

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ В ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯХ РЕДКОГО ВИДА *ADONIS VILLOSA* LEDEB. (RANUNCULACEAE) В СЕВЕРНОМ АЛТАЕ

© 2021

Ачимова А.А.<sup>1</sup>, Папина О.Н.<sup>2</sup>, Жмудь Е.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Алтайский филиал Центрального сибирского ботанического сада СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад»  
(с. Камлак, Шебалинский район, Республика Алтай, Российская Федерация)

<sup>2</sup>Горно-Алтайский государственный университет (г. Горно-Алтайск, Российская Федерация)

<sup>3</sup>Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (г. Новосибирск, Российская Федерация)

**Аннотация.** В данной статье рассматривается морфологическая изменчивость особей в ценопопуляциях *Adonis villosa* Ledeb., произрастающего в Северном Алтае. Приводятся данные об особенностях мест произрастания этого редкого вида – в Майминском (по правобережью реки Маймы, в окрестностях сел Майма, Кызыл-Озек, Куташ) и Чойском районах (в окрестностях сел Чоя, Карасук, Паспаул, Левинка). Проведены исследования внутри- и межпопуляционной изменчивости в динамике по годам. Установлено, что на степень изменчивости морфологических признаков в схожих эколого-географических условиях влияют погодные условия. На основе анализа состояния исследованных ценопопуляций выявлены лимитирующие факторы для роста и развития растений и наиболее благоприятные условия для введения этого редкого вида в культуру. Ограничивающими факторами следует считать недостаточное увлажнение в зимне-весенний период, более высокое высотное расположение, наличие низкого травянистого покрова и отсутствие древесно-кустарниковой растительности. Все изученные нами особи *A. villosa* были приурочены к хорошо прогреваемым, открытым склонам, преимущественно южной экспозиции. В наиболее благоприятных условиях на осевом побеге может сформироваться до 7 боковых побегов. В большинстве случаев у особей *A. villosa* образуется 2–3 боковых побега. Выявлено, что параметры длины генеративных побегов характеризовались более высокой изменчивостью, чем число побегов обогащения. За трехлетний период наблюдений достоверно более высокими были особи, произрастающие под пологом леса. Самые низкорослые особи (высота не превышала 20 см) отмечены в ценопопуляции, расположенной на открытом незакустаренном участке с низким травяным покровом.

**Ключевые слова:** годичная динамика; изменчивость морфометрических признаков; влияние погодных условий; ценопопуляции; *Adonis villosa*; редкий вид; Республика Алтай; Северный Алтай.

## MORPHOLOGICAL VARIABILITY IN COENOPOPULATIONS OF THE RARE SPECIES *ADONIS VILLOSA* LEDEB. (RANUNCULACEAE) IN THE NORTH ALTAI

© 2021

Achimova A.A.<sup>1</sup>, Papina O.N.<sup>2</sup>, Zhmud E.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Altai branch of Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
«Gorno-Altai Botanical Garden» (Kamlak, Shebalinsky District, Altai Republic, Russian Federation)

<sup>2</sup>Gorno-Altai State University (Gorno-Altai, Russian Federation)

<sup>3</sup>Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
(Novosibirsk, Russian Federation)

**Abstract.** This paper examines the morphological variability in coenopopulations of the rare species *Adonis villosa* Ledeb., which grows in the North Altai. We have described the features of the places where this rare species grows – in the Maiminsky (on the right bank of the Maima river, in the vicinity of the villages of Maima, Kyzyl-Ozek, Kutash) and Choysky Districts (in the vicinity of the villages of Choya, Karasuk, Paspaul, Levinka). The studies of intra- and inter-population variability in dynamics over the years were conducted. It is established that the degree of variability of morphological features in similar ecological and geographical conditions is influenced by weather conditions. Based on the analysis of the state of the studied coenopopulations, the limiting factors for the growth and development of plants and the most favorable conditions for the introduction of this rare species into the culture were identified. The limiting factors should be considered – insufficient moisture in the winter-spring period, a higher altitude location, the presence of low grassy cover and the absence of woody and shrubby vegetation. All the *A. villosa* specimens we studied were confined to well-warmed, open slopes, mainly in the southern exposure. In the most favorable conditions, up to 7 lateral shoots can form on the axial shoot. In most cases, individuals of *A. villosa* form 2–3 lateral shoots. It was found that the parameters of the length of generative shoots were characterized by higher variability than the number of enrichment shoots. During the three-year observation period, individuals growing on the edge of the forest canopy were significantly higher. The shortest individuals were recorded (the height did not exceed 20 cm) in the coenopopulation located on an open, uncultivated area with low grass cover.

**Keywords:** annual dynamics; variability of morphometric characters; influence of weather conditions; coenopopulations; *Adonis villosa*; rare species; Altai Republic; the North Altai.

### Введение

Исследование редких видов растений в настоящее время приобретает особую значимость ввиду быстрого сокращения их ареалов из-за возрастающего антропогенного воздействия. Эта проблема актуальна и для Республики Алтай. Развитие инфраструктуры, расширение таких отраслей, как туризм, сельское, лесное хозяйство, негативно сказывается на состоянии и растительных сообществ, и отдельных видов растений.

*Adonis villosa* Ledeb. (адонис пушистый) занесен в Красные книги Республик Казахстан [1, с. 2] и Алтай [2, с. 103], Кемеровской [3, с. 120] и Омской областей [4, с. 396]. Это многолетний травянистый летне-зеленый ксеромезофильный лугово-лесной вид семейства Ranunculaceae. Произрастает адонис пушистый по кустарниковым степям, разнотравным лугам. Ареал вида охватывает Западную Сибирь и Казахстан [5, с. 207; 6, с. 95]. По сезонному ритму развития относится к весенним эфемероидам. Цветет в первой декаде мая, редко (при ранней весне) – с середины апреля.

