



УДК 582.717 (571.122) +630\*182.47(571.122)  
DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2018.23.43>

## Результаты интродукции *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch в таёжной зоне Западной Сибири

И. Н. Турбина, И. В. Кравченко

Сургутский государственный университет, Сургут  
E-mail: [scilla3@yandex.ru](mailto:scilla3@yandex.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты исследования *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch в условиях таёжной зоны Западной Сибири. Авторами отмечено, что *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch относится к ритмологической группе длительновегетирующих длиннокорневищных поликарпиков, феноритмотипу весенне-летне-зимнезелёному с поздневесенним цветением. Цветение наступало во второй декаде мая при сумме положительных температур от 127,9 °С до 329,9 °С. Семена бадана толстолистного полноценные, с высокой лабораторной всхожестью – 86,7 %. Потенциальная семенная продуктивность составляла в среднем  $2\,507,25 \pm 112,56$  семян на один генеративный побег. Вид способен к естественному вегетативному размножению. Рассмотрена динамика содержания фотосинтетических пигментов хлоропластов и тяжёлых металлов в зелёных листьях растения на разных этапах сезонного развития. При сравнении сезонной динамики накопления фотосинтетических пигментов в зелёных листьях *B. crassifolia* двух вегетационных периодов выявлено, что погодные условия 2017 г. способствовали увеличению в 1,5–2 раза содержания хлорофилла на протяжении всего периода развития, чем в аналогичном периоде 2015 г. Для обоих сезонов характерно максимальное накопление каротиноидов осенью (фаза вегетации), что повышает устойчивость вида к неблагоприятным воздействиям низкой температуры в зимний период. Высокая величина соотношения содержания хлорофилла и каротиноидов (хл.  $a+b/Ck$ ) в летний период (фазы бутонизации, цветения, плодоношения) свидетельствует об удовлетворительном физиологическом состоянии растений.

**Ключевые слова:** бадан толстолистный, интродукция растений, Западная Сибирь, феноритмотип, фаза развития, фотосинтетические пигменты, адаптации.

**Для цитирования:** Турбина И. Н., Кравченко И. В. Результаты интродукции *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch в таёжной зоне Западной Сибири // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2018. Т. 23. С. 43–53. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2018.23.43>

### Введение

Интродукция растений является наиболее эффективным, а иногда единственным возможным методом сохранения биологического разнообразия и одновременно обогащения ассортимента декоративных растений. При оценке интродукции полезных видов растений наибольшее значение имеют устойчивость ритмов их сезонного развития и репродуктивная способность. У декоративных видов с сезонной ритмикой, кроме того, связана продолжительность декоративного эффекта, определяемая сроками и длительностью цветения и вегетации (феноритмотипом) [Данилова, 2017]. В настоящей работе рассматриваются особенности сезонного развития вида, постоянно со-

храняющего ассимиляционный аппарат и способного к круглогодичной вегетации. Согласно классификации И. В. Борисовой [1965] и Р. А. Карпионовой [2012] бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch) относится к ритмологической группе длительновегетирующих видов, феноритмотипу весенне-летне-зимнезелёному.

Биологическое значение зимнезелёности в континентальном климате состоит в том, что сохранение ассимиляционного аппарата в течение зимы позволяет растениям весной переходить к фотосинтезу в максимально короткие сроки и достигать наибольшей в конкретных условиях среды продуктивности. При благоприятных условиях перезимовки старые листья фотосинтезируют не только раньше по срокам, но и интенсивнее молодых [Фомина, 2012б]. Зимнезелёность – факультативный биоморфологический признак, зависящий от климатических факторов, экологических условий местообитания и онтогенетического состояния растений [Фомина, 2012а]. Поясно-зональное распределение зимнезелёных видов показало их приуроченность к горным условиям, меньшее, но примерно одинаковое представительство в лесных и степных ценозах и редкую встречаемость среди луговой и болотной растительности [Интродукция и введение ... , 2012].

Бадан толстолистный относится к экологической группе растений – мезопетрофитов. Произрастает в лесном субальпийском и альпийском поясах на высоте от 300 до 2 000 м над у. м. по склонам северных и северо-восточных экспозиций, встречается в редких лесах по падиям и долинам рек. Ареал бадана ограничен, он растёт в Сибири в горной черневой тайге (лес с преобладанием пихты и ели) по скалам и каменистым склонам (Алтай, Саяны, Прибайкалье, Забайкалье, Республика Тыва) [Худоногова, 2015]. Количество биологически активных веществ в листьях бадана на разных фазах вегетации неодинаково, но их качественный состав сходен и представлен разными группами фенольных соединений, водорастворимыми и жирорастворимыми витаминами, минеральными веществами. Благодаря наличию широкого спектра химических соединений бадан толстолистный с давних пор использовался в качестве лекарственного растения в народной тибетской и монгольской медицине [*Bergenia crassifolia* ... , 2014].

