

УДК 581.4:581.6

Биологические особенности редкого вида *Campanula carpatica* Jacq. в условиях Республики Башкортостан

Аллаярова И. Н., Реут А. А.

Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН
Уфа, Россия
cvetok.79@mail.ru

В статье представлены результаты исследования биологических особенностей редкого вида *Campanula carpatica* Jacq. на базе Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук». Подробно изучен онтогенез за 9-летний период. Выявлено, что он проходит по неполночленному типу, то есть сенильный период у *C. carpatica* не выражен. Показано, что у данного вида семенная продуктивность является высокой. Свежесобранные семена не имеют периода покоя. Для повышения всхожести семян, хранившихся около четырех лет, наиболее перспективным методом является использование переменных температур и препарата ГУМИ-20. При изучении компонентного состава надземных органов *C. carpatica* обнаружен богатый набор нутриентов – аминокислот, протеинов, сахаров, макро- и микроэлементов. В результате оценки успешности интродукции *C. carpatica* отнесен к высокоустойчивым культурам. Растения интенсивно размножаются, часто образуют самосев, способны к самовозобновлению, а иногда и расширению занимаемой площади. По комплексу биолого-хозяйственных признаков, а также благодаря высоким декоративным качествам *C. carpatica* перспективен для озеленения населенных пунктов в лесостепной зоне Башкирского Предуралья.

Ключевые слова: *Campanula carpatica*, онтогенез, фенология, динамика роста, декоративные качества, успешность интродукции, семенная продуктивность, всхожесть семян, компонентный состав.

ВВЕДЕНИЕ

Использование растений естественной флоры в зеленом строительстве позволяет не только расширить ассортимент цветочно-декоративных растений, но и является одним из путей изучения и сохранения биоразнообразия (Миронова и др., 2009). Большой интерес в этом плане представляет колокольчик карпатский (*Campanula carpatica* Jacq., сем. Campanulaceae Juss) – самый известный из низкорослых колокольчиков, получивший свое название от места естественного распространения – известняковые скалы лесного пояса гор Средней Европы, Карпат, Трансильванских Альп. Охраняемый реликтовый эндемичный вид. Включен в Красную книгу Украины под статусом «Редкий» (Красная..., 2009). Размножение и введение в практику озеленения колокольчика карпатского может служить одним из действенных мероприятий по его охране и воспроизводству и, как следствие, повлечь за собой снижение антропогенной нагрузки на природные ценопопуляции. В культуре с 1770 года (Миронова, Реут, 2010). В декоративном садоводстве Башкортостана используется редко (Аллаярова, Миронова, 2011; Аллаярова, Миронова, 2012; Миронова и др., 2014).

Целью работы является изучение биологических особенностей *Campanula carpatica* в культуре, а также оценка успешности его адаптации в условиях Башкирского Предуралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полевые и лабораторные исследования проводили на базе Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр РАН» (далее – ЮУБСИ УФИЦ РАН) в 2007–2017 годах.

Территория ЮУБСИ УФИЦ РАН расположена в лесостепи на границе правобережья и левобережья Предуралья. В климатическом отношении район характеризуется большой амплитудой колебаний температуры в ее годовом ходе, неустойчивостью и недостатком атмосферных осадков, быстрым переходом от суровой зимы к жаркому лету, поздними весенними и ранними осенними заморозками. Лето жаркое и сухое, среднемесячная температура воздуха колеблется от 17,1 °С до 19,4 °С, абсолютный максимум достигал 37,0 °С. Среднемесячное количество осадков в летние месяцы колеблется в пределах от 54 до 69 мм, среднегодовое количество осадков равно 580 мм. Безморозный период продолжается в среднем 144 дня. Основные типы почв – серые и темно-серые лесные. Реакция среды – слабокислая и близкая к нейтральной (Каталог..., 2005; Аллаярова, Миронова, 2014).