В Республике Алтай *A. villosa* произрастает только на территории Северного Алтая в окрестностях города Горно-Алтайск (южный склон горы Тугая и юго-западный склон горы Бончакры), в Майминском (по правобережью реки Маймы, в окрестностях сел Майма, Кызыл-Озек, Куташ), Чойском (в окрестностях сел Чоя, Карасук, Паспаул, Левинка), Чемальском районах (окрестности села Барангол по долине реки Катунь) [7, с. 24; 8, с. 79]. В Красной книге Республики Алтай виду присвоен статус 3 (R), как редкий вид с сибирским ареалом [2, с. 103].

*A. villosa* известен своими декоративными, лекарственными, медоносными свойствами. Из-за содержания сердечных гликозидов растение находит применение в народной медицине. Ценится как сердечное, успокаивающее и мочегонное средство [9, с. 50–51]. Это раннецветущее, декоративное растение с желтыми цветками всегда привлекало внимание людей. В связи с этим необходим контроль за состоянием популяций в природе, разработка мероприятий по их сохранению и введению в культуру. Вид малопластичен к воздействию различных факторов среды. До настоящего времени в природных условиях Республики Алтай не изучены адаптивные возможности вида. Их исследование необходимо, в том числе, для разработки наиболее благоприятных условий для введения этого редкого вида в культуру. Эффективным методом охраны растений, по мнению Г.П. Семеновой [10, с. 35], является заповедование местообитаний редких и исчезающих видов и интродукция их в условиях ботанического сада. Места произрастания адониса пушистого не входят в охраняемые территории. В условиях Республики Алтай единственным способом сохранения вида остается введение их в культуру *in situ*, что созвучно целям и задачам ботсадов [11, с. 10–12; 12, с. 9–32].

Информации по характеристике мест произрастания *A. villosa* в Республике Алтай и годичной динамике морфометрических параметров вида, в частности числа боковых побегов, что относится к одному из основных параметров, характеризующих фото-

синтетическую поверхность особей, в литературных источниках нами не найдено.

**Цель** данного исследования: изменчивость морфологических признаков особей в ценопопуляциях *A. villosa* для выявления адаптивного потенциала растений в сходных эколого-географических условиях Республики Алтай, но в разные годы.

**Объект** исследования: *Adonis villosa* Ledeb.

### Материалы и методы

Исследования ценопопуляций (ЦП) *A. villosa* были проведены в двух административных районах Республики Алтай: Майминском и Чойском. Всего было изучено семь ценопопуляций в 2017–2019 годах, отличавшихся по климатическим условиям ( $n = 517$ ). ЦП1–ЦП3 произрастали в Майминском районе, ЦП4–ЦП7 – в Чойском. ЦП изучались на разных абсолютных высотах (282–419 м над ур. м.). В каждой из изучаемых ЦП с целью ежегодного мониторинга были заложены пробные площадки размером 100 м<sup>2</sup>, согласно апробированной нами ранее методике [13, с. 55–57].

Межпопуляционная изменчивость морфометрических показателей вегетативных органов исследована у 20–30 живых особей в природных условиях в конце апреля – начале мая в фазе конца цветения – в начале плодоношения. У каждой особи изучены длина генеративного побега, по одному с каждого куста, и число боковых побегов на осевом.

Изучение внутривидовой изменчивости осуществлялось с учетом шкалы варьирования, разработанной С.А. Мамаевым [14, с. 3–14]. Согласно этой шкале, коэффициент вариации ( $C_v$ ) по величине оценивается следующим образом: очень низкий при  $C_v = 7\%$ ; низкий при  $C_v = 8–12\%$ ; средний при  $C_v = 13–20\%$ ; высокий при  $C_v = 21–40\%$ ; очень высокий при  $C_v \geq 40\%$ . Статистические данные обрабатывались с помощью пакетов программ Statsoft Excel и Statistica. Достоверность отличий средних для выборки из популяции значений признаков оценивалась по непараметрическому критерию Уилкоксона-Манна-Уитни [15, с. 50–60]. В работе обсуждаются только признаки с достоверно отличавшимися средними для выборки значениями ( $P = 95\%$ ).

### Результаты и обсуждение

Исследования внутри- и межпопуляционной изменчивости в динамике по годам особенно актуальны для редких видов растений, к числу которых относится *A. villosa*. Вид предпочитает умеренно-влажные местообитания с высоко дренированными черноземными участками, не выносит засоления и не растет на кислых почвах. Является холодостойким и светолюбивым растением. Как отмечает А.П. Пошкурлат [16, с. 42], светолюбивость видов рода *Adonis* L. является настолько стойким признаком, что ни один из видов не растет в затененных условиях. Достаточное освещение в травянистых фитоценозах они обеспечивают за счет раннего развития. Излюбленные места произрастания адонисов – опушки, лесные поляны, разреженные леса.

Все изученные нами особи *A. villosa* были приурочены к хорошо прогреваемым, открытым склонам, преимущественно южной экспозиции (табл. 1).

ЦП1 расположена в Майминском районе в окрестностях села Кызыл-Озёк на высоте 321 м над ур. м. Её координаты: 51°55'04,6" с.ш., 85°59'23,6" в.д. (рис. 1: А, Б).

ЦП2 расположена в окрестностях села Чоя; её координаты: 52°03'00,7" с.ш., 86°30'07,8" в.д. на высоте 282 м над ур. м. (рис. 2: А, Б).

ЦП3 приурочена к окрестностям села Левинка (Чойский район) на высоте 353 м над ур. м. Её координаты: 51°59'19,5" с.ш., 86°25'36,5" в.д. (рис. 3: А, Б).

ЦП4 изучена также в Чойском районе в окрестностях с. Паспаул, на высоте 357 м над ур. м. Её координаты: 51°56'43,0" с.ш., 86°21'50,9" в.д. (рис. 4: А, Б).

ЦП5 расположена в Чойском районе, также в окрестностях села Паспаул на высоте 373 м над ур. м.; координаты: 51°56'53,8" с.ш., 86°19'20,8" в.д. (рис. 4: А, Б).

ЦП6 расположена в Майминском районе в окрестностях села Куташ на высоте 419 м над ур. м. Её координаты: 51°51'39,5" с.ш., 86°07'08,9" в.д. (рис. 5: А, Б).