Интродукционные исследования проводили в условиях г. Сургута, который расположен в среднетаёжной зоне Западно-Сибирской равнины, характеризующейся резко континентальным климатом с холодной продолжительной зимой и тёплым коротким летом. По обеспечению влагой район находится в области достаточного увлажнения. Находясь на севере Азии, территория испытывает влияние влажных воздушных масс с Северного Ледовитого океана. Зима относительно сухая и морозная. В летний период доминируют северные ветра, однако в ясную погоду воздушные массы успевают прогреваться.

Цель работы: выявить биологические особенности *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch в условиях таёжной зоны Западной Сибири.

### **Материалы и методы**

Бадан толстолистный относится к отделу Magnoliatae (Angiospermae), к классу Двудольных Magnoliopsida (Dicotyledones), подклассу Rosidae, надпорядку Rosanae, порядку Камнеломкоцветных Saxifragales, семейству Камнеломковых Saxifragaceae A.L. de Jussieu, роду *Bergenia* Moench [Тахтаджян, 1987].

Это вечнозелёный травянистый многолетник с мощным мясистым густо ветвящимся корневищем, покрытым остатками старых прилистников и черешков розеточных листьев. Все листья прикорневые, собранные в густую розетку, крупные, длинночерешковые, кожистые. Листовая пластинка широкоэллиптическая, длиной до 35 см, шириной до 30 см. На их нижней стороне отчётливо видны точечные желёзки. Стебель заканчивается крупным густым метельчато-щитковым соцветием с крупными пятимерными цветками. Цветки обоеполые, колокольчатые, с двойным околоцветником, раздельнолепестные. Венчик лилово-розовый, чашечка пятилистная, при основании спаянная. Тычинок 10, завязь полунижняя с двумя-тремя столбиками. Плод – двугнёздная коробочка. Семена мелкие, с маленьким прямым зародышем и обильным эндоспермом [Phytochemical comparison ... , 2012; Реут, Миронова, 2014].

Семенной материал был получен из Полярно-альпийского ботанического сада-института имени Н. А. Аврорина. Биометрические замеры (высота растения; число цветков в соцветии; длина, ширина и число листьев) проводили у 10–20 экз. растений. Исследование содержания пигментов проводили в лаборатории биохимии и комплексного мониторинга загрязнения окружающей среды СурГУ. Содержание фотосинтетических пигментов определяли в 3-кратной биологической повторности на спектрофотометре СФ-56 (ЛОМО-Микросистемы, Россия) по методике Е. В. Барковского [2013]. Наличие пигментов рассчитывали в мг/г сухого вещества. Изучение всхожести семян проводили в лабораторных условиях, при температуре 18–20 °С, используя общепринятые методики [Беляева, Бутенкова, Прокопьев, 2016; Дарханова, Строева, Барашкова, 2016]. Измерения, фотографирование объектов и обработка изображений выполнены с применением светового стереомикроскопа СПМ 0880 (Альтами, Россия), цифрового видеоокуляра UCМOS 5100 КРА 5.1 Мп (Sigeta, Украина) и программного обеспечения Scope Photo v. 3.1.

### **Результаты и обсуждение**

Исследования проводились в течение двух вегетационных сезонов, различающихся характером погодных условий (рис. 1).

Сезонный цикл развития бадана толстолистного начинается с возобновления вегетации весной, сразу после схода снега. Развёртывание новых листьев происходит в конце апреля – первой декаде мая при сумме положительных температур воздуха 27–35 °С.



Рис. 1. Основные характеристики погодных условий вегетационных периодов 2015 и 2017 гг. лет в г. Сургуте (по данным Сургутской метеостанции)

Весна 2015 г. была ранней, снежный покров сошёл в конце апреля. В мае среднемесячная температура составляла 10,6 °С, сумма осадков 48,8 мм. Из всех летних месяцев июнь был самым жарким, со среднемесячной температурой 18,8 °С и умеренным (до 95 мм) количеством осадков. Июль был тёплым (среднемесячная температура 16,2 °С), с обильными осадками в виде ливневых дождей. В августе стояла неустойчивая погода, сухая в первой и дождливая во второй декадах. Первые заморозки отмечены в конце сентября.

