

© Т. В. Елисафенко,¹ Е. В. Жмудь,¹ Д. А. Кривенко²

ЭНДЕМИК ПРИБАЙКАЛЬЯ *CRANIOSPERMUM SUBVILLOSUM* (BORAGINACEAE): СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОХРАНЫ

T. V. ELISAFENKO, E. V. ZHMUD', D. A. KRIVENKO. THE ENDEMIC SPECIES OF BAIKAL REGION *CRANIOSPERMUM SUBVILLOSUM* (BORAGINACEAE): STATE OF POPULATION AND PROSPECTS OF CONSERVATION

¹ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН
630090 Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101

Факс: (383) 330-19-86

E-mail: tveli@list.ru

² Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН

664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 132, а/я 317

Факс (3952) 51-07-54

E-mail: krivenko_da.irk@mail.ru

Поступила 17.05.2012

Проведена оценка состояния популяций и дана морфологическая характеристика растений *Craniospermum subvillosum* Lehm. в Иркутской обл. и Республике Бурятия. Изучена морфология плодов и семян, межпопуляционная изменчивость морфологических признаков. Необходим мониторинг исследованных сообществ в местообитаниях с антропогенной нагрузкой и реинтродукция.

Ключевые слова: *Craniospermum subvillosum* Lehm., редкий вид, эндемик, оценка состояния популяций, морфология плодов и семян, оз. Байкал.

Род *Craniospermum* Lehm. (сем. *Boraginaceae* Juss.), по последним данным (Овчинникова, 2000), насчитывает 6 самостоятельных видов, хорошо различающихся морфологически. Все они встречаются на очень ограниченной территории Центральной Азии. Из них наиболее обособлены по степени родства от остальных видов *C. canescens* DC. — узколокальный эндемик Юго-Восточного Алтая и эндемик Прибайкалья — *C. subvillosum* Lehm., занимающий самое северное положение в ареале рода. Остальные виды состоят в более близком родстве и простираются с меньшими разрывами в ареале.

Объектом наших исследований является *C. subvillosum* — черепоцаплевидник почтишерстистый — редкий, псаммофильный вид, эндемик лitorалей оз. Байкал, включенный в красные книги Республики Бурятия (2002) и Иркутской области (2010). Он является реликтом палеогеновой ксерофитной древнеисредиземноморской флоры (Понов, 1956; Пешкова, 1972, 2001, и др.). Ареал вида ограничен побережьем озера и приурочен к песчаным массивам, расположенным пятнами по его берегам: в Республике Бурятия — мысы Малая Коса, Туралы, устья рек Верхняя Ангара, Баргузин, Большой Чивыркуй, окрестности поселков Носольск и Турка. В Иркутской обл. — Хужирский и Сарайский заливы, берег оз. Хонхой, на о-ве Ольхон, окрестности пос. Култук (Зарубин и др., 2005; Редкие..., 1980).

C. subvillosum охраняется на территории Баргузинского заповедника и двух национальных парков: Прибайкальского и Забайкальского (Красная..., 2002, 2010). Предпринимались попытки интродуцировать растения в условиях лесостепной зоны Западной Сибири (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск), но они были безуспешными (Семенова, 2001, 2007). Есть сведения о том, что вид интродуцируется в Прибайкалье — Ботаническом саду Иркутского государственного университета (г. Иркутск) (Кузнецова, Сигала, 2005). Однако данных об оценке интродукции *C. subvillosum* в этом учреждении нет.

Целью данных исследований было изучение состояния популяций (ЦП) *C. subvillosum*, определение критериев для оценки их состояния и выявление возможности сохранения данного редкого вида в естественных условиях промышленного

Материал и методика

В 2009–2011 гг. нами были изучены ЦП *C. subvillosum* на побережье о. Байкал: в Республике Бурятия — окрестности поселков Гремячинск и Турка (рис. 1), и на п-ове лодой Нос; в Иркутской обл. — на о-ве Ольхон, окрестности пос. Хужир (табл. 1).



Рис. 1. Образцы видов *Carex subvillosum*.

1 — окрестности с. Гремячинск (районный центр Иркутской обл.); 2 — п-ов лодой Нос (Байкальский национальный парк); 3 — окрестности с. Хужир (Иркутская обл.).