ЦП7 расположена в правобережье реки Майма в окрестностях города Горно-Алтайска на высоте 296 м над ур. м.; координаты 51°57'52,0" с.ш., 85°55'19,3" в.д. (рис. 6: А, Б).

У особей *Adonis villosa* в начале цветения появляются малооблиственные осевые побеги. Боковые побеги и пластинки листьев развиваются полностью только к концу цветения и в начале плодоношения. Особь, как правило, состоит из нескольких вегетативных и генеративных побегов, образующих куст. Осевые генеративные побеги к концу цветения достигают в длину 5–15, позднее удлинняющиеся до 30 см [5, с. 207].

Согласно литературным данным, в наиболее благоприятных местообитаниях адонис образовывал кусты высотой 2–40 см, а в неблагоприятных – высотой 10–20 см [16, с. 121]. За время проведения исследований в условиях Северного Алтая нами выявлено, что амплитуда колебаний длины побегов у отдельных особей по всем выборкам изменялась в 3 раза. Наиболее крупные взрослые особи достигали в длину до 37 см, а самые низкие – около 10 см (табл. 2).

По нашим исследованиям, в наиболее благоприятных условиях на осевом побеге может сформиро-

ваться до 7 боковых побегов. В большинстве случаев, у особей *A. villosa* образуется 2–3 боковых побега.

За период проведения трехлетних наблюдений мы выявили, что сравнительно более мощными по длине генеративных и числу боковых побегов были особи из ЦП4 (рис. 7: А, Б).

Морфометрический анализ *A. villosa* показал, что длина генеративного побега и число боковых побегов могут достоверно изменяться в зависимости от условий произрастания в пределах ЦП и климатических показателей года проведения исследований. Нами выявлено, что длина генеративных побегов характеризовались более высокой изменчивостью, чем число побегов обогашения. Так, в 2017 году в ЦП2 и ЦП4 длина побегов была достоверно большей, чем у особей из других изученных местообитаний ( $p\text{-level} < 0,0001$ ). В 2018 году максимальной длиной побегов характеризовались особи из ЦП3, ЦП4, длина побегов у которых была достоверно выше, чем у особей из всех других ЦП ( $p\text{-level} < 0,00012$ ).

В 2019 году сравнительно более высокорослыми были особи из ЦП1, ЦП3, ЦП4, ЦП7, а минимальной длиной генеративных побегов характеризовались представители из ЦП2, ЦП5, ЦП6 ( $p\text{-level} < 0,0001$ ).

Таким образом, нами выявлено, что в среднем, за трехлетний период наблюдений, достоверно более крупными размерами отличались особи из ЦП4. Представители вида из данной ЦП произрастали на опушке леса. Вероятно, для данного местообитания характерны более благоприятные условия увлажнения, обусловленные наличием древесного яруса и легкого затенения.

Самые низкорослые особи за трехлетний период наблюдений отмечены в окрестностях села Куташ (ЦП6) (рис. 7: А). Высота *A. villosa* здесь не превышала 20 см. Ценопопуляция расположена на открытом незакустаренном участке с низким травяным покровом. Возможно, одним из факторов, повлиявших на состояние растений в данном местообитании, является более высокое, по сравнению с другими изученными ЦП, расположение над ур. м. (419 м).

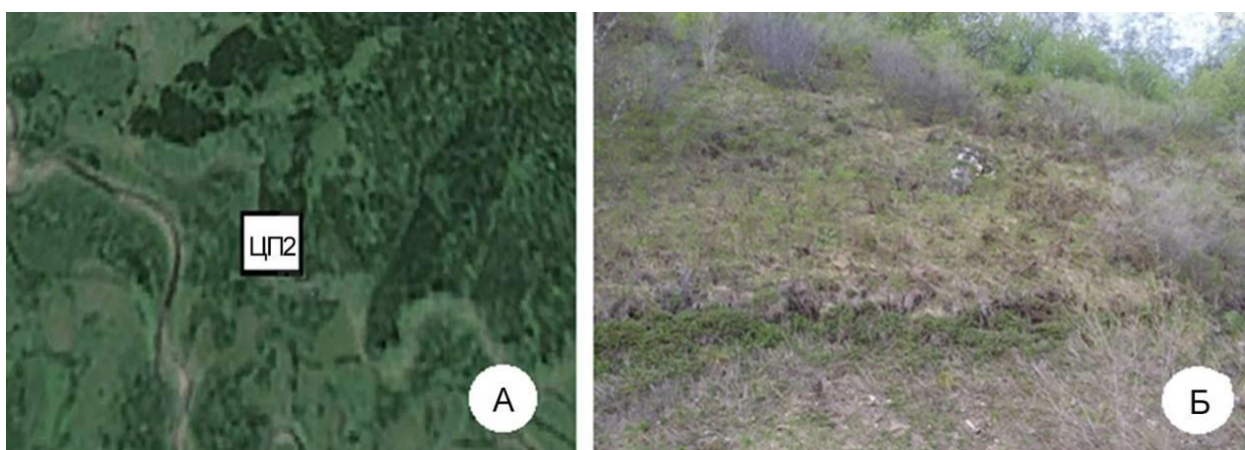
Неоднородной была также изменчивость этого признака в одном и том же местообитании по годам. Так, в ЦП2 более высокорослыми были побеги в 2017 г., по сравнению с 2019 годом ( $p\text{-level} = 0,0001$ ) (рис. 8).