Семена *C. carpatica* были получены по Международному обменному фонду из Германии в 2000 году. Онтогенез *C. carpatica* изучался при культивировании в условиях Башкирского Предуралья с мая 2008 года у растений, выращенных семенами собственной репродукции сбора 2007 года в открытом грунте. В 2008–2017 годах проводили морфологический анализ растений. Для описания брали по 30 представителей после вступления более 75 % особей в каждое возрастное состояние. При изучении онтогенеза проводился сравнительный морфологический анализ в соответствии с разработками Т. А. Работнова (1950) и А. А. Уранова (1975). Жизненные формы определялись по системе А. Б. Безделева и Т. А. Безделева (2006). Для анализа сезонного ритма развития растений применяли методику фенологических наблюдений в ботанических садах (1972). Динамику роста определяли путем измерения высоты растений каждые 10 дней. Оценка декоративности вида проведена по методике государственного сортоиспытания декоративных культур (1960). При подведении итогов интродукции использована 7-балльная рабочая шкала, разработанная в Донецком ботаническом саду (Баканова, 1984). Морфологию соцветий изучали с использованием методических разработок А. А. Федорова и З. Т. Артюшенко (1979). Определение жизнеспособности пыльцы проводили по методике В. П. Размологова (1982). Морфология плодов и семян описана по методикам Н. Н. Каден и С. А. Смирновой (1974). Семенную продуктивность подсчитывали по рекомендациям И. В. Вайнагия (1974). Всхожесть семян и массу 1000 семян определяли по методике М. К. Фирсовой и Е. П. Поповой (1981).

В 2008 году выполнили биохимическое исследование надземных органов генеративных растений среднего возраста *C. carpatica*. Для проведения анализа с 10 растений в фазе цветения брали цветки, листья и стебли. Для количественного анализа цветки, стебли и листья высушивали до воздушно-сухого состояния, затем измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм (Реут, Миронова, 2013). Определение аминокислот в исследуемых образцах проводили на аминокислотном анализаторе ААА-339 (ЧССР) в стандартных условиях, используемых для разделения белковых гидролизатов. Элементный состав определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Hitachi-508 (Япония), используя в качестве сравнения стандартные образцы металлов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам интродукционного изучения выявлено, что весеннее отрастание *C. carpatica* приходится на первую половину мая. По срокам отрастания изученный вид отнесен к средним, по срокам цветения – к летним (вторая половина июня). Период от начала вегетации до цветения составляет около 60 суток. Показано, что по годам меняются лишь сроки и продолжительность фазы цветения колокольчика, а ее последовательность остается неизменной. Продолжительность фазы цветения варьирует от 54 до 60 суток. Начало плодоношения приходится на конец июля – середину августа. Период от завязывания плодов до их полного созревания составляет 26±2 суток. Полное созревание семян отмечается в конце августа – начале сентября. Вегетация репродуктивных побегов заканчивается в период диссеминации.

Отмечено, что в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья *C. carpatica* имеет феноспектры устойчивого типа, то есть его ритм жизни соответствует условиям новой среды. Он относится к феноритмотипу длительновегетирующих.

Наиболее интенсивный рост генеративных побегов приходится на фазу отрастания (I декада июня) и бутонизации (II и III декады июня). Максимальный суточный прирост составляет 0,9 см (рис. 1).

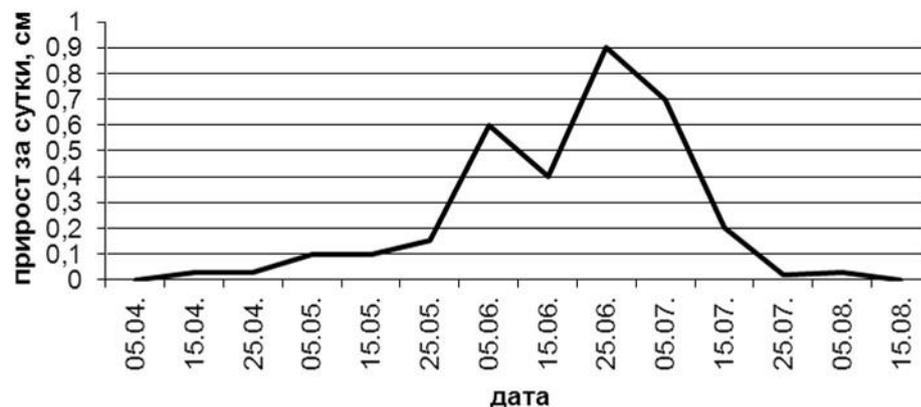


Рис. 1. Динамика роста *Campanula carpatica*

C. carpatica в средневозрастном генеративном состоянии по разным классификациям относится к многолетним летнезеленым травянистым короткокорневищно-стержне-кистекорневым малоподвижным симподиально нарастающим поликарпикам с полурозеточным прямостоячим побегом (Аллаярова, Миронова, 2013). По положению почек возобновления принадлежит к группе гемикриптофитов. Растение с волокнистым корнем и многочисленными облиственными стеблями, образующими компактный низкорослый кустик высотой до 32 см. Прикорневые листья длинночерешковые, с яйцевидно-округлой, сердцевидной пластинкой; стеблевые листья также черешковые, яйцевидные, уменьшаются к верхушке стебля; верхние – узкие, почти сидячие.