ТАБЛИЦА 1

Местонахождения популяций *Cranioleptes lativittatus* на песчаных берегах оз. Байкал и факторы антропогенного влияния на них

Местонахождение	Дата изучения	Координаты	Антропогенная нагрузка
Республика Бурятия. Прибайкальский р-н, окр. пос. Гремячинск	26 VII 2011	N 52°47'46" E 107°58'44"	Следы автотранспорта, на расстоянии 500 м расположены базы отдыха
Республика Бурятия. Прибайкальский р-н, окр. пос. Турка	25 VII 2011	N 52°54'94" E 108°11'06"	Активное освоение территории, выделенной под строительство особой экономической зоны
Республика Бурятия. Баргузинский р-н, п-ов Святой Нос. Забайкальский национальный парк	25 VII 2011 26 VII 2011	N 53°35'59" E 108°52'87" N 53°35'23" E 108°53'17"	Вдоль всего берега озера плотно расположены туристические палатки Вдоль берега озера туристические палатки в неизначительном количестве
Иркутская обл., Ольхонский р-н, о-в Ольхон, окр. пос. Хужир; Прибайкальский национальный парк	12 VIII 2009 07 VIII 2011	N 53°12'18" E 107°21'40" N 53°11'32" E 107°18'57"	Разбит туристический лагерь, обустроен пляж, на расстоянии 500 м расположены базы отдыха Следы автотранспорта, на расстоянии 500 м расположены базы отдыха

Все изученные нами ЦП расположились на песках, в прибрежной полосе оз. Байкал, в местах туристического отдыха и вследствие этого находились под воздействием антропогенной рекреационной нагрузки. Полоса побережья озера, на которой были расположены растения, часто была неширокой и составляла в среднем, от 10 м (п-ов Святой Нос) до 30 м (окрестности пос. Хужир). В окрестностях пос. Хужир исследования проводили в 2009 г. на побережье Сарайского залива (далее Хужир-1) и в 2011 г. на побережье Хужирского залива (далее Хужир-2). В 2009 г. были изучены все встреченные особи на площади 500 м². В 2011 г. все ЦП были более многочисленными и площадки для исследования нами были заложены случайнно-регулярным способом. Их расположение и площадь зависели от плотности и размера цепопопуляции. Для ЦП Хужир-2 в 2011 г. были заложены 10 трапеек размером 60 м² (20 м × 3 м) перпендикулярно побережью на расстоянии 4 м друг от друга. В окрестностях пос. Гремячинск (далее Гремячинск) территория, занимаемая популяцией *C. lativittatus*, вдоль побережья была шире, достигала 100 м, растения исследовали на 50 площадках по 2 м² на двух траекториях длиной 25 м, которые располагались параллельно побережью на расстоянии 2 м друг от друга. В окрестностях пос. Турка (далее Турка) размер площадок составил 1 м², 10 трапеек располагались перпендикулярно побережью через 5 м друг от друга. Каждая траектория состояла из 5 площадок, узкая полоса пляжа была ограничена тесным массивом. На п-ове Святой Нос площадки были заложены аналогичным образом, траектории размещались на прибрежной песчаной полосе в 20 м от края песчаного массива (Св. Нос-1) и на песчаной полосе на открытом пространстве (Св. Нос-2).

Литературных данных о состоянии популяций найдено крайне мало, описание экологических состояний видов отсутствует. Но наименной части горного озера может нехватить для формирования новых популяций. В связи с тем что на