**Таблица 1** – Характеристика ценопопуляций *Adonis villosa* в Республике Алтай

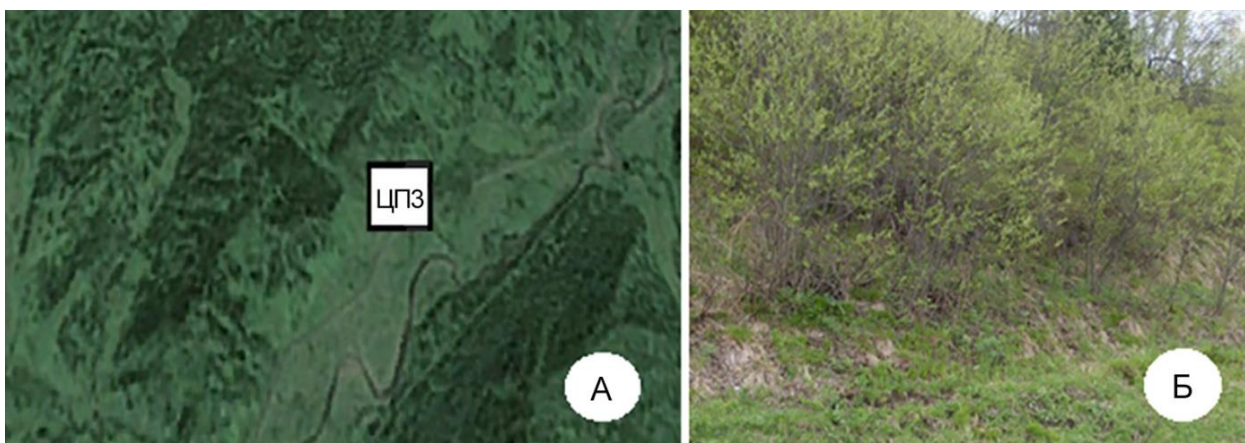
№ цено-популяции	Местоположение	Фитоценоз
ЦП1	окрестности села Кызыл-Озёк	полынно-разнотравно-злаковая ассоциация
ЦП2	6 км от села Чоя	спирейно-очитковая ассоциация
ЦП3	окрестности села Левинка	черемухо-спирейно-злаковая ассоциация
ЦП4	окрестности села Паспаул	спирейно-очитково-злаковая ассоциация с примесью караганы древовидной
ЦП5	окрестности села Паспаул	пихтово-сосново-спирейно-злаково-адонисовая ассоциация
ЦП6	2,3 км от села Куташ	разнотравно-злаковая ассоциация
ЦП7	правобережье реки Майма	полынно-очитковая ассоциация с примесью спиреи трехлопастной



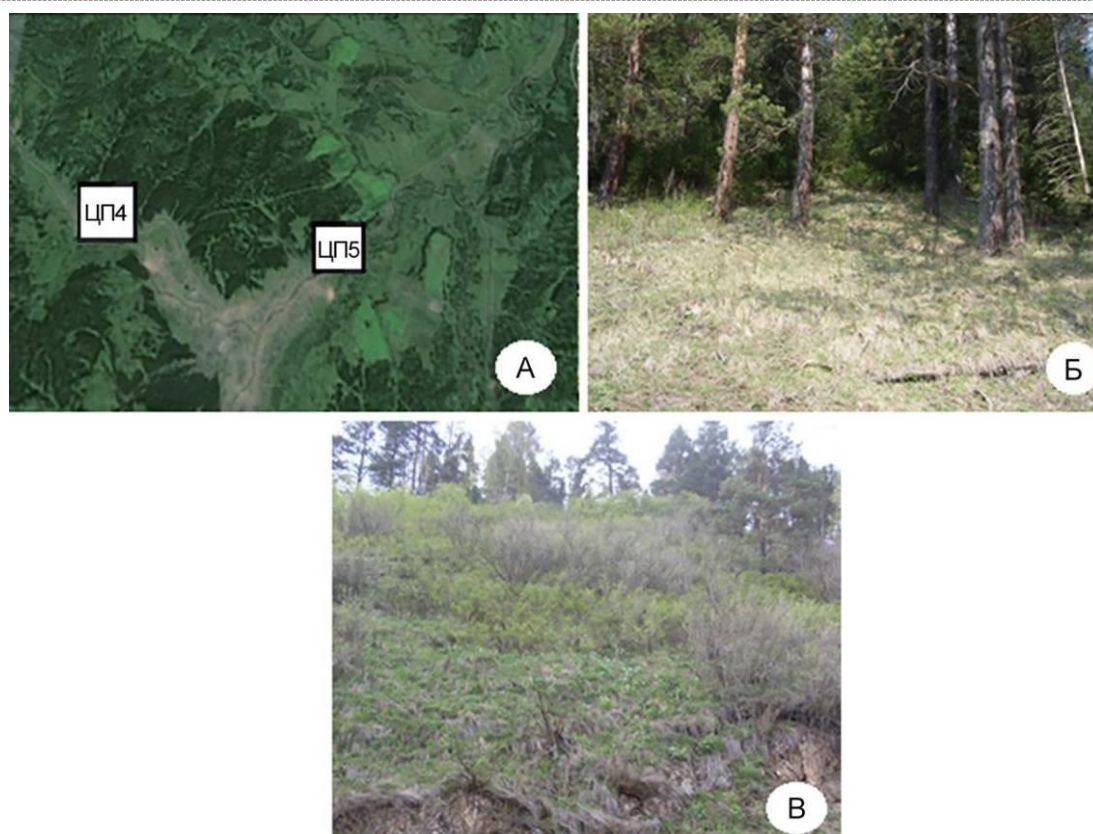
**Рисунок 1** – *Adonis villosa* в Майминском районе Республики Алтай:  
А – расположение ЦП1 в окрестностях села Кызыл-Озёк;  
Б – общий вид местообитания



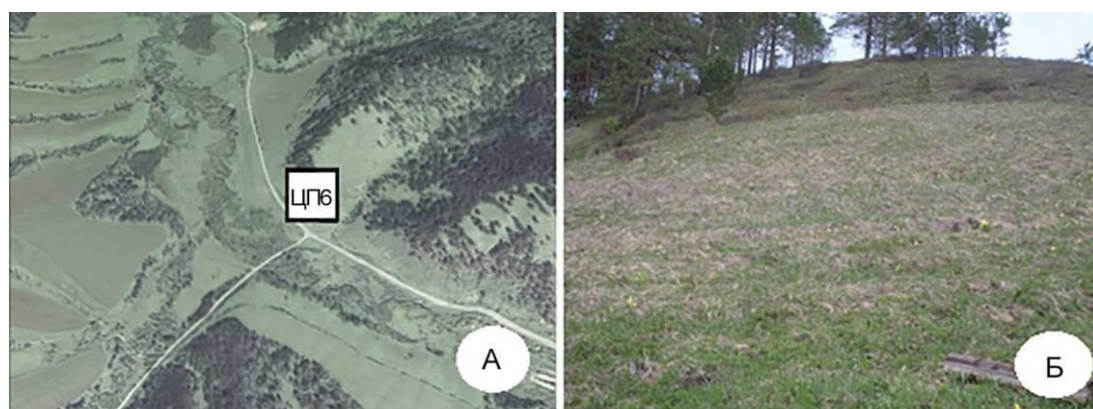
**Рисунок 2** – *Adonis villosa* в Чойском районе Республики Алтай:  
А – расположение ЦП2 в окрестностях села Чоя;  
Б – общий вид местообитания