Весна 2017 г. была поздней, влажной и затяжной, среднемесячная температура апреля 6,6 °С. Май был холодный, сухой, с неоднократными заморозками, среднемесячная температура составляла 4,1 °С. Июнь тёплый со среднемесячной температурой 16,1 °С, без осадков. Июль 2017 г. был жарким, засушливым, среднемесячная температура 18,2 °С, сумма осадков 52,3 мм. Август тёплый (среднемесячная температура 15,4 °С), с умеренными осадками.

Продолжительность периода от начала весенней вегетации до начала цветения составляет в среднем 15–20 дней, а от бутонизации до цветения – 8–10 дней. Начало цветения наступает во второй декаде мая. Длительность цветения составляет 25–28 дней, массового цветения – 12–15 дней и зависит от погодных условий.

Цветение наступает при сумме положительных температур от 127,9 °С до 329,9 °С. Продолжительность цветения бадана в 2015 г. составляла 23–25 дней при сумме положительных температур 329,9–564,5 °С, максимальной среднемесячной температуре 18,8 °С и сумме осадков 95,1 мм. Продолжительность цветения в 2017 г. была 21–22 дня. За этот вегетационный период сумма положительных температур на период цветения бадана толстолистного составляла 127,9–332,1 °С. При этом среднемесячная температура мая была 4,1 °С. К концу цветения среднемесячная температура повысилась до 16,1 °С. В августе наблюдали вторичное цветение только у единичных зрелых генеративных особей.

Таким образом, сложившиеся погодные условия 2015 г. способствовали более раннему цветению бадана по сравнению с 2017 г., т. е. констатируется выраженная фенологическая реакция вида на особенности погоды конкретного вегетационного сезона. Полученные наблюдения подтверждают высказываемое многими ботаниками мнение о том, что наиболее чувствительны к проявлениям потепления климата весеннецветущие растения. Изменение

температуры весеннего сезона влияет на начало их цветения, скорее всего, опосредованно – через время раскрытия почек [Moskalenko, 2013].

Особенностью сезонного развития *B. crassifolia* является постоянно сохраняющийся ассимиляционный аппарат и способность к круглогодичной вегетации (рис. 2).

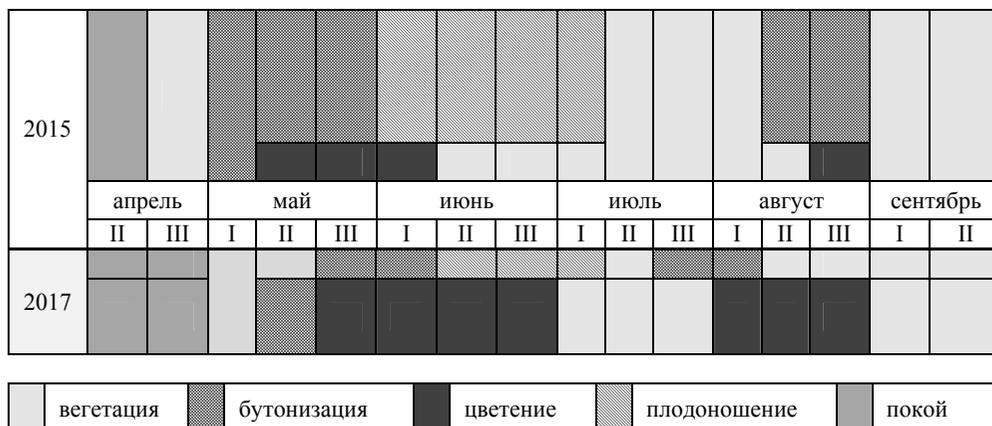


Рис. 2. Феноспектр развития *Bergenia crassifolia* в условиях Сургута

Семена начинают завязываться в начале второй декады июня. На одном соцветии наблюдали одновременно цветки и образование коробочек. В первой декаде июля созревшие семена начинают осыпаться, незначительная их часть остаётся в сухих коробочках. Семена вытянутые, морщинистые, чёрного цвета (рис. 3, А). Длина семян 0,2–0,3 см, ширина 0,1 см. Средняя масса 1 тыс. шт. составляет  $0,18 \pm 0,02$  г. Число завязавшихся семян в плоде от 84 до 105 шт. Потенциальная семенная продуктивность (ПСП) составила в среднем  $2\,507,25 \pm 112,56$  семязачатков на один генеративный побег.

