибири некоторые биологические особенности отдельных видов семейства *Campanulaceae* изучались С.Н. Щегловой [5], Т.И. Фоминой [6] и др. В Томской области в цветоводстве открытого грунта используются в основном европейские виды: *Campanula carpatica* Jacq. и *C. persicifolia* L.

Цель работы состояла в оценке потенциала семенного размножения пяти декоративных видов семейства *Campanulaceae* сибирской флоры при интродукции в южной тайге Западной Сибири в связи с необходимостью расширения ассортимента декоративных многолетников и разработки рекомендаций по их практическому применению и охране *ex situ*. Литературные сведения о семенной продуктивности и особенностях прорастания семян данных видов при культивировании в условиях Томской области отсутствуют.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2018–2021 гг. на территории экспериментального участка Сибирского ботанического сада, в южной тайге Западной Сибири. Процент плодообразования, реальную семенную продуктивность и посевные качества семян определяли, используя общепринятые методические разработки [7]. Учитывали по 25 плодов и 25 генеративных побегов. Статистическую обработку проводили с использованием программы Statistica 8.0. Лабораторную всхожесть семян определяли проращиванием их в чашках Петри в четырехкратной повторности. Массу 1000 семян определяли на электронных весах (DX-200, A and D, Япония) с ценой деления 0,001 г.

Объектами исследования послужили пять видов семейства *Campanulaceae*.

Campanula glomerata L. – колокольчик скученный. Евроазиатский лесостепной лесо-луговой вид [8]. Короткокорневищный рыхлодерновинный травянистый многолетник. В культуре представлен низкорослой ('*Acaulis*') и высокорослой формами.

C. latifolia L. – колокольчик широколистный. Преимущественно европейский вид,

заходящий в Западную Сибирь, где находится на восточном пределе распространения. Растет по темнохвойным и смешанным лесам, на горных лугах. В горах поднимается до субальпийского пояса включительно [8]. Короткокорневищно-стержнекорневой полурозеточный геофит с развитой системой придаточных корней. В СибБС ТГУ представлен формой с крупными фиолетовыми цветками.

C. punctata Lam. – колокольчик точечный. Восточноазиатский бореальный вид, произрастающий в светлых лесах и по их опушкам [8]. Столонообразующий травянистый многолетник.

C. trachelium L. – колокольчик крапиволистный. Евроазиатский вид [8]. На юге Западной Сибири произрастает в разреженных темнохвойных лесах; является третичным реликтом широколиственных лесов. Короткокорневищный стержнекорневой травянистый полурозеточный многолетник.

Platycodon grandiflorus (Jacq.) A.D.C. – ширококолокольчик крупноцветковый. Восточноазиатский лесостепной вид, произрастающий на остепненных, часто каменистых и щебнистых склонах южной и юго-восточной экспозиций, по опушкам черно-березовых лесов [8]. Стержнекорневой каудексовый безрозеточный травянистый поликарпик.

Мобилизацию семян растений для проведения интродукционного эксперимента проводили из окрестностей г. Томска (*C. glomerata*), российских и зарубежных ботанических садов.

Исследованные виды занесены в некоторые региональные Красные книги на территории Сибири, Дальнего Востока (*Platycodon grandiflorus*), европейской части России (*C. latifolia*, *C. trachelium*).

Результаты исследования и их обсуждение

В условиях интродукции представители семейства *Campanulaceae* начинают вегетировать во второй половине апреля – начале мая. По срокам весеннего отрастания они отнесены к ранним (*C. trachelium*) и средним многолетникам; *Platycodon grandiflorus* – к поздним (начинает вегетировать в мае). Феноритмотип – весенне-летне-осеннезеленый (*Campanula glomerata*, *C. punctata*, *C. trachelium*), весенне-летнезеленый (*Campanula latifolia*, *Platycodon grandiflorus*). Зацветают в конце июня – первой декаде июля; *Platycodon grandiflorus* – в третьей декаде июля – начале августа. Фертильность пыльцевых зерен высокая: от 88% (*Platycodon grandiflorus*) до 99% (*C. glomerata*). Основной тип опыления – ксеногамия, в изоляторах плоды почти не завязывались.