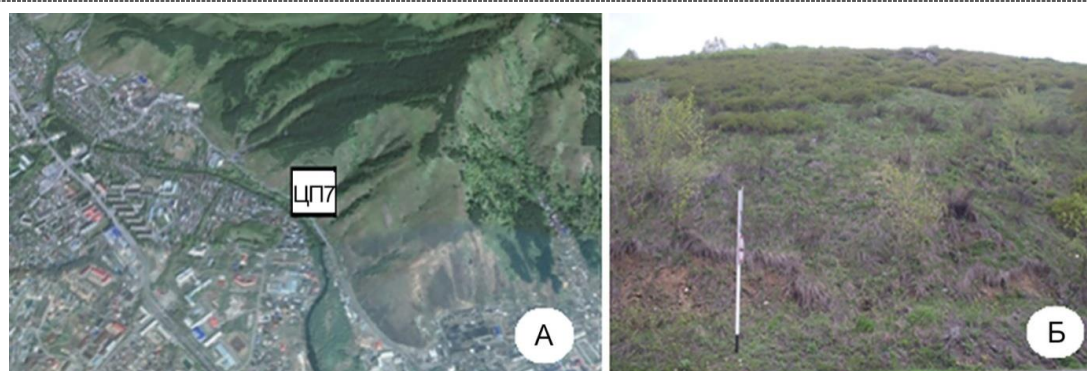
**Рисунок 3** – *Adonis villosa* в Чойском районе Республики Алтай:  
А – расположение ЦП3 в окрестностях села Левинка;  
Б – общий вид местообитания



**Рисунок 4** – *Adonis villosa* в Чойском районе Республики Алтай: А – расположение ЦП4, ЦП5 в окрестностях села Паспаул; Б – общий вид местообитания ЦП4; В – общий вид местообитания ЦП5



**Рисунок 5** – *Adonis villosa* в Майминском районе Республики Алтай:  
А – расположение ЦП6 в окрестностях села Куташ; Б – общий вид местообитания

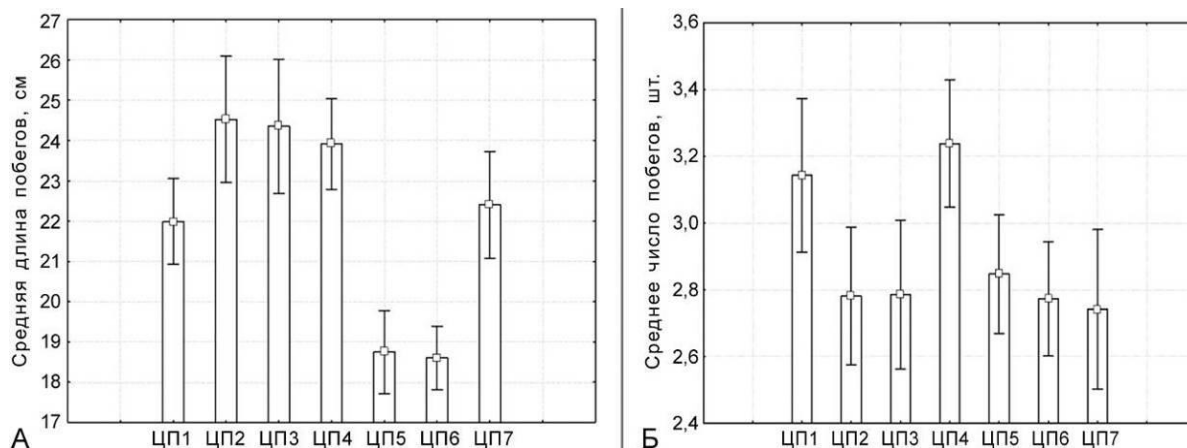


**Рисунок 6** – *Adonis villosa* в окрестностях города Горно-Алтайска:  
А – расположение ЦП7 в правобережье реки Майма; Б – общий вид местообитания