Опытное проращивание свежесобранных семян в условиях лаборатории проводили при температуре 20,1–21,3 °С в период с 10.08.2017 по 18.08.2017. Проросшие семена учитывали ежедневно в течение всего периода прорастания. Начало прорастания наблюдали на 7-й день, дружность прорастания составила 68 %. Отмечено, что семена бадана характеризуются однородностью по прорастанию и высокой всхожестью в условиях лаборатории (86,7 %). Установлено, что при хранении семян при температуре 18–20 °С в течение двух лет всхожесть снижается до 52 %.

Большое значение для культивирования вида имеет его способность к естественному вегетативному размножению с расширением занимаемого пространства [Данилова, 2012]. Длиннокорневищный бадан вегетативно подвижен, благодаря чему способен к расселению и длительному самоподдержанию на окультуренных участках.



Рис. 3. *Bergenia crassifolia*. А – семена; Б – генеративный побег (12.10.17 г.)

В течение всей зимы вид сохраняет зелёные листья (рис. 3, Б). Ассимилирующие листья остаются на побеге около двух-трёх лет, обычно отмирая к концу сентября третьего года. В предзимний период на побеге насчитывается 8 срединных (стеблевых) листьев, отличающихся максимально развитой листовой пластинкой (длина 13,5–15,0 см, ширина 9,5–11,0 см, длина черешка 4,0–5,0 см) и 2 верховых листа (длина 6,0–8,0 см, ширина 3,0–5,0 см, длина черешка 1,5–2,0 см). В почке возобновления с осени формируется генеративный побег, что обеспечивает зацветание весной. Из верхушечной почки весной развиваются молодые листья.

Важными характеристиками фотосинтетической деятельности растений является содержание в хлоропластах хлорофиллов *a* и *b* (хл. *a* и хл. *b*) и их суммы (хл. *a+b*), каротиноидов (*Ск*), а также соотношение между количеством хлорофилла и каротиноидов (хл. *a+b/Ск*). Исследования концентрации фотосинтетических пигментов в зелёных листьях бадана проводили в период наиболее активного метаболизма растений с мая по август включительно [Турбина, Мантрова, Кравченко, 2015]. На основе полученных данных был проведён анализ межгодовой динамики содержания фотосинтетических пигментов в соответствии с климатическими особенностями 2015 и 2017 гг. (табл.).

В первый год наблюдений листья бадана не отличались высоким уровнем содержания пигментов хлоропластов. Содержание зелёных пигментов варьировалось в течение вегетационного периода в диапазоне от 0,58 до 0,69 мг/г с максимумом накопления в летние месяцы. На протяжении вегетационного периода отмечено постепенное увеличение доли хл. *a*, содержание которого в 1,5–3,0 раза превысило таковое хл. *b*, о чём свидетельствовало соответствующее изменение соотношения этих групп зелёных пигментов в

период наблюдений. Для хл. *б* было характерно увеличение накопления в первой половине сезона, сменившееся незначительным снижением к концу вегетации. Содержание жёлтых пластидных пигментов на протяжении всего периода наблюдений значительно уступало уровню хлорофиллов. Так, в период вегетации отмечается максимальное значение доли каротиноидов ( $0,39 \pm 0,02$  мг/г). Изменение погодных условий вегетационного периода в 2017 г. по сравнению с 2015 г. привело к увеличению содержания хлорофилла в ассимилирующих органах бадана в 1,5–2 раза ( $0,92$ – $1,55$  мг/г) (табл.).

Таблица

Динамика содержания фотосинтетических пигментов в листьях *Bergenia crassifolia* на разных этапах сезонного развития, мг/г сухой массы

Фаза развития	Содержание, мг/г сухого веса				Отношение хл. <i>a+b</i> /Ск
	хл. <i>a</i>	хл. <i>б</i>	Ск	хл. <i>a+b</i>	
2015 г.					
Бутонизация	$0,42 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,01$	$0,11 \pm 0,01$	0,58	5,27
Цветение	$0,44 \pm 0,03$	$0,16 \pm 0,02$	$0,11 \pm 0,01$	0,60	5,45
Плодоношение	$0,52 \pm 0,05$	$0,17 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,01$	0,69	4,93
Вегетация	$0,55 \pm 0,02$	$0,14 \pm 0,01$	$0,39 \pm 0,02$	0,69	1,77
2017 г.					
Бутонизация	$0,58 \pm 0,04$	$0,34 \pm 0,03$	$0,18 \pm 0,02$	0,92	5,11
Цветение	$0,92 \pm 0,04$	$0,50 \pm 0,03$	$0,20 \pm 0,03$	1,42	7,10
Плодоношение	$0,78 \pm 0,06$	$0,37 \pm 0,04$	$0,21 \pm 0,03$	1,15	5,48
Вегетация	$1,10 \pm 0,07$	$0,45 \pm 0,04$	$0,36 \pm 0,05$	1,55	4,31

