

## Изучение фенологии *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii*, произрастающего в окрестностях г. Южно-Сахалинска

### Studying the phenology of *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii* growing in the vicinity of Yuzhno-Sakhalinsk

Митусова Е. В.

Mitusova E. V.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия. E-mail: mitusov.vitalij@bk.ru  
National Research Tomsk state university, Tomsk, Russia

**Реферат.** Данное исследование направлено на изучение процессов увядания узколистных (первого года жизни) сеянцев и сердцелистных (второго года жизни) всходов реликтового растения *Cardiocrinum cordatum* после наступления фазы цветения, а также исследованию факторов, влияющих на численность сахалинской (северной) популяции *Cardiocrinum cordatum*, произрастающей в окрестностях г. Южно-Сахалинска и на экспозициях Сахалинского филиала Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук (ФГБУН БСИ ДВО РАН). Научная значимость данного исследования заключается в установлении приблизительных сроков завершения вегетации однолистных сеянцев, т.е. определение даты начала и конца процесса увядания сеянцев первого и второго годов жизни *Cardiocrinum cordatum*. Следовательно, значения, приведенные в данной научной работе, помогут сформировать новые знания об основных особенностях вегетации реликтового растения, которые непосредственно влияют на регуляцию численности сахалинских популяций *Cardiocrinum cordatum*. В результате проведенного исследования получены новые данные о динамике увядания растений разных возрастных категорий, а также, зарегистрировано и описано крайне редкое явление фасциации, которое ранее в научных источниках не отмечалось.

**Ключевые слова.** Вегетация, сахалинская популяция, сеянцы, увядание, *Cardiocrinum cordatum*.

**Summary.** This study aims to study the processes of wilting of narrow-leaved (first year) seedlings and heart-leaved (second year) seedlings of relic plant *Cardiocrinum cordatum* after the flowering phase, as well as to study the factors affecting the number of Sakhalin (northern) population of *Cardiocrinum cordatum*, growing in the neighborhood of Yuzhno-Sakhalinsk. Yuzhno-Sakhalinsk and at the expositions of the Sakhalin branch of the Botanical Garden-Institute of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences (BSI FGBN FEB RAS).

The scientific significance of this study lies in the establishment of approximate dates of the end of vegetation of single-leaved seedlings, i.e. determination of the start and end dates of wilting of seedlings of the first and second years of life of *Cardiocrinum cordatum*. Consequently, the values given in this scientific work will help to form new knowledge about the main features of vegetation of the relic plant, which directly affect the regulation of the number of Sakhalin populations of *Cardiocrinum cordatum*. As a result of the study, new data on the dynamics of wilting of plants of different age categories were obtained, as well as, an extremely rare phenomenon of fasciation was registered and described, which was not previously noted in scientific sources.

**Key words.** *Cardiocrinum cordatum*, infructescentia, Sakhalin population, seedlings, vegetation, wilting.

**Введение.** Актуальность данного исследования заключается в том, что численность *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii* (F. Schmidt) H. Nara (Liliaceae), произрастающего в окр. г. Южно-Сахалинска: долинах р. Еланьки и р. Уюновки, на западных склонах горы Чехова, а также горы Большевик, стремительно сокращается, несмотря на прекращение в начале 1990-х годов кампаний по заготовке силоса на пойменных участках рек, в результате которых скашивались все растения крупнотравного комплекса, а также, несмотря на снижение рекреационных нагрузок на речные долины, расположенные в стороне от автомобильных дорог (Клитин, Прокофьев, 2010). В то же время, численность северных популяций *Cardiocrinum cordatum*, несмотря на благоприятные климатические условия и снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду, в ряде местообитаний имеет тенденцию к сокращению вследствие уничтожения большей части соплодий с семенами неизвестным мышевидным грызуном, который в конце летнего периода, приблизительно в середине августа – начале сентября, начинает активно заго-

тавливать запасы перед зимовкой. *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii* (F. Schmidt) H. Hara (рис. 1) – это луковичное реликтовое растение сахалинского крупнотравья, островной эндемик Дальнего Востока, внесен в Красные книги РФ (Баркалов, 2008) и Сахалинской области (Баркалов, 2005).



