

7. Sokolov N.N. Tablitsy obema malomernykh stvolov sosny // Lesnoy zhurnal. – 1956. – № 6. – S. 17-19.

8. Galperin M.I., Korostelev I.F. Lesotaksatsionnye tablitsy dlya Chelyabinskoy oblasti. – Sverdlovsk: ULTI, 1981. – 18 s.

9. Verkhunov P.M., Popova A.V., Chernykh V.L., Mamaev I.V. Lesotaksatsionnyy spravochnik dlya lesov Urala (normativnye materialy dlya Permskoy, Chelyabinskoy, Sverdlovskoy i Kurganskoy oblastey, Bashkirskoy ASSR). – M.: TsBNTIleskhoz-MPI, 1991. – Ch. I, II. – 483 s.

10. Kolesnikov B.P., Zubareva B.P., Smolonogov E.P. Lesorastitelnye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoy oblasti: prakticheskoe rukovodstvo. – Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1973. – 176 s.

11. Svalov S.N. Primenenie statisticheskikh metodov v lesovodstve // Itogi nauki i

tekhniki / Lesovedenie i lesovodstvo. – M.: VINITI, 1985. – T. 4. – S. 1-164.

12. Anuchin N.P. Lesnaya taksatsiya: uchebnik. – M.: Lesn. prom-st, 1982. – 502 s.

13. Kofman G.B. Rost i forma derevev. – Novosibirsk: Nauka, 1986. – 211 s.

14. White E.P., Enquist B.J., Green J.L. On estimating the exponent of power-law frequency distributions // Ecology. – 2008. – Vol. 89 (4). – P. 905-912.

15. Smolonogov E.P., Zalesov S.V. Ekologo-lesovodstvennye osnovy organizatsii i vedeniya khozyaystva v kedrovyykh lesakh Urala i Zapadno-Sibirskoy ravniny. – Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2002. – 186 s.

*Работа выполнена при поддержке Комплексной программы Уральского отделения РАН № 15-12-4-13.*



УДК 635.92:582.998.3+631.547.4

Т.И. Фомина, Ю.А. Пшеничкина  
T.I. Fomina, Yu.A. Pshenichkina

**ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТЕНИЯ  
КОЛОКОЛЬЧИКА АЛТАЙСКОГО (*CAMPANULA ALTAICA* LEDEB.)  
В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ**

**PECULIARITIES OF *CAMPANULA ALTAICA* LEDEB. FLOWERING AT INTRODUCTION**

**Ключевые слова:** колокольчик алтайский, цветение, морфология цветка, опылители, половой диморфизм, интродукция.

Колокольчик алтайский (*Campanula altaica* Ledeb.) – ранцветущий декоративный многолетник, а также охраняемый в некоторых регионах России вид. В Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (г. Новосибирск) исследованы особенности цветения этого травянистого поликарпика, интродуцированного из горно-алтайской, алтайской и томской популяций. Ритм цветения вида поздневесенне-раннелетний. Короткий период цветения,  $10 \pm 2$  дней в среднем, обусловлен малоцветковыми соцветиями и дружным распусканием цветков. Дневные температуры воздуха оказывают непосредственное влияние на продолжительность цветения. Определены значения морфологических признаков побега и цветка. Высота побега варьирует в пределах 21-77 см, число листьев – 5-17 шт. на побег, число цветков – 1-8 шт. на побег, диаметр цветка – 3,0-5,1 см. Для признаков цветка, высоты побега, числа и размеров листьев установлена средняя вариабельность, индивидуальная и внутривидовая, а для числа цветков – высокая. Выявлен комплекс насекомых-опылителей, включающий 14 видов, из которых основными являются: *Aporia crataegi* L.,

*Apis mellifera* L., *Bombus hortorum* L., *B. pascuorum* Scop., *B. hypnorum* L., *B. lucorum*, *Vespula vulgaris* F., *Cerceris bicincta* Klug. Половой диморфизм в форме гинодизции, описанный в литературе для других видов рода, у *C. altaica* в условиях интродукции не обнаружен.