**Таблица 2** – Морфометрические показатели *Adonis villosa* в Республике Алтай

№ цено-популяции	Показатели	Годы исследований		
		2017	2018	2019
ЦП1	Длина стебля, см	$23,3 \pm 0,8$ (14–29) 17,6	$23,7 \pm 1,1$ (14–30) 18,2	$20,7 \pm 1,1$ (9–31) 26,2
	Число боковых побегов, шт.	$3,2 \pm 0,1$ (2–6) 22,8	$3,1 \pm 0,2$ (2–5) 29,4	$3,1 \pm 0,2$ (1–6) 38
ЦП2	Длина стебля, см	$28,8 \pm 0,7$ (23–36) 13,4	$22 \pm 1,4$ (10–30) 23	$19,0 \pm 0,7$ (13–24) 14,7
	Число боковых побегов, шт.	$2,9 \pm 0,1$ (2–5) 22,3	$2,9 \pm 0,2$ (1–4) 29,5	$2,3 \pm 0,1$ (1–4) 30,2
ЦП3	Длина стебля, см	$23,0 \pm 1,7$ (11–35) 30,4	$27 \pm 0,9$ (20–33) 14	$22,0 \pm 1$ (18–27) 17,1
	Число боковых побегов, шт.	$2,7 \pm 0,3$ (1–4) 35	$2,9 \pm 0,1$ (2–4) 20,8	$2,7 \pm 0,2$ (2–4) 22,6
ЦП4	Длина стебля, см	$25,8 \pm 1,4$ (12–37) 22,7	$24,6 \pm 1$ (13–33) 19,3	$21,5 \pm 0,8$ (13–30) 19
	Число боковых побегов, шт.	$3,3 \pm 0,2$ (2–5) 27,3	$3,4 \pm 0,2$ (2–5) 22,5	$3,2 \pm 0,2$ (2–5) 24,6
ЦП5	Длина стебля, см	$21,5 \pm 1$ (13–33) 21,9	$21,8 \pm 1,6$ (9–34) 28,2	$17,6 \pm 0,6$ (8–26) 27,6
	Число боковых побегов, шт.	$2,9 \pm 0,16$ (1–4) 23,9	$2,4 \pm 0,2$ (1–3) 31,1	$2,9 \pm 0,1$ (1–5) 29,4
ЦП6	Длина стебля, см	$19,0 \pm 1,2$ (14–27) 22,7	$19,9 \pm 0,7$ (14–25) 16,9	$17 \pm 0,4$ (13–21) 12,7
	Число боковых побегов, шт.	$2,8 \pm 0,1$ (2–4) 18,7	$2,9 \pm 0,2$ (1–4) 26,6	$2,6 \pm 0,5$ (2–4) 26,3
ЦП7	Длина стебля, см	$21,6 \pm 0,8$ (14–33) 21,9	Нет данных	$23,7 \pm 1,3$ (13–30) 24
	Число боковых побегов, шт.	$3,0 \pm 0,1$ (2–7) 29,4	Нет данных	$2,4 \pm 0,2$ (1–3) 31,7

*Примечание.* Над чертой – среднее значение  $\pm$  ошибка среднего, в скобках – лимиты; под чертой – коэффициент вариации, %.



**Рисунок 7** – Изменчивость морфометрических признаков у представителей *Adonis villosa* в Республике Алтай, усредненная по годам (2017–2019 годы):

А – длина генеративных побегов; Б – число боковых побегов.

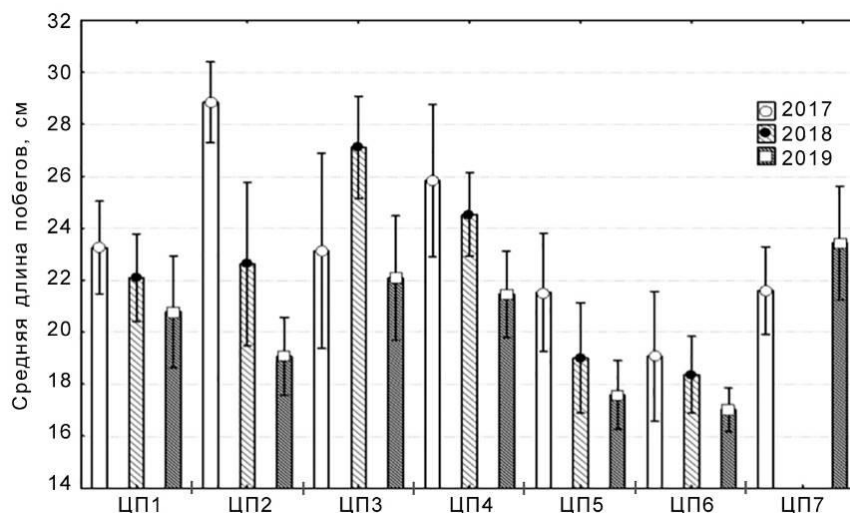
На диаграммах показано среднее значение с 95% доверительным интервалом

Сравнительный анализ по годам показал, что в 2019 году особи в общей выборке из всех изученных ЦП *A. villosa* были достоверно меньшей длины, по сравнению с изученными в 2017 году ( $p\text{-level} = 0,0029$ ) и в 2018 году ( $p\text{-level} = 0,043$ ) (рис. 9: А). Вероятно, на низкие значения этого признака повлияло недостаточное количество осадков в зимне-весенний период (низкий влагозапас в почве) в период формирования побегов в 2019 году [17, с. 7–10].

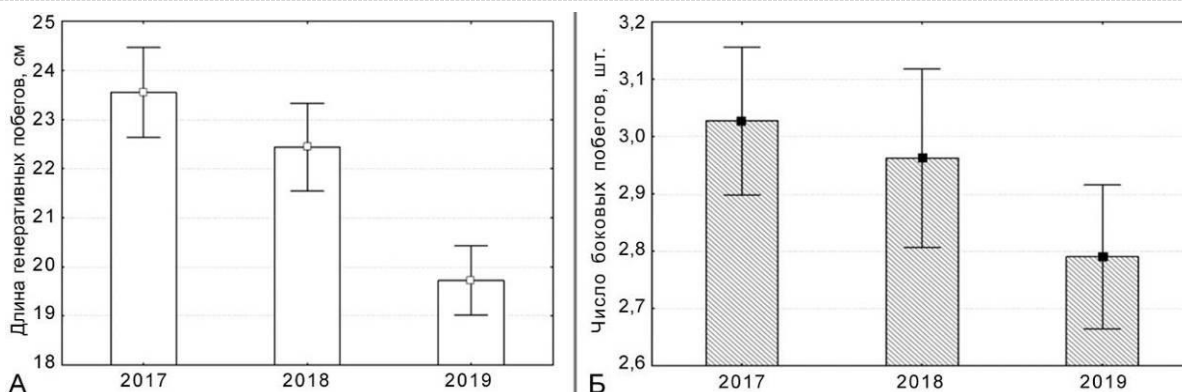
Число боковых побегов – ключевой признак, который определяет развитие фотосинтетической поверхности особей и играет важную адаптивную роль. В течение трехлетнего периода наблюдений в среднем по выборкам из всех изученных ЦП нами не выявлено достоверных отличий по данному признаку. Тем не менее в 2019 году нами отмечено несколько более низкое число боковых побегов по всей выборке, по сравнению с изученными в 2017–2018 годы (рис. 9: Б).