Рис. 1. *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii*.

*Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii* – разновидность, распространённая преимущественно на юге Сахалина и южных Курилах (Кунашир и Итуруп) и северных островах Японии – Хоккайдо и Хонсю (северо-восточный регион Тохoku). Данная разновидность отличается от вида тем, что имеет более крупные размеры розеточных листьев и большое число цветков в соцветии (Kitamura et al., 1964; Satake et al., 1982; Ohwi, Kitawaga, 1983; Ito, Tsukamoto, 1988). Северные популяции, произрастающие на о. Сахалине и Курильских островах, обладают большими адаптивными качествами в условиях муссонного климата и более прочной морфологией цветущих особей с многочисленными, крупными цветками, чем другие популяции, и поэтому их относят к разновидности var. *glehnii* (Takuma et al., 2019). Характеризуется данный вид, прежде всего, тем, что вся надземная часть растения отмирает после цветения, часто (но не всегда) оставляя маленькие дочерние луковички у основания материнской луковицы. Основные признаки отмирания надземных органов *Cardiocrinum cordatum* характеризуются, прежде всего, пожелтением листовой пластинки, появлением коричневых пятен, усыханием края листовой пластинки, изменением общей структуры ли-

ста, в частности, потерей упругости листовой пластинки (тургора) вследствие нарушения водного баланса. Таким образом, в результате процесса отмирания в растении начинают происходить изменения физиологических процессов, а именно, замедляется рост растения, нарушается фотосинтетическая активность, снижается энергетическая эффективность фотодыхания и т. д. Возможно, раннее увядание *Cardiocrinum cordatum* возникло одновременно с крупнотравным комплексом в ходе эволюции, т. е. растение адаптировано к крупнотравному комплексу еще на начальных этапах его эволюции, когда шло начало отбора на наиболее крупные особи. Поэтому вегетирующие экземпляры старшего возраста и небольшого размера еще могли улавливать часть солнечного света, по мере того, как данный крупнотравный комплекс доходил в своей эволюции до завершающей стадии, а именно, высоты до 2,5 м. В связи с этим, *Cardiocrinum cordatum* вытеснялся на периферию крупнотравного комплекса и в итоге занял нишу по границе раздела крупнотравных зарослей и разнотравья, или там, где крупнотравье по каким-либо причинам оказалось разобщено на отдельные экземпляры.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проводили в весенне-летний (с начала мая по конец августа) период в 2022 г. в Сахалинском филиале Ботанического сада-института Дальневосточного отделения Российской академии наук и в юго-восточном пригороде г. Южно-Сахалинска на южном склоне г. Большевик. Для определения сроков отмирания вегетирующих листьев были выбраны 3 пробные площадки (рис. 2) массового произрастания микропопуляций разновидности *Cardiocrinum cordatum* и пробная площадка на территории Сахалинского филиала БСИ ДВО РАН.

Материалом для научного исследования послужили 422 экземпляра *Cardiocrinum cordatum* (суммарное число всех зарегистрированных экземпляров, произрастающих на 4-х пробных площадках), из которых 99 узколистных сеянцев (первого года жизни) и 83 сердцелистных (второго года жизни) всходов, 136 двулистных особей, 72 розетки и 30 цветоносов. Для определения фактической даты начала процесса отмирания всходов (сеянцев первого и всходов второго годов жизни) подсчеты проводили нерегулярно, а раз в 2 недели. Учеты *Cardiocrinum cordatum* осуществляли следующим образом, на четырех пробных площадках, включая площадку на территории ботанического сада, проводили тотальный подсчет всех экземпляров. Затем, исходя из формы и числа листьев, жизненный цикл *Cardiocrinum cordatum* разделяли на несколько стадий:

- 1 стадия – всходы с узкими ланцетными листьями (1-го года жизни).
- 2 стадия – сеянцы с сердцевидными одиночными листьями (2–3-го годов жизни).

3 стадия – иматурные растения с двумя листьями.

4 стадия – растения с несколькими листьями (от 3-х до 8-ми и более), т.е. розетки.