**Keywords:** *Campanula altaica*, flowering, flower morphology, pollinators, sex dimorphism, introduction.

*Campanula altaica* is an early flowering ornamental perennial plant; it is a species protected in some regions of Russia. The features of flowering of this herbaceous polycarpic introduced from the Republic of Altai, Altai Region and Tomsk Region populations were investigated at the Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (Novosibirsk). The rhythm of flowering is of late-spring and early-summer pattern. A short flowering period,  $10 \pm 2$  days on average, is due to the little-flowered inflorescences and simultaneous blossoming. Daytime air temperatures directly affect the duration of flowering. The values of some morphological features of shoot and flower are determined. The height of shoot varies from 21-77 cm, the number of leaves – 5-17 pieces, and the number of flowers – 1-8 pieces on a shoot, the diameter of

flower is 3.0-5.1 cm. For the flower features, shoot height, the number and size of leaves, the average variability is revealed, individual and intraspecific, and high – for the number of flowers. A complex of insect pollinators including 14 species has been identified. The main ones are *Aporia crataegi* L., *Apis*

*mellifera* L., *Bombus hortorum* L., *B. pascuorum* Scop., *B. hypnorum* L., *B. lucorum*, *Vespa vulgaris* F., *Cerceris bicincta* Klug. Sex dimorphism in the form of gynodioecy, described in the literature for other species of the genus, was not found in *C. altaica* under introduction.

**Фомина Татьяна Ивановна**, к.б.н., с.н.с., Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: fomina-ti@yandex.ru.

**Пшеничкина Юлия Анатольевна**, к.б.н., с.н.с., Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, г. Новосибирск. E-mail: scutel@yandex.ru.

**Fomina Tatyana Ivanovna**, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk. E-mail: fomina-ti@yandex.ru.

**Pshenichkina Yuliya Anatolyevna**, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Rus. Acad. of Sci., Novosibirsk. E-mail: scutel@yandex.ru.

### Введение

Колокольчик алтайский (*Campanula altaica* Ledeb.) – травянистый полурозеточный поликарпик, гелиофит, мезофит. Распространен в Восточной Европе, Западной Сибири (Томской, Новосибирской, Кемеровской областях, Алтайском крае, Республике Алтай) и Монголии по степным и лесным лугам, открытым склонам, опушкам березовых лесов [1]. В ряде областей европейской части России редок, включен в списки охраняемых растений [2], во флоре Хакасии принадлежит к постгляциальным реликтам с единичным местонахождением [3]. Листья и цветки этого вида используются в монгольской медицине в качестве ранозаживляющего средства, последние также при заболеваниях кровеносной системы [4]. В культуре известен как декоративный раноцветущий многолетник, но мало распространен [5]. Обзор литературных источников показал, что биологические особенности *C. altaica* слабо изучены.

**Цель работы** – исследование особенностей цветения *C. altaica* в условиях интродукции.

### Объекты и методы

В коллекцию декоративных растений природной флоры Центрального сибирского ботанического сада (г. Новосибирск) *C. altaica* интродуцирован растениями из горно-алтайской, алтайской и томской популяций в период 2005-2014 гг. В культуре существует по типу короткокорневищного поликарпика.

При проведении исследований использовали методику фенонаблюдений И.Н. Бейдеман [6], руководство по изучению анэкологии растений А.Н. Пономарева [7]. Для определения средних значений морфометрических признаков проводили 20-50 измерений в фазу массового цветения растений с последующей статобработ-

кой по Г.Н. Зайцеву [8]. При описании морфологии цветка руководствовались общепринятым источником [9].

### Результаты и их обсуждение

*C. altaica* принадлежит к поздневесенне-раннелетней группе травянистых поликарпиков с коротким периодом цветения. В условиях Новосибирска начало фазы цветения отмечается в первой декаде июня ( $05.06 \pm 2$  в среднем), варьируя по годам с 1 по 13 июня, а ее окончание – во второй декаде месяца. Продолжительность цветения составляет в среднем  $10 \pm 2$  дней. При этом горно-алтайский и алтайский образцы по срокам цветения не различаются, а томский образец цветет на несколько дней позже и более длительно, до 18-22 дней.

Температура воздуха в дневное время, когда происходит раскрытие цветков, оказывает непосредственное влияние на длительность фенофазы. В период цветения горно-алтайских растений *C. altaica* в июне 2006-2008 гг. наиболее продолжительное цветение – 19 дней отмечалось при средней температуре воздуха  $15,5^{\circ}\text{C}$  (2007 г.). На фоне ее повышения до  $19,4^{\circ}\text{C}$  фаза цветения длилась 11 дней (2008 г.), а в жаркую погоду при средней дневной температуре  $23,3^{\circ}\text{C}$  (2006 г.) период цветения составил всего 8 дней (рис.).

Короткий период цветения *C. altaica* обусловлен, прежде всего, биоморфологическими особенностями вида. Соцветия тирсовидные, простые, состоящие из 2-5 (крайне редко – больше) цветков, очень часто представлены одиночным цветком (табл. 1, 2). В соцветии первым всегда распускается терминальный цветок, далее порядок базипетальный. Цветки раскрываются однократно, продолжительность жизни одного цветка составляет 3-4 дня.