Цветки активно посещались шмелями. Продолжительность фенофазы цветения варьирует от 18–25 (*C. latifolia*) до 30–45 дней. У некоторых видов (*C. glomerata*) возможно вторичное цветение в августе – сентябре. Наиболее быстро семена созревают у *C. latifolia* (в течение 38 дней). Продолжительность вегетационного периода составляет от 130 (*C. latifolia*) до 180 дней (*C. glomerata*) в среднем.

Реальная семенная продуктивность исследованных видов высокая (таблица), что обусловлено биологическими особенностями видов: высокой фертильностью пыльцевых зерен, продолжительным цветением, многоцветковым соцветием, большим количеством мелких семян в коробочке, а также высокой эффективностью опыления (процент плодобразования составляет от 74% до 98%).

Минимальное среднее число семян в коробочке (менее 71) образуется у *Campanula glomerata* и *C. punctata*; у остальных видов – от 100 (*Platycodon grandiflorus*) до 154,2–184,3 (*C. latifolia*, *C. trachelium*) семян. Наиболее высокой семенной продуктивностью отличался *C. trachelium*.

Полученные результаты в целом близки к данным, приводимым в литературе для Восточного Забайкалья [5], Башкирии [9]. Реаль-

ная семенная продуктивность *C. trachelium* и *C. punctata* в Томске существенно меньше показателей, указанных для интродукции в Башкирии [9], что, вероятно, обусловлено менее благоприятными термическими ресурсами в южной тайге Западной Сибири.

Масса 1000 семян изученных видов изменялась от 0,08 г (*Campanula punctata*) до 0,8 г (*Platycodon grandiflorus*) (рис. 1). Полученные данные близки к результатам, приводимым для Башкирии [9].

К настоящему времени накоплен значительный объем данных по динамике прорастания семян видов рода *Campanula*, которым свойственен физиологический покой различной глубины [6]. Так, В.П. Викторов [10] отмечает, что всхожесть семян *C. latifolia*, собранных в Московской области, достигала 80%. При этом был использован переменный температурный режим проращивания: 16 ч в холодильнике при температуре 4–5 °С, затем 8 ч в термостате при температуре 30 °С. Стратификация разной продолжительности (30–60 дней) при низких положительных температурах рекомендована Т.И. Фоминой [6] для увеличения всхожести семян *C. trachelium*. Однако Л.Н. Миронова [9] отмечает, что за 8 месяцев хранения всхожесть семян *C. trachelium*, *C. punctata* достигала 52–78%, а *C. latifolia* – 98–100%.

Семенная продуктивность некоторых видов семейства Campanulaceae при интродукции в южной тайге Западной Сибири (средняя за период 2018–2021 гг.)

Название вида	Число плодов на побег	Число семян в коробочке	РСП генеративного побега	РСП особи
<i>Campanula glomerata</i> 'Acaulis'	8,1 ± 0,9	64,2 ± 5,2	520,0 ± 42,3	7800,0 ± 685,4
<i>Campanula glomerata</i> высокорослая форма	36,4 ± 2,8	50,2 ± 5,3	1827,3 ± 220,4	21927,6 ± 1815,2
<i>Campanula latifolia</i>	10,0 ± 1,2	154,2 ± 10,3	1542,0 ± 124,4	26214,0 ± 1684,5
<i>Campanula punctata</i>	23,2 ± 2,1	70,2 ± 6,9	1628,6 ± 160,2	6840,3 ± 754,1
<i>Campanula trachelium</i>	44,8 ± 3,5	184,3 ± 18,9	8256,6 ± 778,3	33026,6 ± 2980,1
<i>Platycodon grandiflorus</i>	11,6 ± 2,1	99,5 ± 8,2	1160 ± 114,1	12760 ± 1288,3