включены в региональные красные книги и в связи с ограниченностью осей, выкашивание растений было исключено. В своих исследованиях мы руководствовались «Программой и методикой наблюдений» за ценопопуляциями видов растений, внесенных в Красную книгу СССР (1986). По этому для оценки состояния популяции определяли, кроме экологической плотности (Одум, 1986), процент генеративных растений, учитывали количественные признаки (высота растения, диаметр надземной части, число побегов, число листьев на главном побеге, размер листа вередней части главного побега). Обилие видов приведено по шкале Друде с дополнениями А. А. Уранова (1935). Исследования проводили в конце июля – начале августа в период плодоношения растений, когда определить структуру и биометрические параметры соцветий было невозможно. Поэтому нами были сделаны измерения размеров чашечки, плодов и семян. Морфологическое описание семян данного вида в литературе отсутствует, а их изменчивость не изучалась. В литературе представлены только результаты исследования морфологического строения плодов и первичной скелетики поверхности эремов (частей плода) для целей систематики у *C. subvillosum* (Овчинникова, 2000). Нами исследована морфологическая внутри- и межпопуляционная изменчивость эремов и семян трех популяций вида. Использовали классические подходы (Методические..., 1980). Массу эремов определяли путем десятикратного взвешивания 100 штук эремов, среднее арифметическое пересчитывали на 1000 штук. При изучении морфологии семян эремы замачивали на сутки. Семя из эрема извлекали с помощью препарировальной иглы. Замеры и обработку изображений проводили с помощью стереомикроскопа Stereo Discovery V12 со встроенной цифровой камерой AxioCam MRe-5 и программного обеспечения AxioVision 4.8 (Carl Zeiss, Германия) в Центре коллективного пользования ЦСБС СО РАН. Измеряли длину эрема, длину и ширину крыла, цикатрикаса, семени, зародышевого корешка и семядолей. Также были определены алюметрические параметры: отношение длины крыла и эрема, длины и ширины эрема, длины и ширины крыла, длины и ширины цикатрикаса, длины цикатрикаса и эрема, длины семени и эрема, длины семядолей и зародыша, ширины и длины семядолей. Морфологическое описание растений, эремов и семян сделано по 20 образцам. Для обработки полученных результатов использовали методы вариационной статистики. При определении коэффициента нарушности эремов и типа распространения плодов руководствовались работой Р. Е. Левиной (1957). Проведен сравнительный анализ исследованных нами популяций, находившихся под воздействием антропогенной нагрузки (рекреация), с популяциями, произраставшими в пределах Баргузинского заповедника без антропогенной нагрузки, по данным С. Б. Будаевой (2005). Определяли: M – среднее арифметическое, m – его ошибку, V – коэффициент вариации, $t_{0.9}$ – критерий Стьюдента при 95%-м уровне вероятности (5%-м уровне значимости) (Лакин, 1973). Уровень изменчивости считали очень низким при $V < 7\%$, низким при $7\% \leq V \leq 12\%$, средним при $13\% \leq V \leq 20\%$, повышенным при $21\% < V \leq 30\%$, высоким при $31\% \leq V \leq 40\%$, очень высоким при $V > 40\%$ (Мамаев, 1972).

Результаты и обсуждение

C. subvillosum – многолетнее нижкорослое каудексообразующее поликарпическое травянистое растение. Листья продолговато-ланцетные, опущенные, черешки постепенно переходят в листовую пластинку. Нами отмечено, что генеративные побеги формируются в пазухах листьев прошлого года. Базальная часть побега

прошлого года засыпается песком. В популяции представлены вегетативные одно- и многогодичные, а также генеративные особи.

По литературным данным (Овчинникова, 1997), генеративные побеги отстоящие — рыхлово-щетинистые, слабые, с сидячими небольшими листьями, в фазе цветения — короткие, 2—5 см, при плодоношении удлиняются до 10—12 см. Цветки спиральные, мелкие, собраны в головчатый завиток на верхушке цветоноса, чашечка рыхлово-мохнатая с линейными долями. Венчик фиолетово-розовый с треугольными тубцами.

C. hibichii произрастает в разнотравных (ЦП Хужир-1, Св. Нос-1), злаково-разнотравных (ЦП Хужир-2) и злаково-разнотравно-черепоцлодниковых (ЦП Гремячинск, Турка, Св. Нос-2) сообществах песчаных литоралей оз. Байкал, лишенных сомкнутого растительного покрова. Здесь места произрастания вида практически недосягаемы для волн, особи растут и развиваются благодаря глубоко расположенной корневой системе, находящейся во влажном слое песка (Бойков, 1999). Общее процентное покрытие и полный видовой состав изученных нами фитоценозов с участием черепоцлодника почтишерстистого приводятся в табл. 2. В Баргузинском заповеднике степень процентного покрытия растительности на исследуемых участках составляет 5—8 %. Наиболее типичными сопутствующими видами являются: *Deschampsia turgescensii* Litv., *Chamerion latifolium* (L.) Holub, *Vicia cracca* L., *Equisetum hyemale* L. и др. (Будаева, 2005).

По нашим наблюдениям, популяция с наибольшей экологической плотностью находилась в окрестностях пос. Гремячинск (табл. 3). ЦП с минимальной экологической плотностью располагалась в окрестностях пос. Хужир-1, где обнаружено всего 6 особей, 5 из них были генеративные. Это максимальный показатель процента генеративных особей среди изученных популяций, который изменялся в широких пределах между ЦП. Так, генеративные растения отсутствовали в ЦП Св. Нос-1. Процент генеративных растений в Баргузинском заповеднике был значительно больше, чем в изученных нами популяциях. Однако плотность особей в трех изученных нами ЦП — Турка, Св. Нос-2 и Гремячинск, была выше, чем в Баргузинском заповеднике. На о-ве Ольхон оба участка популяции были представлены минимальным числом особей.