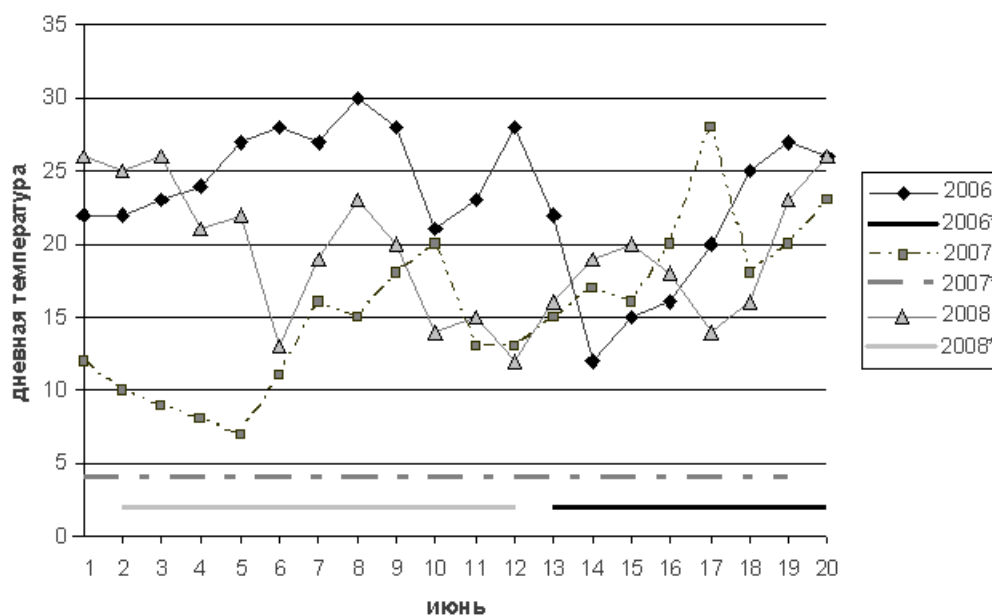


Рис. Продолжительность цветения *S. altaica* в зависимости от температурных условий

Морфологические показатели *Samranula altaica* в фазу цветения (2016 г.)

Таблица 1

Показатель	Значение	Республика Алтай	Алтайский край	Томская область
Высота побега, см	$M \pm m_M$	$34,2 \pm 1,3$	$43,9 \pm 1,9$	$58,2 \pm 2,2$
	V, %	20,4	20,1	17,3
	lim	21–53	32–63	43–77
Число листьев на побег, шт.	$M \pm m_M$	$9,4 \pm 0,3$	$11,9 \pm 0,4$	$11,4 \pm 0,5$
	V, %	18,1	16,9	18,3
	lim	5–12	8–17	6–15
Число цветков на побег, шт.	$M \pm m_M$	$1,9 \pm 0,2$	$2,9 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,2$
	V, %	69,6	50,0	43,9
	lim	1–6	1–8	1–3
Диаметр цветка, см	$M \pm m_M$	$4,3 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,1$
	V, %	8,9	12,7	12,2
	lim	3,7–5,0	3,0–4,7	3,5–5,1

Таблица 2

Морфологические показатели *Samranula altaica*, интродуцированного из Томской области (2017 г.)

Показатель	lim	$M \pm m_M$	V, %
Высота побега, см	30,7–61,0	$46,6 \pm 1,0$	16,2
Число листьев на побег, шт.	5–10	$8,2 \pm 0,2$	17,9
Длина листа, см	4,9–8,2	$6,2 \pm 0,2$	19,0
Ширина листа, см	0,6–1,3	$0,9 \pm 0,0$	21,7
Листовой коэффициент	0,1–0,2	$0,14 \pm 0,0$	17,9
Число цветков на побег, шт.	1–2	$1,2 \pm 0,1$	32,4
Высота чашечки, см	0,8–1,6	$1,25 \pm 0,01$	21,4
Ширина чашечки, см	0,2–0,3	$0,25 \pm 0,01$	19,9
Высота цветка, см	2,3–3,6	$3,05 \pm 0,06$	14,1
Ширина лопасти венчика, см	1,1–1,6	$1,28 \pm 0,03$	16,9
Длина рыльца пестика, см	0,7–1,1	$0,86 \pm 0,03$	17,2
Длина тычинки, см	0,5–0,7	$0,62 \pm 0,01$	15,3

Из морфологических признаков побега средняя вариабельность, индивидуальная и внутривидовая, выявлена для его высоты, числа и размеров листьев, а высокая – для

числа цветков. Диаметр цветка варьирует на среднем уровне и менее изменчив, чем признаки побега. Растения из горно-алтайской популяции самые низкорослые, с

более крупными цветками, тогда как у алтайских цветки мельче, но в большем числе. По совокупности признаков, включая более продолжительное цветение, наиболее декоративны растения из томской популяции.