5 стадия – растения с крупными сердцевидными листьями, несущие цветоносы.

После проведения учетов полученные данные систематизировали и вносили в базу данных.

Статическую обработку данных проводили с помощью программы Microsoft Excel, которая включала общие статистические методы (Ефимов, Ковалева, 2007). Рассчитывали дескриптивные статистики: среднее значение ( $\bar{x}$ ), размер выборки ( $n$ ), коэффициент вариации ( $Cv$ ), максимальное и минимальное значение ( $lim$ ). Применен нелинейный коэффициент корреляции Пирсона ( $rs$ ). Для оценки разности выборочных совокупностей использован  $t$ -критерий Уилкоксона. Среднее выборочной величины приводятся в тексте и в таблице со своими ошибками репрезентативности.

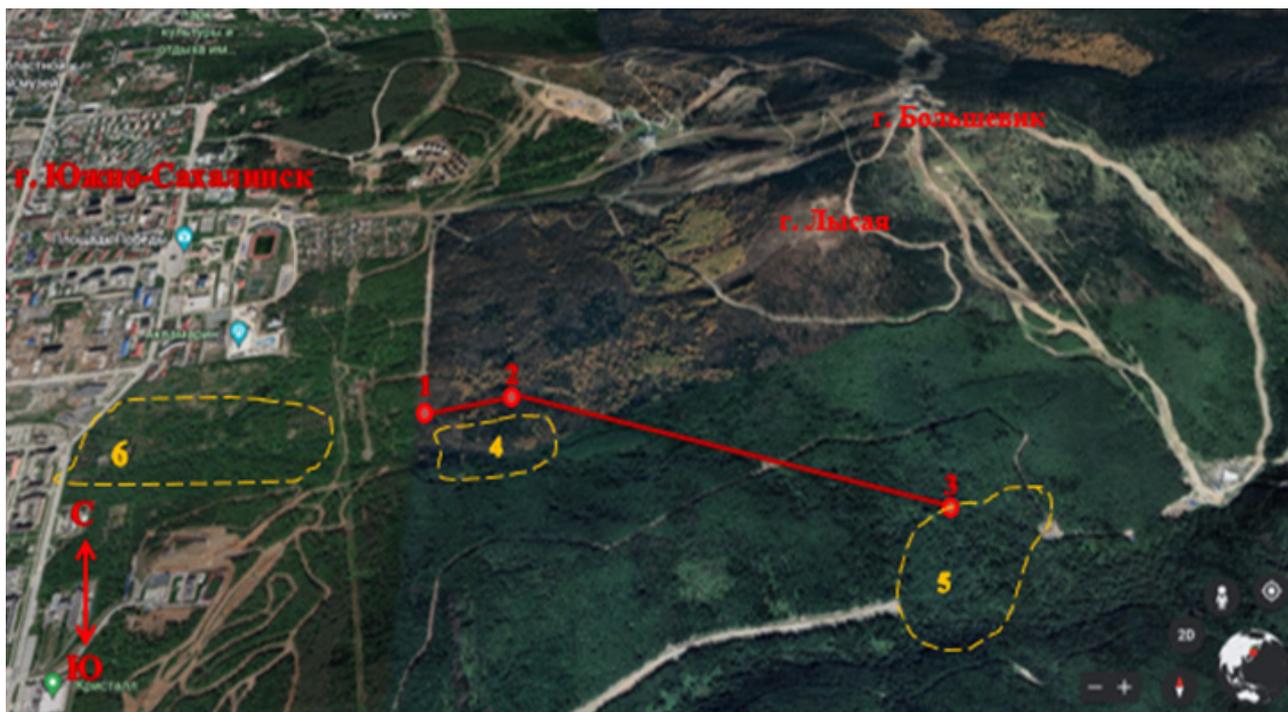


Рис. 2. Карта расположения трёх пробных площадок. Цифрами «4» и «5» обозначены особо охраняемые природные территории: 4 – «Роща маньчжурского ореха», 46°56'34.25"N, 142°46'25.16"E; 5 – «Популяция кардиокринума (лилии) Глена», 46°56'22.0"N, 142°47'36.00"E; 6 – СФ БСИ ДВО РАН (Топографическая основа: Google Earth; <https://earth.google.com>).