Межпопуляционный анализ количественных морфологических признаков выявил, что растения изученных ЦП характеризовались определенными различиями. Так, на о-ве Ольхон в ЦП Хужир-1 растения были наиболее высокорослыми с максимальным в среднем числом побегов у особей (табл. 4). В соседней ЦП Хужир-2 растения характеризовались небольшой высотой побегов, минимальными значениями числа побегов и диаметра надземной части среди изученных популяций. Особи с наибольшими показателями диаметра надземной части произрастили в Забайкальском национальном парке на п-ове Святой Нос. В ЦП Турка у растений отмечены более узкие листья по сравнению с остальными популяциями (показатели достоверно отличались при $t_{05} = 2.03$). Там же встречались относительно высокорослые особи, образующие рыхлый куст (отношение числа побегов к диаметру надземной части особи не превышало в среднем 0.19). В ЦП Гремячинск в среднем преобладали относительно невысокие особи, образующие более плотный куст (отношение числа побегов к диаметру надземной части особи составило 0.5). Такие признаки, как диаметр надземной части особей и число побегов в них, на наш взгляд, могут служить критериями состояния исследованных ЦП данного вида. Число листьев на главном побеге достоверно не отличалось у растений изученных ЦП ($t_a = 0.07 - 1.25$, при $t_{05} = 2.03$). Показатели ширины листа имели достоверное отличие только между ЦП Хужир-2 и Св. Нос-1 ($t_a = 2.13$).

ТАБЛИЦА 2

Сводная таблица геоботанических описаний фитоценозов
с участием *Craniospermum subvillosum*

Общее проективное покрытие, %	Фитоценоз						Примеч.
	Хужир-1	Хужир-2	Турка	Св. Нос	Сн. Нос	2-3	
Вид	Обилие по шкале Друде						
<i>Aconogonon ocreatum</i> (L.) Hara		sol.	sol.	sol.	sol.	sp.	
<i>A. sericeum</i> (Pall. ex Georgi) Hara		sol.					
<i>Allium splendens</i> Willd. ex Schult. et Schult. fil.			sol.				
<i>Androsace lactiflora</i> Fisch. ex Duby		sol.					
<i>Arabis glabra</i> (L.) Bernh.			un.				
<i>Bromopsis korotkii</i> (Drobow) Holub	sol.	sol.			sol.	sp.	
<i>Calamagrostis epigejos</i> Roth							sol. gr.
<i>Carex pamirica</i> subsp. <i>dichroa</i> (Feyn) Egor.		sp.					
<i>Chamaerhodos grandiflora</i> (Pall. ex Schult.) Bunge							
<i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub		sol.	sol.	sp.	sol.		
<i>Corispermum ulopterum</i> Fenzl		sol.					
<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. ex Blytt.	un.		un.				
<i>Craniospermum subvillosum</i> Lehm.	sol.	sp.	cop. I	sp.	cop. I		cop. I
<i>Delphinium grandiflorum</i> L.							sol.
<i>Elymus sibiricus</i> L.	sol.	sol.					
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski			sol.				
<i>Festuca rubra</i> L. s. l.			sol.				
<i>Festuca rubra</i> subsp. <i>baccalensis</i> (Griseb.) Tzvel.	sol.	sp.	sp.				sp.
<i>Isatis oblongata</i> DC.		sol.	sol.		sol.	sol.	
<i>Lathyrus palustris</i> subsp. <i>pilosus</i> (Cham.) Hulten				un.			
<i>Leymus littoralis</i> (Griseb.) Peschkova				sp. gr.			sp. gr.
<i>Linaria acutiloba</i> Fisch. ex Reichenb.							sp.
<i>Lychnis sibirica</i> subsp. <i>sannojedorum</i> Sam-buk		sol.					
<i>Padus avium</i> Miller					un.	un.	
<i>Papaver ammophilum</i> (Turcz.) Peschkova	sol.	sp.					sol. gr.
<i>Potentilla anserina</i> L.							
<i>Rosa cf. acicularis</i> Lindl.			sp. gr.	sol.			
<i>Salix rhamnifolia</i> Pall.		sol.					
<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	sol.	sp.	sol.		sol.	sol.	
<i>Scrophularia incisa</i> Wienm.							
<i>Stellaria dahurica</i> Willd. ex Schlecht.	sol.	sol.	sol.		sol.	sol.	
<i>Urtica crassula</i> L.					un.		

Примечание. Названия видов приведены по «Академическому флористу» (2005).