Для обоих сезонов характерно максимальное накопление фотосинтетических пигментов (в первую очередь – каротиноидов) осенью (фаза вегетации). Пигменты увеличивают устойчивость вида к неблагоприятным воздействиям низкой температуры в зимний период [Adams, Demmig-Adams, 1994].

Соотношение хл. *a+b*/Ск – в норме стабильный показатель, характеризующий состояние пигментного комплекса растений и чётко реагирующий на изменения различных факторов среды. Высокая величина соотношения в летний период (фазы бутонизации, цветения, плодоношения), свидетельствует об удовлетворительном физиологическом состоянии растений. Снижение соотношения хл. *a+b*/Ск в осенний период (1,77–4,31) говорит о снижении физиологического статуса растений, вызванном воздействием низкой температуры.

Отличающиеся погодные условия 2017 г. не оказали существенного влияния на величину соотношения хлорофиллов «*a*» и «*б*», хотя различия с предыдущим годом наблюдений в их динамике всё же были выявлены. Уровень же накопления жёлтых фотосинтезирующих пигментов в листьях бадана в первой половине сезона в 1,5 раза превысил показатели 2015 г. с последующим снижением в фазе вегетации несколько более сильным, чем в 2015 г. (см. табл.), что обусловлено нестабильным температурным режимом вегетационного периода 2017 г.

### Заключение

В условиях таёжной зоны Западной Сибири (г. Сургут) по сезонному ритму развития для бадана толстолистного выделен следующий феноритмотип: длительновегетирующий весенне-летне-зимнезелёный длиннокорневичный поликарпик с поздневесенним цветением. Цветение наступало во второй декаде мая при сумме положительных температур от 127,9 до 329,9 °С. Семена характеризуются однородностью по прорастанию и высокой (86,7 %) лабораторной всхожестью. Потенциальная семенная продуктивность составляла в среднем  $2\ 507,25 \pm 112,56$  семязачатков на один генеративный побег. Вид способен к естественному вегетативному размножению. При сравнении сезонной динамики накопления фотосинтетических пигментов в зелёных листьях *B. crassifolia* двух вегетационных периодов выявлено, что погодные условия 2017 г. способствовали увеличению содержания хлорофилла на протяжении всего периода развития в 1,5–2 раза по сравнению с аналогичным периодом 2015 г. Для каротиноидов отмечено повышение содержания осенью в последующей фазе вегетации в оба года исследований, что вызвано воздействием низкой температуры.

Несомненный перспективный интерес представляют исследования степени влияния климатических факторов на уровень накопления и характер сезонной динамики азота, фосфора, калия, кальция, магния, серы и суммы макроэлементов в отдельных органах бадана толстолистного.

### Список литературы

- Барковский Е. В. Современные проблемы биохимии. Методы исследований / ред. А. А. Чиркин. Минск : Вышш. шк., 2013. 491 с.
- Беляева Т. Н., Бутенкова А. Н., Прокопьев А. С. Особенности семенного размножения некоторых видов рода *Primula* L. (Первоцвет) в связи с перспективами их практического использования // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 5. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25439>.
- Борисова И. В. Ритмы сезонного развития степных растений и зональных типов степной растительности Центрального Казахстана // Тр. БИН им. В. Л. Комарова. Сер. 3, Геоботаника. 1965. Вып. 17. С. 64–99.
- Данилова Н. С. Самовозобновление травянистых растений Якутии в условиях интродукции // Вестн. Сев.-Вост. федер. ун-та им. М. К. Аммосова. 2012. Т. 9. № 4. С. 17–21.
- Данилова Н. С. Результаты интродукции редких и эндемичных растений Якутии в Якутском ботаническом саду // Наука и образование. Биол. науки. 2017. № 1. С. 97–104.
- Дарханова В. Г., Строева Н. С., Барашкова Н. В. Об особенностях начального этапа клонального микроразмножения бадана толстолистного (*Bergenia crassifolia* (L.)) *in vitro* в Якутии // Науч. журн. Кубан. гос. агр. ун-та. 2016. № 121. С. 860–868. DOI: 10.21515/1990-4665-121-050.
- Интродукция и введение в культуру новых перспективных видов травянистых растений на Кольском Севере / Н. Н. Тростенюк, Е. А. Святковская, О. Б. Гонтарь, О. Ю. Носатенко // Материалы междунар. конф. (19–22 июня 2012 г.) «Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры». Минск. Ч. 2. 2012. С. 310–313.
- Карписонова Р. А. Перспективность интродукции многолетников разного географического и фитоценологического происхождения // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : материалы Междунар. конф. 19–22 июня 2012 г. Минск, 2012. Ч. 2. С. 127–128.