В литературе имеются указания на наличие полового диморфизма в форме гинодиэзии у некоторых видов *Campanula* [10, 11]. Однако, кроме свойственной представителям рода функциональной разнородности – дихогамии, структурная разнородность не была обнаружена. Все обследованные цветки томских растений *C. altaica* оказались обоеполами. Морфологические признаки обоеполого цветка средневариабельны.

Ранее нами установлена высокая семенная продуктивность вида, одним из факторов которой является эффективное опыление [12]. Процесс опыления у колокольчиков, относящихся к энтомофильным растениям, хорошо изучен. Он характеризуется вторичным преподношением пыльцы и дихогамией в форме протерандрии [13]. В сводке Пауля Кнута [14] приведены данные об опылителях 64 видов рода *Campanula*, произрастающих в Европе. В основном это представители отряда Hymenoptera, а наиболее часто встречающееся семейство – Andrenidae.

На цветках *C. altaica* нами зарегистрировано 14 видов насекомых из 7 семейств и один вид класса Arachnida. Первые опылители при сухой жаркой погоде появляются около 8 ч, последние – около 20. Активным опылителем вида является *Aporia crataegi* L. (отряд Lepidoptera, сем. Pieridae). Постоянно на цветках встречаются представители отряда Hymenoptera: *Apis mellifera* L., *Bombus hortorum* L., *B. pascuorum* Scop., *B. hypnorum* L., *B. lucorum* (сем. Apidae), *Vespula vulgaris* F. (сем. Vespidae), *Colletes* sp. (сем. Colletidae), *Cerceris bicincta* Klug. (сем. Sphecidae), *Formica fusca* L., *Lasius platythorax* Seifert., *L.* sp. (сем. Formicidae); отряда Diptera – *Conops* sp. (сем. Conopidae). На цветках неоднократно фиксировались представители рода *Simulium* (отряд Diptera, сем. Simuliidae). Известно, что самцы этого рода питаются нектаром.

Особи *Aporia crataegi* могут задерживаться на цветке до нескольких минут. Остальные опылители тщательно обследуют цветок *C. altaica* в течение нескольких секунд. Роль представителей сем. Formicidae в опылении вида не совсем ясна. Считается, что муравьи переносят неболь-

шое количество пыльцы, поэтому мы отнесли представителей этого семейства к второстепенным опылителям. Представители класса Arachnida часто использовали цветок *C. altaica* в качестве места постоянного нахождения. Определить их роль в опылении нам не удалось.

### Заключение

Исследованы особенности цветения *Campanula altaica*, интродуцированного в Центральный сибирский ботанический сад (г. Новосибирск) из 3 популяций. Ритм цветения вида поздневесенне-раннелетний. Период цветения короткий,  $10 \pm 2$  дней в среднем, что обусловлено малоцветковыми соцветиями и дружным распусканьем цветков. Непосредственное влияние на продолжительность цветения оказывают дневные температуры июня. Выявлена внутривидовая и индивидуальная изменчивость морфологических признаков побега и цветка. Установлен состав насекомых-опылителей, включающий 14 видов. Половой диморфизм в форме гинодиэзии в условиях интродукции не обнаружен.

### Библиографический список

1. Флора Сибири. Т. 12. – Новосибирск: Наука; Сиб. отд., 1996. – 208 с.
2. Красные книги / ООПТ России [Электронный ресурс] – Режим доступа: oort.aari.ru/rbdata.
3. Курбатский В.И. Реликтовые элементы во флоре Республики Хакасия // Систематические заметки по материалам гербария им. П.Н. Крылова Том. гос. ун-та. – 2007. – № 98. – С. 25-32.
4. Хайдав Ц., Алтанчимэг Б., Варламова Т.С. Лекарственные растения в монгольской медицине. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Улан-Батор: Госизд-во, 1985. – 390 с.
5. Халипова Г.И. Колокольчики. – М.: Астрель; АСТ, 2005. – 144 с.
6. Бейдемман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – Новосибирск: Наука; Сиб. отд., 1974. – 156 с.
7. Пономарев А.Н. О постановке и направлениях антропоэкологических исследований // Учен. зап. Перм. ун-та. Биология. – 1970. – № 206. – С. 3-10.
8. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
9. Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших

растений. Цветок. – Л.: Наука, 1975. – 352 с.