**Обсуждение.** По результатам многолетних фенологических наблюдений, проводимых в период с 2016 по 2022 гг. в окр. г. Южно-Сахалинска, было установлено, что процесс вегетации у северных популяций подвида *Cardiocrinum cordatum* начинается с 5 мая, при условии, что среднесуточная температура атмосферного воздуха выше +5 °С, в то время, как у особей, произрастающих в окрестностях г. Саппоро, а именно в районе Хоккайдского Университета (Hokkaido University) вегетация начинается 2 апреля при среднесуточной температуре атмосферного воздуха +6,1 °С.

Проанализировав динамику увядания растений разных возрастных категорий, в том числе ссылаясь на архивные данные В. В. Шейко, мы пришли к выводу, что процесс отмирания носит непродолжительный характер и выглядит следующим образом:

1. Дата начала отмирания семян (первого года жизни) – 05 VI 2022 г.;  
дата полного отмирания семян – 14 VI 2022 г.
2. Дата начала отмирания всходов (второго года жизни) – 05 VI 2022 г.;  
дата полного отмирания всходов – 16 VI 2022 г.
3. Дата начала отмирания двулистных особей – 14 VI 2022 г.;  
дата полного отмирания двулистных особей – 15 VII 2022 г.
4. Дата начала отмирания розеток – 14 VI 2022 г.;  
дата полного отмирания розеток – 26 VIII 2022 г.

При этом необходимо подчеркнуть, что на 3-й пробной площадке, которая расположена в Долине туристов – на территории ООПТ, одного из крупнейших мест произрастания данного вида, процесс увядания семян наступил гораздо раньше, чем на других пробных площадках, и, в то же время, на 2-й площадке увядание всходов наступило значительно позже. К вышесказанному следует добавить, что такие данные получены впервые.

Таким образом, установив дату начала отмирания семян и всходов, основываясь на данные прошлых учетов, можно предположить, что, начиная с 5 июня, проводить тотальные подсчеты численности данного вида недопустимо. В связи с этим, необходимо отметить, что в настоящее время данная информация крайне актуальна из-за осуществления строительных мегапроектов, а именно создание территории опережающего социально-экономического развития (ТОР «Горный воздух») на территории крупнейших в России мест произрастания *Cardiocrinum cordatum*.

В зависимости от расположения пробной площадки, а также от влияния различных факторов среды число сформированных соплодий значительно различалось. Максимальное число развитых коробочек зарегистрировано на 3-й пробной площадке и составило 94 соплодия (89,52 %), а минимальное число на 2-й и 4-й пробных площадках со значениями 2 коробочки (20 %) и 2 коробочки (10,53 %), соответственно. При этом наибольшее число развитых коробочек на один цветонос было обнаружено на 1-й пробной площадке и составило 16 коробочек (23,88 %). В соответствии с вышеизложенным необходимо, также отметить, что значительный ущерб на семенное возобновление причиняют медведи съедающие бутоны, однако, в нашем случае при обследовании всех четырех пробных площадках поедания бутонов медведями не обнаружено.

**Результаты.** Вегетационный период в районе проведения исследований (г. Южно-Сахалинске) начинался с 6 мая при среднесуточной температуре атмосферного воздуха +5 °С и составляет в среднем 110–115 дней. Учет особей *Cardiocrinum cordatum*, в том числе узколистных и сердцелистных семян проводили в несколько приемов. Изучение процесса увядания семян осуществляли в полевых условиях, благодаря проведению учетов каждые 3 недели. Отмечали дату появления первых признаков отмирания, а также определяли интенсивность увядания, которую выражали в процентах.

Микропопуляции *Cardiocrinum cordatum* на пробных площадках различались между собой по числу взошедших семян. Так, при проведении учетов 14 VI на 1-й пробной площадке было зарегистрировано 73 узколистных и 68 сердцелистных семян, на 2-й пробной площадке – 3 узколистных и 9 сердцелистных семян, на 3-й пробной площадке – 19 узколистных и 4 сердцелистных и на 4-й площадке – 4 узколистных и 2 сердцелистных семян.