ТАБЛИЦА 3
Характеристика пенонауляций *C. subullosum*

Местонахождение пенонауляции	Максимальная высота особи, см	Максимальное число побегов в особи	Экологическая плотность, особь/м ²	Процент генеративных особей, %
Хужир-1	14.00	—	0.01	83.00
Хужир-2	9.00	5.00	0.11	11.94
Турка	15.00	9.00	4.62	21.65
Св. Нос-1	13.00	27.00	0.42	0.00
Св. Нос-2	14.00	21.00	3.00	32.00
Гремячинец	11.00	24.00	7.18	4.18
Баргузинский заповедник*				
Мыс Сосновка	12.00	—	0.05–0.25	50.00
Берег Черского	10.00	—	0.82	41.00
Устье р. Шумилиха	10.00	11.00	0.34	73.00
Мыс Топенецкий	14.30	—	0.50	55.00

Примечание. «—» — данные отсутствуют. * — характеристика пенонауляций *C. subullosum* в Баргузинском заповеднике по данным С. Б. Будаевой (2005).

Сравнительный анализ внутрипопуляционной изменчивости некоторых морфометрических признаков показал, что наименее изменчивый признак, имеющий очень низкий и средний уровень изменчивости — отношение длины и ширины листовой пластинки. Число листьев на главном побеге имеет высокий и очень высокий уровень изменчивости (табл. 4). Остальные признаки характеризовались уровнем изменчивости от среднего до повышенного. Причем внутрипопуляционная изменчивость показателей диаметра надземной части между популяциями варьировала незначительно в пределах повышенного уровня (22.9–29.3%). Таким образом, анализ внутри- и межпопуляционной изменчивости выявил наименее вариабельный признак — размеры листа, который не может быть критерием состояния популяции.

Популяционный анализ 4 ЦП в Баргузинском заповеднике, проведенный С. Б. Будаевой (2005), показал, что в них преобладали особи ювенильного и генеративного онтогенетических состояний. Было отмечено, что на территории Баргузинского заповедника онтогенетический спектр является нормальным, явных следов угнетения особей выявлено не было. К сожалению, не было указано, на основании каких качественных и количественных признаков особи *C. subullosum* были отнесены к тому или иному возрастному состоянию.

Несомненно, необходим мониторинг состояния ЦП в течение вегетационного сезона и ряда лет, так как этот редкий вид произрастает в местах активного туристического отдыха, что является одной из возможных причин его угнетенного состояния, например, на о-ве Ольхон.

Морфология плодов и семян

Репродуктивная характеристика особей — важный критерий состояния популяции. Перед нами стояла задача — выявить признаки в репродуктивной сфере, которые могли бы отражать влияние экологических факторов. Важно было отмечено, что одним из таких признаков может служить пропорция генеративных особей. Се-

ТАБЛИЦА 4

Морфологическая характеристика популяций *Cratoxerxum subvillosum*

Признак	Показатель	Хукир-1	Хукир-2	Турка	Са-Нос-1	Са-Нос-2	Гремячка
Высота побегов, см.	$M \pm m$	11.2 ± 1.3	7.6 ± 0.3	10.7 ± 0.6	10.9 ± 0.3	10.0 ± 0.6	8.3 ± 0.3
	$V, \%$	26.3	14.1	23.0	13.1	19.9	16.8
Диаметр наружной части побегов, см.	$M \pm m$	$7.0-14.0$	$6.0-9.0$	$7.0-15.0$	$7.0-13.0$	$7.0-14.0$	$5.5-11.0$
	$V, \%$	19.4 ± 1.9	11.1 ± 1.0	19.9 ± 1.2	23.3 ± 1.3	27.7 ± 2.5	17.2 ± 0.9
Диаметр наружной ча-сти нод, см.	$M \pm m$	22.9	29.3	26.7	25.9	28.8	23.4
	$V, \%$	$14.0-24.0$	$7.0-17.0$	$14.0-32.0$	$15.0-37.0$	$16.0-39.0$	$10.7-8.6$
Число побегов в особи	$M \pm m$	15.6 ± 5.6	2.2 ± 0.4	3.9 ± 0.4	9.5 ± 1.5	10.5 ± 1.9	8.6 ± 1.2
	$V, \%$	80.3	55.9	45.6	70.3	59.3	61.3
Число листьев на главном побеге	$M \pm m$	$5.0-37.0$	$1.0-5.0$	$2.0-9.0$	$3.0-27.0$	$2.0-21.0$	$2.0-24.0$
	$V, \%$	13.4 ± 2.2	15.8 ± 2.0	18.1 ± 2.4	16.7 ± 1.2	16.0 ± 2.3	14.7 ± 1.2
Лист в средней части главного побега	$M \pm m$	36.4	40.6	59.3	31.1	44.7	37.3
	$V, \%$	$8.0-19.0$	$7.0-25.0$	$9.0-47.0$	$10.0-31.0$	$9.0-30.0$	$7.0-29.0$
Лист в средней части главного побега	$M \pm m$	8.6 ± 0.9	6.9 ± 0.4	8.7 ± 0.5	8.5 ± 0.2	8.7 ± 0.4	6.8 ± 0.3
	$V, \%$	22.9	19.4	23.6	12.2	15.6	16.4
Диаметр наружной части побегов, см.	$M \pm m$	$6.0-11.0$	$5.0-8.5$	$6.0-13.5$	$5.8-10.9$	$6.8-11.6$	$4.5-8.9$
	$V, \%$	1.6 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.4 ± 0.1	1.6 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.5 ± 0.1
Диаметр наружной ча-сти нод, см.	$M \pm m$	19.8	16.3	20.6	14.6	24.7	22.8
	$V, \%$	$1.2-2.0$	$0.9-1.7$	$0.9-2.3$	$1.2-2.0$	$1.2-2.5$	$0.9-2.2$
Диаметр наружной ча-сти побегов, см.	$M \pm m$	5.3 ± 0.2	4.9 ± 0.2	6.2 ± 0.2	5.4 ± 0.2	5.2 ± 0.3	4.9 ± 0.2
	$V, \%$	6.9	15.1	16.5	17.0	16.8	19.1
Диаметр наружной ча-сти побегов, см.	$M \pm m$	4.9-5.7	3.6-6.1	4.7-8.3	3.9-7.0	3.8-6.5	3.7-6.7