Реут А. А., Миронова Л. Н. Интродукция декоративных травянистых многолетников в республике Башкортостан // Экосистемы, их оптимизация и охрана. 2014. Вып. 11. С. 267–270.

Тахтаджян А. Л. Система магнолиофитов. Л. : Наука, 1987. 439 с.

Турбина И. Н., Мантрова М. В., Кравченко И. В. К вопросу интродукции бадана толстолистного в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2015. № 10 (185). С. 240–243.

Фомина Т. И. Биологические особенности декоративных растений природной флоры в Западной Сибири. Новосибирск : Гео, 2012а. 179 с.

Фомина Т. И. Биологические особенности зимнезелёных поликарпиков в лесостепной зоне Западной Сибири // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2012б. № 1(17). С. 43–51.

Худоногова Е. Г. Биология, экология и продуктивность полезных растений Предбайкалья: анализ, прогнозирование и оптимизация использования : автореф. дис. ... д-ра. биол. наук : 03.02.01. Оренбург : Оренбург. гос. пед. ун-т 2015. 41 с.

Adams W.W., Demmig-Adams B. Carotenoid composition and down regulation of photosystem II in three conifer species during the winter // *Physiol. Plant.* 1994. N 92. P. 451–458.

*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch – pharmacology and phytochemistry / A. N. Shikov, O. N. Pozharitskaya, M. N. Makarova, V. G. Makarov, H. Wagner // *Phytomedicine.* 2014. Vol. 21, N 12. С. 1534–1542. DOI: 10.1016/j.phymed.2014.06.009.

Moskalenko N. G. Impact of climate warming on vegetation cover and permafrost in West Siberia northern taiga // *Natural Science.* 2013. Vol. 5, N 1A. P. 144–148. URL: [http://file.scirp.org/Html/7-8301907\\_27620.htm](http://file.scirp.org/Html/7-8301907_27620.htm)

Phytochemical comparison and analysis of *Bergenia crassifolia* L.(Fritsch.) and *Bergenia cordifolia* Sternb / R. Arok, K. Vegh, A. Alberti, A. Kery // *Eur. Chem. Bull.* 2012. Vol. 1 (1–2). P. 31–34. DOI: 10.17628/ecb.2012.1.31-34.

## Results of Introduction of *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch in Taiga Zone of Western Siberia

I. N. Turbina, I. V. Kravchenko

*Surgut State University, Surgut*

**Abstract.** The article presents the results of analysis of *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch in conditions of Western Siberian taiga zone. Authors note that *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch belongs to the rhythmological group of long-term vegetation long-rooted polycarpous plants, phenorhythmtype is spring-summer-winter-green with late spring flowering. Blossoming started in the second decade of May at the sum of positive temperatures ranging from 127,9 °C to 329,9 °C. It is emphasized that seeds of *Bergenia crassifolia* are fully-featured, with high laboratory viability – 86, 7 %. The potential seed efficiency averaged 2507, 25±112,56 ovules per one reproductive shoot. The species is capable of natural vegetative reproduction. Comparison of photosynthetic pigments accumulation in green leaves of *B. crassifolia* seasonal dynamics in two vegetative periods revealed that weather conditions of the year 2017 enabled the increase of chlorophyll level throughout the entire period of development by 1,5–2 times in comparison with the same period in the year 2015. In case of carotenoids, further decrease in the vegetation phase has been revealed. For both seasons, the maximum accumulation of carotenoids in autumn (the phase of vegetation) is typically, which increases the resistance to adverse effects in the winter period. High value of the ratio chlorophylls/carotenoids in the summer period (phases of budding, flowering, fruiting) confirms the satisfactory physiological conditions of plants.