Средняя плотность узколистных семян (первого года жизни) составила 1,07 экз./м<sup>2</sup>. Максимальная плотность узколистных семян была зарегистрирована на 1-й пробной площадке и составила 2,92 экз./м<sup>2</sup>, а минимальная плотность 0,12 экз./м<sup>2</sup> – на 2-й пробной площадке. Плотность сердцелистных семян *Cardiocrinum cordatum* варьировалась от 0,04 ± 0,01 до 2,72 ± 0,04 экз./м<sup>2</sup>. Средняя плотность сердцелистных семян (2–3-го годов жизни) составила 1,04 экз./м<sup>2</sup>. Максимальная плотность сердцелистных семян – 2,72 экз./м<sup>2</sup> была зарегистрирована на 1-й пробной площадке, а минимальная плотность 0,04 экз./м<sup>2</sup> – на 3-й пробной площадке. Чтобы определить с какой скоростью будет возрастать отмирание на разных стадиях, необходимо подсчитать раз в 3 недели число увядающих и вегетирующих проростков.

Таким образом, суммарное число всех узколистных семян сократилось на 45,45 % на 1-й пробной площадке, на 2,02 % – на 2-й площадке, на 7,07 % – на 3-й площадке и 2,02 % – на 4-й пробной площадке. Суммарное число всех сердцелистных семян на 1-й пробной площадке сократилось на – 8,43 %, на 2-й площадке на – 6,02 %, на 3-й площадке – 0% и на 4-й пробной площадке – 1,2 %. При проведении повторного учета 26 VIII было отмечено, что на 1-й пробной площадке – 14,8 %, а на 2-й площадке – 6,25 % незрелых многолистных особей до сих пор оставались вегетирующими, т.е. зелеными. Но в то же время 3,70 % особей *Cardiocrinum cordatum*, произрастающих на 1-й пробной площадке и 9,80 % – на 3-й пробной площадке, начинали активно проявлять основные признаки увядания, а именно, пожелтение и усыхание листовой пластинки.

Для того чтобы спрогнозировать вегетационный период семян *Cardiocrinum cordatum*, прежде всего, необходимо установить сроки начала и завершения вегетации *Cardiocrinum cordatum*, а именно, зафиксировать дату начала появления главного признака увядания – пожелтение листовой пластинки. При обследовании всех пробных площадок было установлено, что дата увядания семян *Cardiocrinum*

*cordatum* в текущем году сместилась приблизительно, на 10 дней позже, и начинается 14 июня. Процесс увядания проростков начинается на следующий день после появления первых признаков отмирания. Вегетация заканчивается поэтапно, т.е. по мере увеличения размера растения. Завершение вегетации сеянцев *Cardiocrinum cordatum* зафиксировано 20 июля, но в то же время 26 августа листья некоторых генеративных многолистных особей оставались зелеными достаточно продолжительное время.

Учеты, проведенные в результате исследования вегетации сеянцев *Cardiocrinum cordatum*, включали в себя следующие сведения:

1. Дата начала отмирания сеянцев – 14 VI 2022 г.
2. Дата последнего наблюдения листовой пластинки сеянцев в вегетирующем состоянии – 12 VII 2022 г.
3. Дата первого наблюдения пожелтение листовой пластинки – 14 VI 2022 г.
4. Дата второго наблюдения появления коричневых пятен на листе – 20 VI 2022 г.
5. Дата третьего наблюдения усыхания края листовой пластинки – 20 VI 2022 г.
6. Дата полного увядания, разложения листа – 20 VII 2022 г.
7. Дата последнего наблюдения увядания сеянцев – 20 VII 2022 г.

Таким образом, проанализировав полученные данные, было установлено, что учеты сеянцев *Cardiocrinum cordatum* недопустимо проводить с 5-го июня, т.е. именно с того момента, как они начинают увядать, поскольку учёт уже будет заниженным.