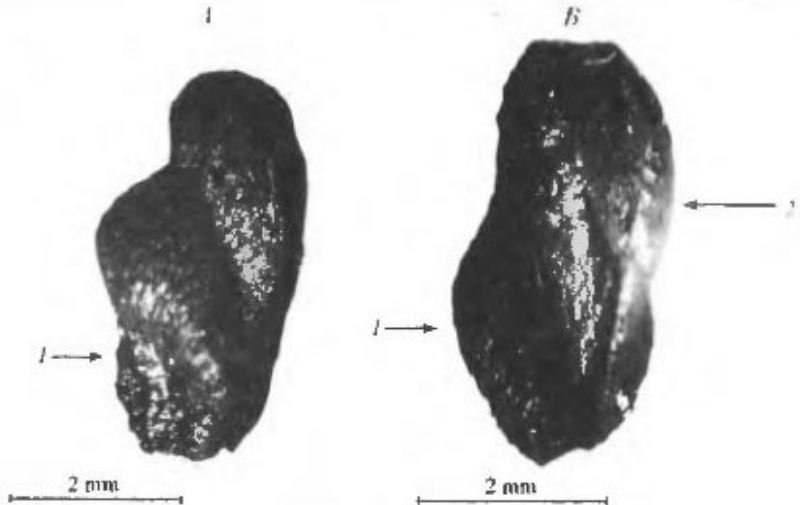


Рис. 2. Общий вид зрема *Crambe sibirica* subsp. *sibirica*.

А — сбоку, Б — с брюшной стороны. 1 — крыло, 2 — цикатрикс.

менная продуктивность и морфологические признаки плодов и семян также могут быть такими критериями у некоторых видов (Семенова, 2007).

По данным С. Б. Будаевой (2005), на территории Баргузинского заповедника для *C. sibirica* отмечено цветение растений вида в первой половине июня, плодоношение — в третьей декаде июня. Мы изучали популяции в конце июня — начале августа, поэтому не удалось полно описать репродуктивные признаки во всех популяциях (размеры генеративного побега, число цветков, завязываемость плодов, семенную продуктивность и т. д.). Плод *C. sibirica* — цепкий, состоит из 4 непскрывающихся односемянных зремов черного цвета (рис. 2). В верхней части спинки узко-продолговатого, ладьевидного зрема расположено хорошо развитое вздутое бумажистое крыло с цельным краем, почти замыкающим отверстие. С брюшной стороны зрема располагается цикатрикс (ланцетовидный диск). Это место прикрепления зрема к карпобазису (специфическому цветоложу).

По нашим данным, в ЦП Св. Нос-2 число цветков в соцветии составило от 8 до 16 штук. Сохранившиеся плоды обнаружены только в ЦП Турка, где и был определен процент образования зремов — 92 %. Морфологию зремов и семян изучали из трех ЦП: Турка, Гремячинск и Св. Нос-2. В последней найдено всего 3 зрема, поэтому можнопопуляционную изменчивость морфологических признаков семени и достоверности их отличий проанализировано между двумя первыми популяциями. У 9 % зремов из ЦП Гремячинск не было сформированы семена.