**Keywords:** leather bergenia, plant introduction, West Siberia, phenorhythmotypes, development phase, photosynthetic pigments, adaptations.

**For citation:** Turbina I.N., Kravchenko I.V. Results of Introduction of *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch in Taiga Zone of Western Siberia. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2018, vol. 23, pp. 43–53. DOI: <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2018.23.43> (in Russian)

## References

- Barkovskii E.V. *Sovremennye problem biokhimii. Metody issledovaniy* [Contemporary Problems of Biochemistry. Research Methods]. Minsk, Vysshaya Shkola Publ, 2013, 491 p. (in Russian)
- Belyaeva T.N., Butenkova A.N., Prokop'ev A.S. Osobennosti semennogo razmnozheniya nekotorykh vidov roda *Primula* L. (Pervotsvet) v svyazi s perspektivami prakticheskogo ispol'zovaniya [Peculiarities of Seed Reproduction of some Species of *Primula* L. (Primrose) Due to the Prospects of Practical Use]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Contemporary Problems of Science and Education], 2016, no. 5. Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=25439> (in Russian)
- Borisova I.V. Ritmy sezonnogo razvitiya stepnykh rasteniy i zonalnykh tipov stepnoy ras-titelnosti Zentralnogo Kazakhstana [Rhythms of Seasonal Development of Steppe Plants and Zonal Types of Steppe Vegetation of Central Kazakhstan]. *Trudy BIN im. V. L. Komarova. Ser. 3. Geobotanika* [Proc. V.L. Komarov Botanical Inst. Geobotanics Series], 1965, vol. 17, pp. 64-99. (in Russian)
- Danilova N.S. Samovozobnovlenie travyanistykh rasteniy Yakutii v usloviyakh introduktsii [Self-perpetuation of Grassy Plants of Yakutia in Conditions of Introduction]. *Bull. North-Eastern Fed. Univ.*, 2012. Vol. 9, no. 4, pp. 17-21. (in Russian).
- Danilova N.S. Rezultaty introduktsii redkikh i endemichnykh rasteniy Yakutii v Yakutskom botanicheskom sadu [Results of Introduction of Rare and Endemic Plants of Yakutia in Yakutsk Botanical Garden]. *Nauka i obrazovanie. Biologicheskie nauki*, 2017, no. 1, pp. 97-104. (in Russian).
- Darkhanova V.G., Stroeva N.S., Barashkova N.V. Ob osobennostyakh nachal'nogo etapa klonal'nogo mikrorazmnozheniya badana tolstolistnogo (*Bergenia crassifolia* (L.)) in vitro v Yakutii [On Peculiarities of the Initial Stage of Clonal Microreproduction of *Bergenia crassifolia* (L.) in vitro in Yakutia]. *Sci. Mag. Kuban' St. Agricult. Univ.*, 2016, no. 121, pp. 860-868. (in Russian). DOI: 10.21515/1990-4665-121-050/
- Trostenyuk N.N., Svyatkovskaya E.A., Gontar' O.B., Nosatenko O.Yu. Introduktsiya i vvedenie v kul'turu novykh perspektivnykh vidov travyanistykh rasteniy na Kol'skom Severe [Introduction and Inhabiting to the Culture of New Perspective Grassy Plants Species in the North of Kola Peninsula]. Abstract of Paper. *Mezhdunarodnaya konferentsiya Introduktsiya, sokhranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobraziya mirovoi flory* [Int. Conf. Introduction, Preservation and Use of Biological Diversity of World Flora, June 19–22, 2012, Minsk, P. 2]. Minsk, 2012, pp. 310-313. (in Russian).
- Karpisonova R.A. Perspektivnost' introduktsii mnogoletnikov raznogo geograficheskogo i fitotsenoticheskogo proiskhozhdeniya [Prospects of Introduction of Perennials of Different Geographical and Phytocenotic Origin]. Abstract of Paper. *Mezhdunarodnaya konferentsiya Introduktsiya, sokhranenie i ispol'zovanie biologicheskogo raznoobraziya mirovoi flory* [Int. Conf. Introduction, Preservation and Use of Biological Diversity of World Flora (June 19–22, 2012, Minsk) P. 2]. Minsk, 2012, pp. 127-128. (in Russian).
- Reut A.A., Mironova L.N. Introduktsiya dekorativnykh travyanistykh mnogoletnikov v respublike Bashkortostan [Introduction of Decorative Grassy Perennials in the Republic of Bashkortostan]. *Ekosistemy, ikh optimizatsiya i okhrana* [Ecosystems: optimization and protection], 2014, vol. 11, pp. 267-270. (in Russian)
- Takhtadzhyan A.L. *Sistema magnoliofitov* [System of Magnoliofits]. St.-Petersburg, Nauka Publ., 1987, 439 p. (in Russian)
- Turbina I.N., Mantrova M.V., Kravchenko I.V. K voprosu introduktsii badana tolstolistnogo v usloviyakh Khanty-Mansiiskogo avtonomnogo okruga – Yugry [On the Question of Introduction of *Bergenia crassifolia* in Conditions of Khanty-Mansi Autonomous Area]. *Bull. Orenburg St. Univ.*, 2015, no. 10 (185), pp. 240–243. (in Russian).
- Fomina T.I. *Biologicheskie osobennosti dekorativnykh rasteniy prirodnoi flory v Zapadnoi Sibiri* [Biological Features of Ornamental Plants of Natural Flora in Western Siberia]. Novosibirsk, Geo Publ., 2012, 179 p. (in Russian)
- Fomina T.I. Biologicheskie osobennosti zimnezelinykh polikarpikov v lesostepnoi zone Zapadnoi Sibiri [Biological Peculiarities of Decorative Plants of Natural Features of Wintergreen Pol-