Таблица

Фенологические наблюдения в период роста и развития *Cardiocrinum cordatum*

№ п/п	Явление	Дата наступления явления		Средняя дата	Феноаномалия, сутки	
		2021	2022		2021	2022
1	Появление первых всходов	25/05	17/05	21/05	+4	-4
2	Увядание всходов	05/06	14/06	10/06	+5	-4

Примеч.: Знак «-» перед абсолютной величиной феноаномалии обозначает опережение, «+» – запаздывание против средней многолетней величины.

Данные, приведенные в таблице, получены следующим образом: по началу цветения *Cardiocrinum cordatum* есть две даты – 25 мая и 17 мая. Чтобы определить среднюю дату необходимо к 25 мая прибавить 17 мая и разделить на 2, таким образом, получим двухлетнюю дату начала цветения – 21 мая. После вычисления средней двухлетней даты высчитывают феноаномалии для каждого года. Средняя дата наступления явления «Увядания всходов» – 10 июня. В 2021 г. явление наступило 5 июня, то есть на 5 суток раньше, в 2022 г. – 14 июня – на 4 суток позже по сравнению со средней двухлетней датой. Следовательно, феноаномалии названных лет будут составлять +5 и -4 суток.

Изучение устойчивости *Cardiocrinum cordatum* к вредителям проводили визуально в течение всего вегетационного периода, через каждые 2–3 дня на 4-й пробной площадке в ботаническом саду-институте (БСИ).

При тотальном осмотре всех генеративных особей *Cardiocrinum cordatum* в период с 14 VI по 12 VII 2022 г. следов поедания бутонов бурым медведем не обнаружено. В то же время массовые откусывания бутонов (1/3 бутонов была уничтожена медведем), зарегистрированы в 2016 г. В 2017 г. были обнаружены явные признаки поедания бутонов медведем, при этом процент причиненного ущерба не учитывался. Процент съеденной вегетирующей надземной части (листьев) *Cardiocrinum cordatum* представлен на рис. 3.

Диаграмма распределения данных показывает, что 14 VI 2022 г. из четырех пробных площадок, включая территорию СФ БСИ, наибольший урон листьям *Cardiocrinum cordatum* был нанесен на 3-й пробной площадке и составил 71,0 % от общей массы вегетирующей надземной части, в связи с тем, что данная площадка расположена непосредственно в лесу. На 2-й пробной площадке доля съеденных листьев бурым медведем составила 31,2 %. Помимо того, 12 VII 2022 г. были обнаружены значительные повреждения листьев *Cardiocrinum cordatum* произрастающих также, на 3-й пробной площадке со значением 50,7 %. Данное явление свидетельствует о том, что именно на 3-й пробной площадке проходила