В результате интродукционных исследований выявлено, что в онтогенезе *C. carpatica* существует 3 возрастных периода: латентный, прегенеративный, генеративный и 7 онтогенетических состояний (рис. 2). В прегенеративном периоде отмечали проростки (р), ювенильное (j), имматурное (im) и виргинильное (v) состояния, в генеративном периоде – молодое (g1), средневозрастное (g2) и старое состояния (g3).

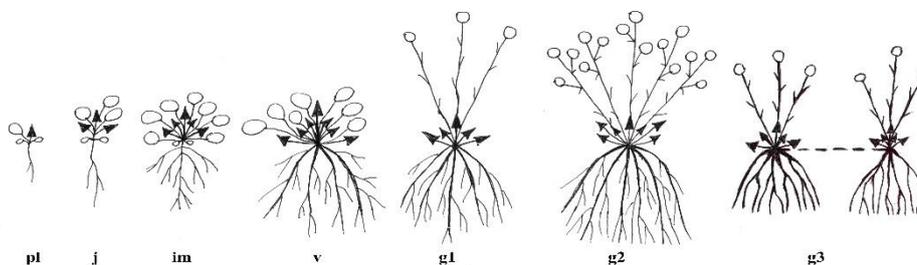


Рис. 2. Онтогенез *Campanula carpatica*

Проростки – это особи, имеющие семядоли и первый настоящий лист. Корневая система состоит из главного корня и небольших боковых корней. Семена прорастают на 15–20-е сутки после посева. Прорастание надземное.

Семядоли овальные, голые, с одной срединной жилкой, верхушка тупая или с едва заметной выемкой. Размеры семядолей: длина пластинки – $1,70 \pm 0,05$ мм, ширина – $1,30 \pm 0,03$ мм (табл. 1). Гипокотиль длиной $0,40 \pm 0,02$ см. Эпикотиль сильно укорочен, проросток имеет форму розетки. Первый лист разворачивается непосредственно над семядолями на 9–12 сутки после прорастания. Длина пластинки первого листа – $0,35 \pm 0,01$ см, ширина – $0,79 \pm 0,02$ см. Длина черешка первого листа – $0,40 \pm 0,01$ см. Главный корень в период массового перехода большинства растений в данное стояние – стержневой, длиной $1,61 \pm 0,04$ см. Продолжительность онтогенетического состояния «проростки» составляет 17 ± 1 суток.

Таблица 1

Биометрические показатели *Campanula carpatica* в прегенеративном периоде

Части растений	Признаки	Возрастное состояние			
		Проросток	Ювенильное	Имматурное	Виргинильное
Семядоли	длина, мм	$1,70 \pm 0,05$	-	-	-
	ширина, мм	$1,30 \pm 0,03$	-		
	черешок, мм	$1,01 \pm 0,03$	-		
Гипокотиль	длина, см	$0,40 \pm 0,02$	$5,8 \pm 0,2$	$2,51 \pm 0,07$	$3,6 \pm 0,1$
Листья	число, шт.	1	2-4	5-8	9-12
	длина, см	$0,35 \pm 0,01$	$5,7 \pm 0,2$	$2,32 \pm 0,06$	$3,3 \pm 0,1$
	ширина, см	$0,79 \pm 0,02$	$1,53 \pm 0,04$	$6,6 \pm 0,2$	$6,4 \pm 0,2$
Черешок	длина, см	$0,40 \pm 0,01$	$0,96 \pm 0,02$	-	-
Корень	длина, см	$1,61 \pm 0,04$	$5,6 \pm 0,2$	$8,9 \pm 0,2$	$15,5 \pm 0,5$

Ювенильные растения – одноосные розеточные стержнекорневые. Особи этого возрастного состояния формируют от 2 до 4 листьев ювенильного типа. Второй и третий листья значительно крупнее (длина – $5,9 \pm 0,2$ см; ширина – $1,5 \pm 0,1$ см), форма такая же, как у первого листа. Листорасположение очередное. Длина черешка – $0,96 \pm 0,02$ см. В пазухах семядолей и листьев закладываются почки, которые дают начало боковым побегам. Таким образом, первый этап формирования первичного куста начинается уже в ювенильном возрастном состоянии. Гипокотиль утолщается и увеличивается в длину. Главный корень достигает $5,6 \pm 0,2$ см длины и ветвится до III порядка. Ювенильное состояние особей продолжается 19 ± 2 суток.