10. Пономарев А.Н., Демьянова Е.И. К изучению гинодизии у растений // Бот. журнал. – 1975. – Т. 60. – № 1. – С. 3-15.

11. Антонова Л.А. Антэкология растений широколиственного леса // Экология опыления: межвуз. сб. науч. тр. – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1976. – Вып. 2. – С. 30-63.

12. Фомина Т.И. Некоторые аспекты репродуктивной биологии видов *Campanula L.* // Тр. Том. гос. ун-та. Серия биологическая. – 2010. – Т. 274. – С. 404-407.

13. Фегри К., Пейл ван дер Л. Основы экологии опыления. – М.: Мир, 1982. – 384 с.

14. Knuth P. Handbuch der Blütenbiologie, Lobeliaceae bis Gnetaceae. – Leipzig: Verlag Von Wilhelm Engelmann, 1899. – Band II, Teil 2. – S. 4-14.

#### References

1. Flora Sibiri. – Т. 12. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd., 1996. – 208 с.

2. Krasnye knigi / OOPT Rossii [Elektronnyy resurs] – Rezhim dostupa: oopt.aari.ru/rbdata.

3. Kurbatskiy V.I. Reliktovye elementy vo flore Respubliki Khakasiya // Sistemicheskie zametki po materialam Gerbariya im. P.N. Krylova Tom. gos. un-ta. – 2007 – № 98. – S. 25-32.

4. Khaydav Ts., Altanchimeg B., Varlamova T.S. Lekarstvennye rasteniya v mongolskoy meditsine. – Izd. 2-e, pererab. i dop. – Ulan-Bator: Gosizd-vo, 1985. – 390 s.

5. Khalipova G.I. Kolokolchiki. – М.: Astrel, AST, 2005. – 144 с.

6. Beydeman I.N. Metodika izucheniya fenologii rasteniy i rastitelnykh soobshchestv. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd., 1974. – 156 s.

7. Ponomarev A.N. O postanovke i napravleniyakh antekologicheskikh issledovaniy // Uchen. zap. Perm. un-ta. Biologiya. – 1970. – № 206. – S. 3-10.

8. Zaytsev G.N. Metodika biometricheskikh raschetov. Matematicheskaya statistika v eksperimentalnoy botanike. – М.: Nauka, 1973. – 256 s.

9. Fedorov A.A., Artyushenko Z.T. Atlas po opisatelnoy morfologii vysshikh rasteniy. Tsvetok. – Л.: Nauka, 1975. – 352 с.

10. Ponomarev A.N., Demyanova E.I. K izucheniyu ginoditsii u rasteniy // Bot. zhurn. – 1975. – Т. 60, № 1. – С. 3-15.

11. Antonova L.A. Antekologiya rasteniy shirokolistvennogo lesa // Ekologiya opyleniya: Mezhvuz. sb. nauch. tr. – Vyp. 2. – Perm: Izd-vo Perm. un-ta, 1976. – S. 30-63.

12. Fomina T.I. Nekotorye aspekty reproductivnoy biologii vidov *Campanula L.* // Тр. Том. гос. ун-та. Seriya biologicheskaya. – 2010. – Т. 274. – С. 404-407.

13. Fegri K., Peyl van der L. Osnovy ekologii opyleniya. – М.: Mir, 1982. – 384 с.

14. Knuth P. Handbuch der Blütenbiologie, Lobeliaceae bis Gnetaceae. – Leipzig: Verlag Von Wilhelm Engelmann, 1899. – Band II, Teil 2. – S. 4-14.

*Использован материал УНУ «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте» ФГБУН Центральный сибирский ботанический сад СО РАН. Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках проекта Государственного задания № 0312-2016-0003.*



УДК 576.895.7

К.М. Аубакирова  
K.M. Aubakirova

### ФАУНА И ЭКОЛОГИЯ МОКРЕЦОВ ВЫСОКОГОРНЫХ ПАСТБИЦ ЮГО-ЗАПАДНОГО АЛТАЯ

### FAUNA AND ECOLOGY OF BITING MIDGES OF HIGH ALTITUDE PASTURES IN THE SOUTH-WESTERN ALTAI MOUNTAINS

**Ключевые слова:** мокрецы, фауна и экология, видовой состав, высокогорные пастбища, массовый лет, вредоносность.

**Keywords:** biting midges, fauna and ecology, species composition, high-altitude pastures, mass flight, harmfulness.