В течение трехлетнего периода проведения наблюдений у представителей *A. villosa* только в выборках из окрестностей сел Кызыл-Озек (ЦП1) и Паспаул (ЦП4) было сформировано достоверно более высокое число боковых побегов за весь период исследований (см. рис. 7: Б; рис. 10; табл. 2). Здесь у осо-

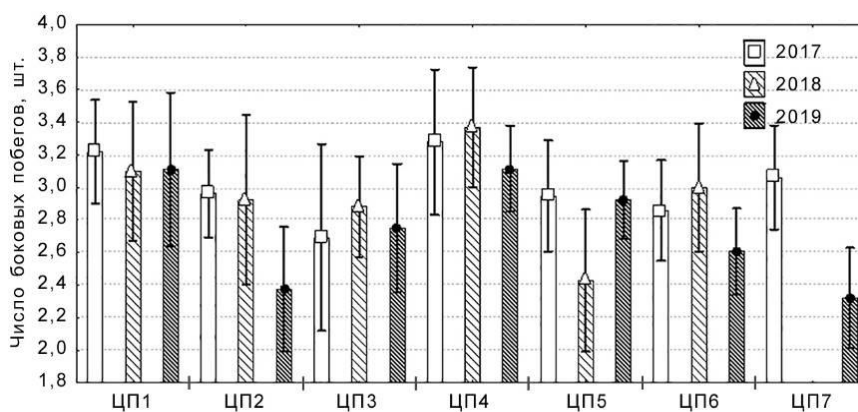
бей *A. villosa* насчитывалось 2–5 боковых побегов на генеративных осевых, что указывает на более благоприятные условия их развития в этих местообитаниях. Эти ЦП были расположены на открытых закустаренных участках каменистого склона под пологом разреженного древостоя.



**Рисунок 8** – Длина побегов в ценопопуляциях у представителей *Adonis villosa* в Республике Алтай. На диаграммах показано среднее значение с 95% доверительным интервалом



**Рисунок 9** – Годичная изменчивость средней длины генеративных (А) и числа боковых побегов (Б) у особей *Adonis villosa* по всем выборкам в 2017–2019 годы в Республике Алтай. На диаграммах показано среднее значение с 95% доверительным интервалом



**Рисунок 10** – Изменчивость числа боковых побегов в ценопопуляциях у представителей *Adonis villosa* в 2017–2019 годы в Республике Алтай. На диаграммах показано среднее значение признака с 95% доверительным интервалом

При сравнении годичной динамики развития особей в одних и тех же ЦП мы выявили, что достоверно большее число боковых побегов развивалось только у растений в местообитании ЦП7 в 2017 году, по сравнению с 2019 годом ( $p\text{-level} = 0,0047$ ). В остальных местообитаниях существенной разницы по числу боковых побегов в разные годы проведения наблюдений нами не выявлено (см. рис. 10, табл. 2).

Возможно, развитие боковых побегов могло незначительно уменьшиться в 2019 году в связи с погодными условиями двух предыдущих лет, то есть времени заложения почечных инициалей. Согласно метеосводке, в 2017–2018 гг. зимы были малоснежными, а весенние месяцы сопровождались большой положительной аномалией температурного режима в первой половине года [18, с. 8–9; 19, с. 7–10]. Тем не менее достоверных отличий по числу боковых побегов в разные годы проведения исследований в средних выборках из всех ЦП нами не выявлено. Вероятно, данный признак является одним из ключевых для роста и развития растений, поэтому особи вида сохраняли число метамерных структур генеративного побега даже при минимизации его длины из-за неблагоприятных погодных условий периода вегетации в 2019 году [17, с. 7–8].

Сравнение показало, что в 2017 году особи из разных местообитаний по числу сформированных боковых побегов не отличались (рис. 10).

В 2018 г. у особей из ЦП5 число боковых побегов было минимальным и достоверно ниже, чем у представителей из ЦП4, в которой было сформировано максимальное число боковых побегов ( $p\text{-level} = 0,0053$ ) (рис. 10). У особей из других изученных местообитаний достоверных отличий между выборками нами не выявлено. В 2019 году минимальное число боковых побегов нами обнаружено у представителей из ЦП2 и ЦП7, по сравнению с особями из ЦП1 и ЦП4 ( $p\text{-level}$  изменялся от 0,025 до 0,0013) (рис. 10). Таким образом, наименьшее число боковых побегов у особей из ЦП5 (2018 год) и у представителей из ЦП2 и ЦП7 (в 2019 году) могло объясняться недостаточным увлажнением, что явилось лимитирующим фактором в развитии фотосинтетической поверхности растений *A. villosa* в данных местообитаниях. Согласно данным А.П. Пошкурлат [20, с. 30], общее жизненное состояние популяции адониса зависит от наличия почвенной влаги, связанной с уровнем грунтовых вод. Нашими исследованиями подтвержден этот факт, так как более высокими морфометрическими параметрами отличались особи *A. villosa* в нижней трети склона, в области смыкания подвешенных и поднимающихся капиллярных вод.

Изучение изменчивости метрических признаков показало, что большинство изученных показателей *A. villosa* характеризовались средней и высокой степенью изменчивости (табл. 2).

Значимых корреляций длины побегов и числа боковых побегов у растений вида в изученных местообитаниях нами практически не выявлено. Отмечена значительная корреляционная связь ( $r = 0,5$ ) между этими параметрами в 2018 году в ЦП3 в окрестностях села Левинка. Отсутствие таких связей в большинстве изученных выборок может означать наличие неблагоприятных условий для развития растений этого вида в данных условиях в изученные вегетационные периоды.

### Заключение

В результате проведенных исследований в популяциях *A. villosa* нами выявлено, что растения этого вида на всех изученных площадках не заходили выше отмеченных абсолютных высот.

Наиболее благоприятными условиями для развития и увеличения фотосинтетической поверхности у особей *A. villosa* можно считать условия, сложившиеся в местообитании особей из ЦП4. Особи, произрастающие в подобных условиях, отличались более высокой мощностью. Места произрастания характеризовались наличием достаточного увлажнения, которое обеспечивается, в частности, присутствием древесно-кустарниковой растительности, которая могла ежегодно обеспечивать более высокий влагозапас в почве из-за снегозадерживающей роли древостоя в данном фитоценозе.