Имматурные растения характеризуются отмиранием семядолей и первого листа, появлением 5–8 листовых пластинок «переходного» типа длиной $2,5 \pm 0,1$ см, шириной $2,3 \pm 0,1$ см и появлением боковых побегов второго порядка из пазушных почек боковых побегов первого порядка. Черешок достигает длины $6,6 \pm 0,2$ см. Гипокотиль втягивается в землю. Главный корень утолщается и ветвится до IV порядка, возникают придаточные корни на гипокотиле. Продолжительность имматурного состояния составляет 33 ± 2 суток.

Виргинильные растения характеризуются началом развития вторичных боковых побегов. Листья увеличиваются в своих размерах: длина пластинки – $3,6 \pm 0,1$ см, ширина – $3,3 \pm 0,1$ см. По форме они практически не отличаются от листьев генеративных особей. Базальная часть главной оси втягивается в землю. Корневая система – смешанная. Продолжительность виргинильного состояния – 20 ± 2 суток. В таблице 1 приведены некоторые биометрические показатели *C. carpatica* в прегенеративном периоде. Продолжительность прегенеративного периода составляет 72 ± 4 суток.

Изучаемый вид достиг генеративного периода в первый год жизни. Молодое генеративное состояние наступает во время первого цветения особей. Оно характеризуется начальной фазой формирования корневищ вследствие развития подземных побегов возобновления из пазушных почек в базальных частях побегов II порядка. Стадия

бутонизации наблюдается в первой декаде июля. Цветение наступает через 12–18 суток. Vegetация растений первого года заканчивается в молодом генеративном состоянии в середине октября. Крупные листья отмирают, в прикорневой розетке закладываются под засохшими листьями мелкие листочки.

На второй год вегетации особи *C. carpatica* переходят в средневозрастное генеративное состояние (в период второго цветения – третья декада июня). Данное возрастное состояние характеризуется наличием хорошо сформированной корневой системы, наиболее мощно развитыми вегетативной (наблюдается дальнейшее кущение побегов) и репродуктивной сферами. Количество генеративных побегов достигает 18–20 штук на особь, в 4,1 раза увеличивается количество цветков (до 88,7±2,6 шт.). Также наблюдается усложнение соцветий: от одиночных цветков к кисти. Таким образом, второй вегетационный период особи *C. carpatica* проводят в средневозрастном генеративном состоянии. Вегетативные побеги в виде мелких прикорневых листочков уходят под снег зелеными, но в течение зимы отмирают.

Старое генеративное состояние наступает при отмирании первичного куста, которое сопровождается партикуляцией его частей. У *C. carpatica* в возрасте пяти лет около 25 % отдельных особей отделяется, образуя самостоятельные парциальные кусты. Остальные особи остаются в средневозрастном состоянии.

В таблице 2 приведены некоторые морфометрические показатели генеративных особей *C. carpatica* в разных возрастных состояниях: молодое (g1), средневозрастное (g2) и старое (g3) генеративные.

Таблица 2

Морфометрические показатели генеративных органов *Campanula carpatica* в разных возрастных состояниях

Возрастное состояние	Высота, см		Количество на особь, шт.	
	генеративного побега	соцветия	генеративных побегов	цветков
<i>g1</i>	31,2±0,9	10,1±0,3	13,1±0,3	23,3±0,6
<i>g2</i>	32,3±0,9	19,3±0,5	20,4±0,6	88,7±2,6
<i>g3</i>	9,5±0,2	4,4±0,1	3,5±0,1	8,7±0,2

Выявлено, что при выращивании в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья особи *C. carpatica* способны к длительному культивированию (не менее 9 лет) без пересадки благодаря семенному и вегетативному возобновлению.

В результате изучения морфологических признаков выявлено, что для *C. carpatica* характерны закрытые фрондулезные простые кистевидные соцветия. Первым всегда раскрывается терминальный цветок, вторым – базальный или цветок, расположенный в нижней трети соцветия. Дальнейшее направление раскрытия – акропетальное (то есть направленное от основания оси к ее верхушке). Изучение структуры соцветий и порядка распускания в них цветков позволило отнести соцветия данного вида к тирсам.