Для изучения морфологии семян зрема замачивали. Однако литогеритурные данные размеров плодов пригодятся для сухих плодов, поэтому нам не были исследованы как сухие, так и набухшие зрема. Масса сухих зремов (1000 шт.) определена для ЦП Гремячинск и Турка и составила 3.60 ± 0.05 и 3.34 ± 0.05 г соответственно; данные достоверно отличались ($F_0 = 1.89$). Достоверные отличия параметров наименее отличались в ширине и толщине крыла сухих зремов из ЦП Гремячинск и Турка (что характеризует его анатомоморфические свойства). В ЦП Гремячинск (скрытый тип) эти параметры величины в среднем 1.16 ± 0.04 мм и 1.84 ± 0.05 мм соответственно, а для растений из ЦП Турка (тупой тип) первая величина ограничена лесным мас-

спивом) — 0.79 ± 0.04 мм и 1.50 ± 0.03 мм ($t_a = 6.98$ и 6.37 соответственно). Размеры цикатрикса значительно отличались, более крупными они были у растений ЦП Турка. Эти особи были более крупными, но с меньшим числом побегов, чем из ЦП Гремячинск. Выявлены достоверные отличия большинства алюметрических признаков для сухих семян, кроме отношения длины крыла к длине эрема и отношения длины и ширины цикатрикса ($t_a = 0.03$ и 1.86). Стабильность последних признаков сохранялась в набухших семенах. Установлено, что при набухании эти значения увеличивались на 10–30 %, при этом для эремов из ЦП Турка характерны максимальные показатели.

Далее данные приведены для набухших плодов. Длина эремов варьировала от 3.60 до 6.06 мм (табл. 5), наиболее крупными они были у растений ЦП Св. Нос-2. Показатели длины крыла были выше также у эремов ЦП Св. Нос-2. В этой же популяции нами отмечены самые крупные растения. Эти же показатели (длина крыла) имели достоверные отличия между двумя ЦП – Гремячинск и Турка ($t_a = 3.25$), однако отношение длины крыла к длине эрема не имело достоверных отличий. Крыло занимало от 2/3 до 4/5 длины эрема. Кроме размеров крыла, длины и ширины семядолей и отношения длины и ширины эремов достоверно отличались между популяциями (табл. 5). Эремы из ЦП Турка были более удлиненными и имели более крупные семядоли, чем из ЦП Гремячинск. Остальные показатели, как метрические, так и алюметрические, не имели достоверных отличий. Таким образом, длина эрема *C. subvillosum* в среднем составила 4.02–4.96 мм, крыло занимало около 80 % длины эрема, цикатрикс — почти половину эрема, ширина цикатрикса — треть его длины. Эремы всех популяций были сопоставимы по размерам, приведенным в работе С. В. Овчинниковой (2000). По ее данным, длина эремов колебалась в пределах 3.5–4.0 мм, длина крыла — 2.2–2.7 мм, ширина — 0.8–1.0 мм; длина цикатрикса составила 1 мм. Изученные нами плоды имели показатели 3.20–4.15, 2.35–3.40, 0.50–1.55 соответственно. Большой диапазон объясняется, вероятно, большим объемом выборки.

Перикарпий плодов *C. subvillosum* мягкий. Семя извлекается без труда. Оно почти полностью занимает полость эрема — от 90 до 100 % (табл. 6). Семенная кожура пленчатая, коричневая, ондосперм отсутствует, зародыш молочного цвета с семядолями и зародышевым корешком (рис. 3). Продолговато-вытянутые семядоли имели крупные размеры, их длина составляла около 70 % от длины зародыша, а максимальная ширина — более половины их длины (51–69 %). В целом изменчивость этих показателей не превысила средний уровень.

Морфологическое строение плодов способствует анемохорному распространению за счет специфического крупного образования — крыла. Однако коэффициент парусности, определенный без учета размеров бумажистого крыла, оказался незначительным. Его показатель был выше у эремов ЦП Гремячинск (14.21), для ЦП Турка этот показатель составил 13.34 (к примеру, для мелких пылеватых семян коэффициент парусности составляет 213 (Левина, 1957)). Малорослость особей и низкий коэффициент парусности значительно снижают аэродинамические свойства плодов. Эремы, осыпаясь при барохории, распространяются переносом ветра по субстрату за счет аэродинамических свойств крыла. Такой способ распространения — анемогеохория (из категорий несводоанемохория) — характерен для растений сыпучих песков. Легкие плоды, переносимые ветром, избегают погребения под сыпучими песками, что способствует их распространению на значительные расстояния (Левина, 1957). Таким образом, для *C. subvillosum* характерна дихохория (барохория и анемогеохория). Возили лесных массивов преобладает барохория, что обуславливает формирование локальных популяций с более высокой плотностью,