Лимитирующими факторами для роста и развития растений является недостаточное увлажнение в зимне-весенний период, а также более высокое высотное расположение, что наблюдалось в ЦП6. Для этого местообитания было характерно наличие низкого травянистого покрова и отсутствие древесно-кустарниковой растительности. Выявленные благоприятные факторы для успешного произрастания *A. villosa* необходимо учитывать при подборе условий для интродукции этого редкого вида.

В наиболее благоприятных условиях на осевом побеге может сформироваться до 7 боковых побегов. В большинстве случаев у особей *A. villosa* образуется 2–3 боковых побега. Выявлено, что параметры длины генеративных побегов характеризовались более высокой изменчивостью, чем число побегов обогащения. За трехлетний период наблюдений достоверно более высокими были особи, произрастающие под пологом леса. Самые низкорослые особи (высота не превышала 20 см) отмечены в ценопопуляции, расположенной на открытом незакустаренном участке с низким травяным покровом.

### Список литературы:

1. Об утверждении Перечней редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных: постановление Правительства Республики Казахстан от 31.10.2006 г. № 1034.
2. Красная книга Республики Алтай (растения). Горно-Алтайск, 2017. 271 с.
3. Красная книга Кемеровской области. Т. 1. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. 2-е изд-е, перераб. и доп. Кемерово: Азия-принт, 2012. 208 с.
4. Красная книга Омской области / ред. Г.Н. Сидоров, Н.В. Пликина. 2-е изд., перераб. и доп. Омск: Изд-во ОмГПУ, 2015. 636 с.
5. Флора Сибири. Т. 6: Portulacaceae–Ranunculaceae. Новосибирск: Наука, 1993. 308 с.
6. Определитель растений Республики Алтай / отв. ред. И.М. Красноборов, И.А. Артемов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. 603 с.
7. Папина О.Н., Фотьева Н.С. Сезонное развитие адониса пушистого (*Adonis villosa* Ledeb.) в условиях интродукции // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2008. № 1 (2). С. 23–30.
8. Папина О.Н., Ачимова А.А. Состояние ценопопуляций *Adonis villosa* Ledeb. в Северном Алтае (Республика Алтай)

лика Алтай) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 10 (144). С. 78–82.

9. Крылов Г.В. Травы жизни и их искатели. Томск: Изд-во «Красное знамя», 1992. 390 с.

10. Семенова Г.П. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана / отв. ред. В.П. Седельников. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007. 407 с.

11. Стратегия ботанических садов России по сохранению биоразнообразия растений. М.: Красная Звезда, 2003. 32 с.

12. Международная программа ботанических садов по охране растений. М.: Междунар. совет ботан. садов по охране растений. Botanic Gardens Conserv. Intern., 2000. 57 с.

13. Дорогина О.В., Жмудь Е.В., Елисафенко Т.В., Ачимова А.А., Кубан И.Н., Ямтыров М.Б. Состояние ценопопуляций редкого вида *Brachanthemum krylovii* Serg. (Asteraceae) в Республике Алтай // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2018. № 41. С. 53–74. DOI: 10.17223/19988591/41/4.

14. Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Труды Ин-та экологии растений и живот-

ных. Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. 1975. Вып. 94. С. 3–14.

15. Mann H.B., Whitney D.R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other // The Annals of Mathematical Statistics. 1947. Vol. 18 (1). P. 50–60.

16. Пошкурлат А.П. Род Горлицвет – *Adonis* L. Систематика, распространение, биология. М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 199 с.

17. Доклад о состоянии окружающей среды Республики Алтай в 2019 году. Горно-Алтайск, 2020. 120 с.

18. Доклад о состоянии окружающей среды Республики Алтай в 2017 году. Горно-Алтайск, 2018. 121 с.

19. Доклад о состоянии окружающей среды Республики Алтай в 2018 году. Горно-Алтайск, 2019. 119 с.

20. Пошкурлат А.П. Горлицветы СССР: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1973. 43 с.

**Работа выполнена при финансовой поддержке бюджетного проекта ЦСБС СО РАН «Анализ биоразнообразия, сохранение и восстановление редких и ресурсных видов растений экспериментальными методами» АААА-А21-121011290025–2.**

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<b>Ачимова Алтынай Алексеевна</b> , кандидат биологических наук, доцент, директор; Алтайский филиал Центрального сибирского ботанического сада СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад» (с. Камлак, Шебалинский район, Республика Алтай, Российская Федерация). E-mail: gabs@ngs.ru.	<b>Achimova Altynai Alekseevna</b> , candidate of biological sciences, associate professor, director; Altai branch of Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences «Gorno-Altai Botanical Garden» (Kamlak, Shebalinsky District, Altai Republic, Russian Federation). E-mail: gabs@ngs.ru.
<b>Папина Ольга Николаевна</b> , кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и химии; Горно-Алтайский государственный университет (г. Горно-Алтайск, Российская Федерация). E-mail: degt1@mail.ru.	<b>Papina Olga Nikolaevna</b> , candidate of biological sciences, associate professor of Botany and Chemistry Department; Gorno-Altai State University (Gorno-Altai, Russian Federation). E-mail: degt1@mail.ru.
<b>Жмудь Елена Викторовна</b> , кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории редких и исчезающих растений; Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (г. Новосибирск, Российская Федерация). E-mail: elenazhmu@ngs.ru.	<b>Zhmud Elena Viktorovna</b> , candidate of biological sciences, associate professor, senior researcher of Rare and Endangered Plants Laboratory; Central Siberian Botanical Garden of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russian Federation). E-mail: elenazhmu@ngs.ru.

#### Для цитирования:

Ачимова А.А., Папина О.Н., Жмудь Е.В. Морфологическая изменчивость в ценопопуляциях редкого вида *Adonis villosa* Ledeb. (Ranunculaceae) в Северном Алтае // Самарский научный вестник. 2021. Т. 10, № 1. С. 24–32. DOI: 10.17816/snv2021101103.