Цветки крупные шириной 4,9±0,2 см, высотой 2,8±0,1 см, многочисленные (до 88,7±2,6 шт. на особь), актиноморфные, с двойным околоцветником, обоеполые. Чашечка с пятью часто заостренными зубцами и трубкой. Чашечка без придатков, плотно срастается с венчиком и образует цветочную трубку. Венчик сростнолепестный, пятилопастной, ширококолокольчатый, обыкновенно в верхней части разделен на доли (1/2), фиолетово-синий, устойчивый к выгоранию. Цветоножки среднего размера, длиной 2,14±0,06 см.

Андроцей образован пятью свободными, обычно несколько расширенными тычиночными нитями. Выделены 4 стадии цветения (стадия бутона, ранняя, средняя и поздняя), отличающиеся по морфофизиологическим характеристикам. Для вида характерно вторичное преподношение пыльцы. В конце цветения наблюдается автогамия (Викторов, 2000). Гинецей ценокарпный. Количество плодолистиков – 3. Столбик среднего размера (относительно венчика). Для вида характерна 3-гнездная нижняя завязь.

Исследуемый вид является протерандричным растением. По нашим наблюдениям, пыльца откладывается на столбик в уже окрашенном, но совершенно плотно закрытом бутоне. В начинающемся раскрывающемся цветке тычинки уже лишены пыльцы, отклонены в сторону от столбика, столбик же густо покрыт пыльцой, рыльца сомкнуты. На второй день цветок раскрыт полностью, рыльца начинают разворачиваться. В таком состоянии цветок остается в течение 2–4 дней в зависимости от погодных условий, причем в это время пыльца со столбика постепенно уносится насекомыми, пыльники совершенно засыхают, а рыльца полностью разворачиваются и концы их закручиваются. На 3–5 день жизни цветка щели между основаниями тычиночных нитей начинают немного приоткрываться.

Цветки *C. carpatica* не отклоняются (направлены вверх) или отклоняются незначительно. Обычно на 5–7 день жизни цветка происходит нанесение насекомыми пыльцы на рыльце, после чего цветок завядает. Околоцветник бурееет, засыхает; начинает развиваться завязь.

Определена жизнеспособность пыльцы *C. carpatica*. Выявлено, что оптимальной средой для ее прорастания является 5 % раствор сахарозы. Пыльца изученного вида высоко жизнеспособна (50 %), что является одним из факторов хорошей результативности опыления.

Плод у *C. carpatica* – сухая ценокарпная трехгнездная многосемянная удлиненная прямая (вверх направленная – стоячая, цилиндрическая) ребристая, редко опушенная коробочка, формирующаяся из нижней завязи и вскрывающаяся подковообразно на верхушке. Высота коробочки – $8,6 \pm 0,2$ мм, ширина – $5,5 \pm 0,2$ мм. Среднее количество семян в одной коробочке – $188,7 \pm 5,6$ штук. Диссеминация происходит по типу баллистаноохории.

Семена мелкие, продолговатые, уплощенные (слегка сплюснутые), шероховатые, голые, коричневой окраски. Характерно наличие блеска. «Крылья» и «носики» не выражены. На основе микроскопического изучения ультраструктуры поверхности семян выявлено, что они имеют равноячеистую поверхность (рис. 3). Длина семянки – $1,05 \pm 0,03$ мм, ширина – $0,39 \pm 0,01$ мм. Масса 1000 штук семян составляет $0,08 \pm 0,01$ г. Массовое созревание семян и диссеминация происходят в июле – августе. Всходы появляются весной следующего года, в отдельные годы дают единичный самосев. Семена *C. carpatica* не имеют периода покоя.



Рис. 3. Семена *Campanula carpatica*

Колокольчик карпатский имеет высокую семенную продуктивность ($24,5 \pm 0,7$ тыс. семян на растение), которая обусловлена, прежде всего, его биоморфологическими особенностями: многоцветковым соцветием, многосемянными плодами. Свежесобранные семена *C. carpatica* характеризуются высокой всхожестью (74–100 %) и энергией прорастания (64–98 %), коротким периодом прорастания (7 суток).

Показано, что для получения большего количества посадочного материала в условиях лесостепной зоны Башкирского Предуралья для изученного вида перспективны весенние посеы в закрытый грунт свежесобранными семенами или хранившимися в течение 1 года после сбора с последующим выращиванием рассады (табл. 3).