ycarpic Plants in the Forest-Steppe Zone of Western Siberia]. *Bull. Tomsk St. Univ. Biology*, 2012, no. 1(17), pp. 43–51. (in Russian).

Hudonogova E.G. *Biologiya, ekologiya i produktivnost poleznykh rastenii Predbaikalya: analiz, prognozirovaniye i optimizatsiya ispol'zovaniya* [Biology, Ecology and Efficiency of Useful Plants of Cisbaikalia: Analysis, Forecasting and Optimization of Use: Candidate in Biology dissertation abstract]. Orenburg, Orenburg St. Pedagog. Univ. Publ., 2015, 41 p. (in Russian).

Adams W.W., Demmig-Adams B. Carotenoid composition and down regulation of photosystem II in three conifer species during the winter. *Physiol. Plant.* 1994, no. 92, pp. 451–458.

Shikov A.N., Pozharitskaya O.N., Makarova M.N., Makarov V.G., Wagner H. *Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch – pharmacology and phytochemistry. *Phytomedicine*, 2014, vol. 21, no. 12, pp. 1534–1542. DOI: 10.1016/j.phymed.2014.06.009. (in Russian)

Moskalenko N.G. Impact of climate warming on vegetation cover and permafrost in West Siberia northern taiga. *Natural Science*, 2013, vol. 5, no. 1A, pp. 144–148. URL: [http://file.scirp.org/Html/7-8301907\\_27620.htm](http://file.scirp.org/Html/7-8301907_27620.htm).

Arok R., Vegh K., Alberti A., Kery A. Phytochemical comparison and analysis of *Bergenia crassifolia* L.(Fritsch.) and *Bergenia cordifolia* Sternb. *Eur. Chem. Bull.*, 2012, vol.1 (1-2), pp. 31–34. DOI: 10.17628/ecb.2012.1.31-34.

*Турбина Ирина Николаевна*  
кандидат биологических наук,  
ведущий научный сотрудник, Институт  
естественных и технических наук  
Сургутский государственный университет  
Россия, 628400, г. Сургут, ул. Ленина, 1  
тел.: (3462) 76–31–62  
e-mail: scilla3@yandex.ru

*Turbina Irina Nikolaevna*  
Candidate of Science (Biology),  
Leading Research Scientist,  
Institute of Natural and Technical Sciences  
Surgut State University  
1, Lenin st., Surgut, 628400, Russian Federation  
tel.: (3462) 76–31–62  
e-mail: scilla3@yandex.ru

*Кравченко Инесса Вячеславовна*  
кандидат биологических наук,  
ведущий научный сотрудник, Институт  
естественных и технических наук  
Сургутский государственный университет  
Россия, 628400, г. Сургут, ул. Ленина, 1  
тел.: (3462) 76–30–85  
e-mail: kravinessa@mail.ru

*Kravchenko Inessa Vyacheslavovna*  
Candidate of Science (Biology),  
Leading Research Scientist  
Institute of Natural and Technical Sciences  
Surgut State University  
1, Lenin st., Surgut, 628400, Russian Federation  
tel.: (3462) 76–30–85  
e-mail: kravinessa@mail.ru