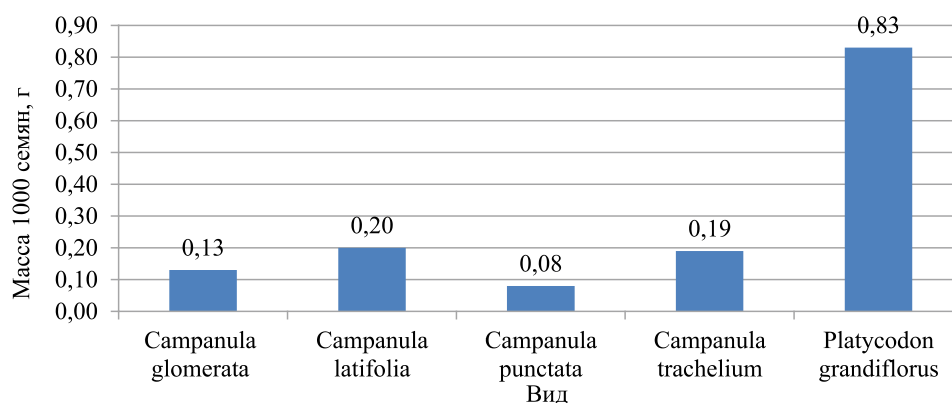


Рис. 1. Масса 1000 семян изученных видов семейства Campanulaceae

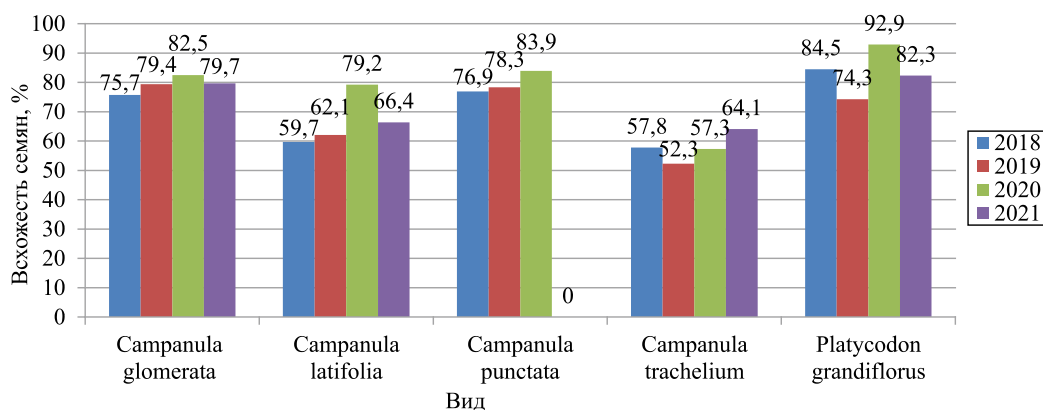


Рис. 2. Лабораторная всхожесть семян исследованных видов семейства Campanulaceae

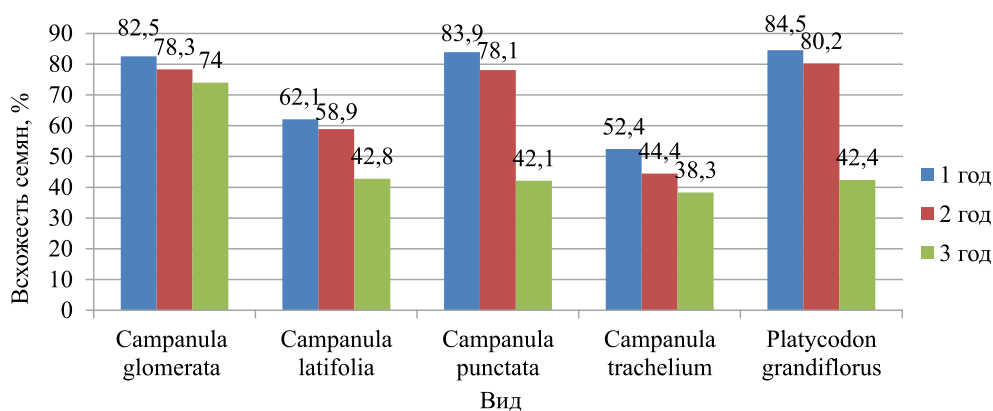


Рис. 3. Динамика изменения всхожести семян в зависимости от сроков хранения

Динамика прорастания семян изучалась нами в лабораторных условиях. Установлено, что семена *Campanula glomerata*, *C. punctata*, *Platycodon grandiflorus* отличаются среди изученных видов наиболее высокой всхожестью (рис. 2). Семена начинают прорастать на 4–6 день и, как правило, характеризуются высокой энергией прорастания (60–84%). Покой семян *C. latifolia* неглубокий: через 9 месяцев после сбора всхожесть репродукций разных лет составила 42,1–79,2% против 12,5–35% при проращивании свежесобранных семян. Наиболее низкие показатели всхожести семян установлены у *C. trachelium*. Полученные результаты в основном близки к данным, полученным Л.Н. Мироновой [9] при интродукции растений в Башкирии и Т.И. Фоминой [6] в Новосибирске. Однако семена *C. punctata*, как и в Башкирии, характеризовались высокой всхожестью семян, в то время как в Новосибирске они оказались наиболее трудными для проращивания и имели крайне низкую всхожесть (6–9%) во всех вариантах опыта [6]. Вероятно, данному

виду свойственна разнокачественность семян, которую можно объяснить различным происхождением.

При хранении семян в течение трех лет при комнатной температуре всхожесть семян постепенно падала (рис. 3). При этом она оставалась высокой в течение трех лет у *Campanula glomerata* и в течение двух лет у *C. punctata* и *Platycodon grandiflorus*.

Заключение

Высокая семенная продуктивность исследованных пяти видов семейства Campanulaceae, обусловленная биологическими особенностями растений и высокой результативностью опыления, а также устойчивый ритм развития свидетельствуют о перспективности введения их в культуру в условиях подтайги Западной Сибири. Наиболее высокая всхожесть семян среди изученных видов семейства обнаружена у *Campanula glomerata*, *C. punctata*, *Platycodon grandiflorus*, которая сохранялась в течение трех лет у *C. glomerata* и в течение двух лет у *C. punctata* и *Platycodon grandiflorus*.

Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № 0721-2020-0019).

Список литературы

1. Беляева Т.Н. Биологические особенности декоративных двудольных многолетних растений при интродукции в условиях южной тайги Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2021. 959 с.
2. Беляева Т.Н., Бутенкова А.Н. Интродукция декоративных многолетников в южной тайге Западной Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2020. 422 с.
3. Кукушкина Т.А., Фомина Т.И. Содержание биологически активных веществ в листьях некоторых видов рода *Campanula* L. (Campanulaceae) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. № 38. С. 122–133. DOI: 10.17223/19988591/38/7.
4. Ji M.-Y., Bo A., Yang M., Xu J.-F., Jiang L.-L., Zhou B.-Ch., Li M.-H. The pharmacological effects and health benefits of *Platycodon grandiflorus* – a medicine food homology species. *Foods*. 2020. Vol. 9 (2). P. 142. DOI: 10.3390/foods9020142.
5. Щеглова С.Н. Биоморфологическая и фитоценотическая характеристика *Platycodon grandiflorus* (Jacq.) A.D.C. (Campanulaceae): автореф. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2009. 16 с.
6. Фомина Т.И. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск, 2012. 179 с.
7. Беляева Т.Н., Харина Т.Г., Пулькина С.В., Бутенкова А.Н. Практикум по репродуктивной биологии семенных растений. Томск: Издательский Дом ТГУ, 2014. 68 с.
8. Олонова М.В. Семейство Campanulaceae // Флора Сибири. 1996. Т. 12. С. 148–164.
9. Миронова Л.Н., Аллаярова И.Н. Биология цветения и семенная продуктивность колокольчиков в условиях Южного Урала // Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. № 4. С. 63–68.
10. Викторов В.П. Колокольчик широколистный // Биологическая флора Московской области. М.: Изд-во Полиэкс, 1997. Вып. 13. С. 179–191.