Таблица 3

Всхожесть (а) и энергия прорастания (б) семян *Campanula carpatica* в открытом и защищенном грунте, %

защищенный		Грунт			
		весна (начало мая)		осень (начало октября)	
весна (конец марта)		весна (начало мая)		осень (начало октября)	
а	б	а	б	а	б
55	18	19	11	9	5

Испытано влияние химических препаратов (гетероауксин, ГУМИ-20) и физических факторов (переменная температура, скарификация, стратификация) на всхожесть длительно хранившихся семян (4 года). Анализ результатов лабораторного опыта показал, что наиболее эффективными являются использование переменных температур (22 °С днем и 3 °С ночью) и препарата ГУМИ-20 (0,01 % раствор, экспозиция 2 ч), при этом всхожесть семян увеличивается в 1,2–1,4 раза.

В результате изучения компонентного состава надземных органов *C. carpatica* выявлено 14 аминокислот, 9 из которых незаменимые. Такие аминокислоты, как аргенин, треонин, серин, пролин, глицин, валин, тирозин и фенилаланин, больше содержатся в листьях (0,37–1,97 %), лизин, метионин, цистеин, гистидин, изолейцин и лейцин – в стеблях (0,27–1,59 %) (табл. 4). Содержание протеина, жира, сахара было выше в цветках, клетчатки – в стеблях, золы – в листьях. По содержанию Na, Ca, P, Zn, Mn, I превосходили листья, K, Cu – стебли. Лидером по содержанию Fe являются цветки *C. carpatica* (1325,7±39,8 мг/кг), что свидетельствует о возможности использования их для профилактики железодефицитной анемии (табл. 5).

Таблица 4

Содержание аминокислот в надземных органах *Campanula carpatica*

Аминокислота, %	Цветок	Лист	Стебель
Лизин*	0,71±0,02	0,06±0,01	1,59±0,04
Метионин*	0,06±0,01	0,22±0,01	0,27±0,01
Цистеин	0,52±0,01	0,34±0,01	1,04±0,03
Гистидин*	0,34±0,01	0,09±0,01	0,69±0,02
Аргенин*	0,12±0,01	0,70±0,02	0,02±0,01
Треонин*	0,01±0,01	0,37±0,01	0,19±0,01
Серин	0,08±0,01	0,46±0,01	0,03±0,01
Пролин	1,12±0,03	1,52±0,04	1,37±0,04
Глицин	0,64±0,01	1,16±0,03	0,66±0,01
Валин*	1,58±0,04	1,97±0,06	0,65±0,01
Изолейцин*	0,16±0,01	0,16±0,01	0,67±0,01
Лейцин*	0,60±0,02	0,06±0,01	1,33±0,04
Тирозин	0,22±0,01	0,46±0,01	0,01±0,01
Фенилаланин*	0,16±0,01	0,54±0,02	0,11±0,01
Суммарное содержание	6,3±0,2	8,1±0,3	8,6±0,3

Примечание к таблице. Звездочкой (*) отмечены незаменимые аминокислоты.

По 100-балльной шкале декоративности *C. carpatica* набрал 91 балл. Наибольшее количество высших оценок он получил по следующим признакам: окраска, величина и

форма цветка, обилие и длительность цветения, устойчивость цветка к неблагоприятным условиям и состояние растения.

По хозяйственно-полезным признакам *C. carpatica* по 50-балльной шкале получил 40 баллов. Данный вид характеризуется длительным цветением; является высокопродуктивным, многостебельным, не поражается болезнями. Он высокоустойчив в условиях культуры (6 баллов): регулярно и массово цветет, плодоносит, саморасселяется самосевом.

Таблица 5

Содержание биологически активных веществ в надземных органах *Campanula carpatica*

Биологически активные вещества	Цветок	Лист	Стебель
Протеин, %	8,4±0,3	7,5±0,2	4,9±0,2
Клетчатка, %	15,9±0,5	23,5±0,7	30,7±0,9
Зола, %	1,21±0,03	4,1±0,1	3,2±0,1
Жир, %	5,9±0,2	4,3±0,1	3,5±0,1
Сахар, г/кг	8,9±0,3	7,5±0,2	4,2±0,1
Каротин, мг/кг	33,7±1,1	4,3±0,1	33,6±1,1
K, %	0,89±0,02	1,30±0,03	1,71±0,05
Na, %	0,12±0,01	0,29±0,01	0,07±0,01
Ca, %	1,12±0,01	2,13±0,06	0,43±0,01
P, %	0,24±0,01	0,29±0,01	0,13±0,01
Zn, мг/кг	70,3±2,1	91,6±2,6	81,9±2,5
Fe, мг/кг	1325,7±39,8	1133,7±34,0	1022,7±30,4
Cu, мг/кг	1,50±0,04	1,92±0,06	2,77±0,08
Mn, мг/кг	557,8±17,1	707,5±21,4	472,4±14,6
I, мг/кг	0,08±0,01	0,25±0,01	0,05±0,01