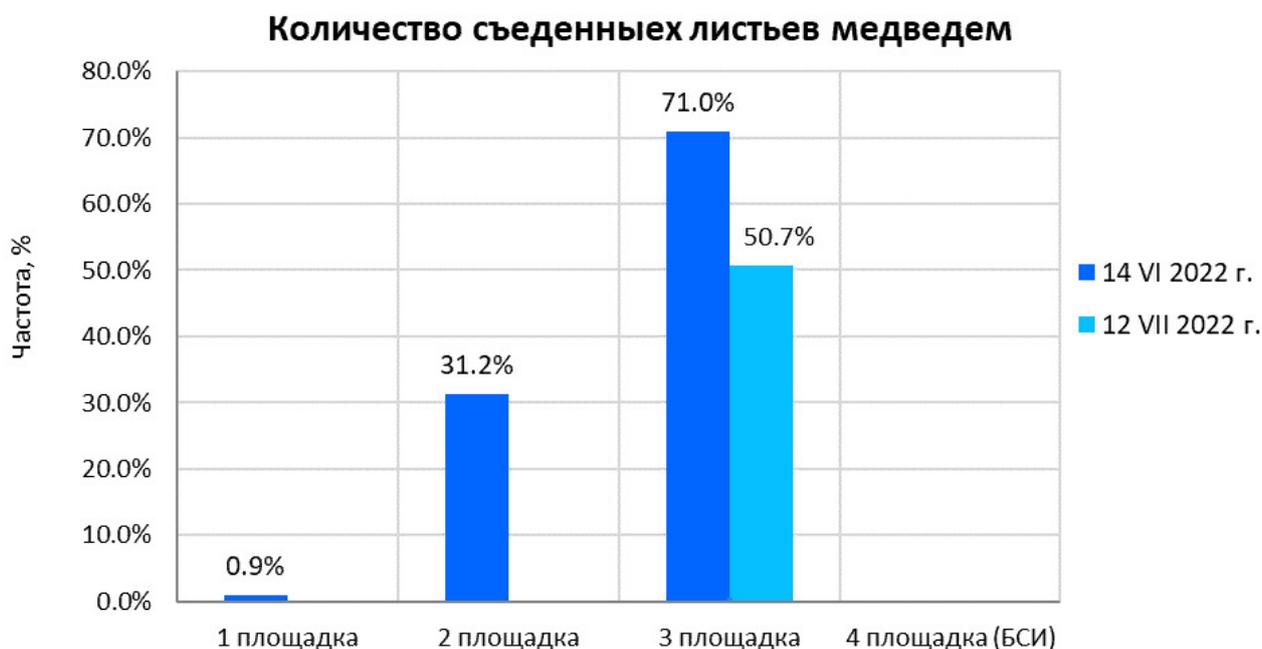


Рис. 3. Процентное соотношение съеденных листьев бурый медведем. Примеч. – значительная разница доли (%) съеденных листьев объясняется расположением пробных площадок.

медвежья тропа. Наименьший урон листьям *Cardiocrinum cordatum* был нанесен на 4-й площадке и составил 0 %, в связи с тем, что данная площадка расположена непосредственно на территории ботанического сада.

**Благодарности.** Автор выражает особую благодарность за оказанную помощь и предоставленные материалы для написания выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации) кандидату биологических наук, старшему научному сотруднику ФГБУН Сахалинского филиала БСИ ДВО РАН Виктору Витальевичу Шейко, кандидату биологических наук, доценту кафедры ботаники НИ ТГУ, научному руководителю Андрею Анатольевичу Звереву за ценные советы и помощь в написании магистерской диссертации, а также всем сотрудникам Сахалинского филиала БСИ ДВО РАН.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Баркалов В. Ю.** *Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino // Красная книга Сахалинской области. Растения. – Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное издательство, 2005. – С. 81
- Баркалов В. Ю.** *Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) // Красная книга Российской Федерации (растения, грибы). – М.: Общество с ограниченной ответственностью Товарищество научных изданий КМК, 2008. – С. 316–317.
- Ефимов В. М., Ковалева В. Е.** Многомерный анализ биологических данных: учеб. пособие. – Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2007. – 87 с.
- Клитин А. К., Прокофьев М. М.** Распространение и некоторые особенности морфологии Кардиокринума Глена (*Cardiocrinum glehnii*) (Liliaceae) на Сахалине // Вестник Сахалинского музея, 2010. – № 17. – С. 327–337.
- Ito K., Tsukamoto S.** *Cardiocrinum* Endl. ex Lindl. // TheGrand Dictionary of Horticulture. – Vol. 1. – Tokyo: Shyogakukan, 1998. – P. 287–288.
- Kitamura S., Murata G., Koyama T.** *Cardiocrinum cordatum* (Thunb.) Makino // Colored illustrations of herbaceous plants of Japan (Monocotyledoneae). – Hoikusha: Osaka, 1964. – 126 p.
- Ohwi, J., Kitawaga, M.** New flora of Japan / Shibundo Co. (rev. ed.). – Tokyo, Japan, 1983. – 1716 p.
- Satake Y., Ohwi J., Kitamura S., Watari S., Tominari T.** Wild Flowers of Japan I – herbaceous plants: Monocotyledoneae. – Tokyo, Japan: Heibonsya, 1982. – Vol. 1. – 39 p.
- Takuma H., Utech F. H., Ohara M.** Inter-populational variation, but no-annual variation within population's, in terms of reproductive size and genetic structure in a monocarpic perennial herb, *Cardiocrinum cordatum* var. *glehnii* // Plant Species Biology, 2019. – Vol. 34, No. 1. – P. 27–30.
- Google Earth. 2022. URL: <https://earth.google.com/web/search> (Accessed 24 June 2022).