В результате комплексной оценки перспективности вид набрал 131 балл. Он отличается высокой декоративностью, обильным и продолжительным цветением, устойчивостью к болезням и климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья. *C. carpatica* рекомендован для пополнения зонального ассортимента культивируемых растений Республики Башкортостан. Он может применяться в бордюрах, групповых посадках, рабатках, миксбордерах, рокариях, для вертикального озеленения, составления миниатюрных букетов, как горшечная культура.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучены биологические особенности *C. carpatica* на базе Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук. Он отнесен к высокоустойчивым растениям, так как проходит полный годичный цикл развития побегов, характеризуется стабильностью ритмических процессов и их приспособленностью к почвенно-климатическим условиям лесостепной зоны Башкирского Предуралья. Жизненное состояние высокое. Растения интенсивно размножаются, часто образуют самосев и способны к самовозобновлению, а иногда и расширению занимаемой площади.

Выявлено, что онтогенез *C. carpatica* проходит по неполночленному типу: сенильный период у данного вида не выражен. Показано, что индикаторными признаками возрастных состояний являются: для проростков – наличие семядолей и первого листа, для ювенильных особей – 2–4 листа ювенильного типа, первый этап формирования первичного куста (кущение предгенеративное), образование придаточных корней в нижних узлах главного побега, для иматурных особей – отмирание первого листа и семядолей, втягивание гипокотыля в землю, для виргинильных – втягивание базальной части главной оси стебля в землю. Выявлено, что *C. carpatica* характеризуется коротким прегенеративным периодом.

Соответственно, генеративного периода особи достигли в первый год вегетации. Молодое генеративное состояние наступает во время первого цветения особей. Оно характеризуется начальной фазой формирования корневищ вследствие развития подземных побегов возобновления из пазушных почек в базальных частях побегов II порядка. Средневозрастное генеративное состояние наступает на второй год вегетации. Оно характеризуется наличием хорошо сформированной корневой системы, наиболее мощно развитыми вегетативной (наблюдается дальнейшее кущение побегов) и репродуктивной сферами. Старое генеративное состояние наступает на 5 год жизни у 25 % особей, оно характеризуется отмиранием первичного куста, сопровождающимся партикуляцией особей.

Показано, что семенная продуктивность *C. carpatica* высокая и составляет $24,5 \pm 0,7$ тыс. семян на растение. Она обусловлена многоцветковым соцветием, многосемянной коробочкой, высокой жизнеспособностью пыльцы и эффективностью опыления. Семена не имеют периода покоя.

Выявлено, что для повышения всхожести длительно хранившихся семян *C. carpatica* наиболее перспективным является использование переменных температур ($22\text{ }^{\circ}\text{C}$ днем и $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ночью) и препарата ГУМИ-20 (0,01 % раствор, экспозиция 2 часа), при этом всхожесть семян увеличивается в 1,2–1,4 раза.

При изучении компонентного состава надземных органов колокольчика карпатского обнаружен богатый набор нутриентов – аминокислот, протеинов, сахаров, макро- и микроэлементов, а высокое содержание Fe в сочетании с полисахаридами позволяет обсуждать профилактический эффект *C. carpatica* при дефиците этого элемента.

По комплексу биолого-хозяйственных признаков (способности к семенному и вегетативному размножению, холодостойкости и зимостойкости, устойчивости к засухе, вредителям и болезням), а также благодаря высоким декоративным качествам (продолжительному и обильному цветению, яркой чистой окраске цветков) *C. carpatica* перспективен для озеленения населенных пунктов в лесостепной зоне Башкирского Предуралья.

Список литературы

- Аллаярова И. Н., Миронова Л. Н. Биологические особенности представителей рода *Campanula* L. при интродукции в Башкирском Предуралье // Вестник ИрГСХА. – 2011. – № 44. – Ч. II. – С. 14–20.
- Аллаярова И. Н., Миронова Л. Н. Жизненные формы некоторых представителей рода *Campanula* L. в Башкирии // Цветоводство: традиции и современность: Материалы VI Междунар. науч. конфер. – Волгоград, 2013. – С. 103–105.
- Аллаярова И. Н., Миронова Л. Н. Колокольчики в Башкирском Предуралье: интродукция, онтогенез и жизненные формы // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2012. – № 3. – С. 47–52.
- Аллаярова И. Н., Миронова Л. Н. Краткие итоги культивирования видов рода *Campanula* L. в Башкирии // Бюллетень ГБС РАН. – 2014. – № 2 (200). – С. 27–36.
- Баканова В. В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. – Киев: Наук. думка, 1984. – 156 с.
- Безделева А. Б., Безделева Т. А. Жизненные формы семенных растений российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 296 с.
- Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботанический журнал. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826–831.
- Викторов В. П. Род Колокольчик (Декоративные и медоносные растения, нуждающиеся в охране) // Биологическая флора Московской области. – 2000. – Вып. 14. – С. 181–211.
- Каден Н. Н., Смирнова С. А. К методике составления карпологических описаний // Составление определителей растений по плодам и семенам (метод. разработки). – Киев: Наук. думка, 1974. – С. 63.
- Каталог растений Ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН / Под ред. В. П. Пухнихина. – Уфа: Информреклама, 2005. – 224 с.
- Красная книга Украины. – Киев: Глобалконсалтинг, 2009. – С. 381.
- Методика государственного сортоиспытания декоративных культур. – М.: МСХ РСФСР, 1960. – 182 с.
- Методика фенологических наблюдений в ботанических садах / Под ред. Л. И. Лапина. – М.: ГБС АН СССР, 1972. – 135 с.
- Миронова Л. Н., Реут А. А. История интродукции декоративных травянистых многолетников в Ботаническом саду города Уфы // Ботанические сады. Проблемы интродукции. Сер. Биологическая / под ред. Т. П. Свиридова. – Томск, 2010. – С. 259–262.

Миронова Л. Н., Реут А. А., Шайбаков А. Ф., Шипаева Г. В. Таксономический состав декоративных травянистых растений культурной флоры Башкирии // Известия Уфимского научного центра РАН. – 2014. – № 1. – С. 43–49.

Миронова Л. Н., Реут А. А., Шипаева Г. В., Шайбаков А. Ф. Ассортимент декоративных травянистых многолетников для оформления цветников в городах Башкирии // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6 (112). – С. 237–240.

Работнов Т. А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. – 1950. – Вып. 1. – С. 465–483.

Размологов В. П. Культура пыльников пиона *in vitro* // Бюлл. ГБС РАН. – 1982. – Вып. 125. – С. 91–92.

Реут А. А., Миронова Л. Н. Исследование элементного и аминокислотного состава растительного сырья некоторых представителей рода *Paeonia* L. // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2013. – Т. 48. – С. 200–203.

Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.

Федоров А. А., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие. – М.: Наука, 1979. – 296 с.

Фирсова М. К., Попова Е. П. Оценка качества зерна и семян. – М.: Наука, 1981. – 223 с.

Allayarova I. N., Reut A. A. Biological features of rare species *Campanula carpatica* Jacq. in the conditions of Republic of Bashkortostan // Ekosistemy. 2018. Iss. 15 (45). P. 72–81.

The paper presents the results of a study of the biological features of the rare species *Campanula carpatica* Jacq. on the basis of the South-Ural Botanical Garden-Institute – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences. Ontogenesis was studied in detail over a 9-year period. It is revealed that it passes through the incomplete type, that is, the senile period in *C. carpatica* is not expressed. It is shown that in this species the seed productivity is high. Freshly harvested seeds have no period of rest. To increase the germination of seeds stored for about four years, the most promising method is the use of variable temperatures and the preparation GUMI-20. When studying the component composition of the overground organs of *C. carpatica*, a rich set of nutrients - amino acids, proteins, sugars, macro- and microelements, was discovered. As a result of the assessment of the success of the introduction, *C. carpatica* is classified as highly resistant culture. Plants intensively multiply, often form a self-seeding, are capable of self-renewal, and sometimes of expanding the occupied area. On a complex of biologic-economic features, and also due to high decorative qualities *C. carpatica* is promising for landscaping of settlements in the forest-steppe zone of the Republic of Bashkortostan.

Key words: *Campanula carpatica* Jacq., ontogeny, phenology, dynamics of growth, decorative qualities, the success of introduction, seed productivity, seed germination, component composition.

Поступила в редакцию 12.06.18