ТАБЛИЦА 5

Морфологическая характеристика гремов *Catiospermum subvillosum*

Город	Крыло				Длина крыла				Цикадрикс				Длина цикадрикса	
	длина, мм	ширина, мм	длина, мм	ширина, мм	длина	ширина	длина, мм	ширина, мм	ширина	длина	ширина	длина	ширина	длина
<i>Турка</i>														
$M \pm m$	4.21 ± 0.08	1.54 ± 0.03	2.74 ± 0.07	3.50 ± 0.11	1.42 ± 0.06	2.50 ± 0.07	0.84 ± 0.03	1.83 ± 0.06	0.80 ± 0.02	0.44 ± 0.02	0.44 ± 0.02	0.44 ± 0.02	0.44 ± 0.02	
$N_{\text{вс}}/n$	9.04	7.57	10.68	13.90	18.88	12.80	16.49	14.18	8.71	16.80	11.75	17.50	17.50	
Диапазон	3.25—4.72	1.34—1.77	2.08—3.31	2.88—4.43	0.94—2.00	1.97—3.38	0.66—1.03	1.33—2.27	0.66—0.94	0.33—0.65	0.30—0.67	0.30—0.67	0.30—0.67	
<i>Гремячинск</i>														
$M \pm m$	4.02 ± 0.09	1.58 ± 0.03	2.54 ± 0.05	3.05 ± 0.08	1.34 ± 0.05	2.31 ± 0.07	0.76 ± 0.02	1.78 ± 0.06	0.79 ± 0.03	0.44 ± 0.01	0.44 ± 0.01	0.44 ± 0.01	0.44 ± 0.01	
$N_{\text{вс}}/n$	10.52	8.80	8.96	12.87	16.15	13.61	14.12	15.28	19.33	15.71	11.74	11.74	11.74	
Диапазон	3.00—5.00	1.32—1.82	2.00—2.92	2.40—3.95	1.00—1.73	1.65—3.01	0.58—1.00	1.35—2.37	0.59—1.30	0.31—0.61	0.31—0.61	0.31—0.61	0.31—0.61	
<i>Святой Нос</i>														
$M \pm m$	4.06 ± 0.08	1.74 ± 0.08	2.87 ± 0.17	3.77 ± 0.31	1.67 ± 0.09	2.27 ± 0.23	0.76 ± 0.05	2.40 ± 0.20	0.62 ± 0.03	0.26 ± 0.03	0.48 ± 0.04	0.48 ± 0.04	0.48 ± 0.04	
$N_{\text{вс}}/n$	2.86	7.60	10.32	14.19	9.61	17.85	12.31	14.81	7.66	20.11	13.42	13.42	13.42	
Диапазон	4.80—5.07	1.59—1.84	2.61—3.19	3.2—4.30	1.49—1.70	1.80—2.54	0.67—0.86	2.10—2.79	0.58—0.67	0.22—0.32	0.44—0.56	0.44—0.56	0.44—0.56	
<i>Макаров</i>														
$M \pm m$	3.52	1.07	0.28	3.25	1.04	1.98	1.91	0.57	0.36	0.04	0.29	0.29	0.29	
$N_{\text{вс}}/n$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

— Среднее значение; n — количество измерений; m — среднеквадратичное отклонение; M — среднее арифметическое значение; $M \pm m$ — диапазон измерений.

ТАБЛИЦА 6

Морфологические характеристики чешуек *Сарандарактиум subvillosum*

Параметр	Линия склерот., мкм	Длина склерот., длина зерна	Хордовая		Сепаратная		Линия склерот., ширина зерна		Линия склерот., ширина зерна		Ширина зерна среднее
			длина, мкм	ширина, мкм	длина, мкм	ширина, мкм	длина, мкм	ширина, мкм	длина, мкм	ширина, мкм	
$N = m$	4,23 ± 0,05	1,02 ± 0,03	1,19 ± 0,02	0,80 ± 0,02	3,04 ± 0,05	1,79 ± 0,03	0,72 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,59 ± 0,01	0,59 ± 0,01	5,9%
N / σ	5,60	10,91	8,76	12,37	6,74	7,81	3,29	11,75	11,75	11,75	5,9%
Генетика	3,77—4,55	0,93—1,39	1,05—1,50	0,59—0,94	2,68—3,48	1,52—2,04	0,66—0,76	0,31—0,52	0,54—0,69	0,54—0,69	
$N = m$	4,06 ± 0,07	1,00 ± 0,01	1,20 ± 0,03	0,81 ± 0,02	2,87 ± 0,05	1,69 ± 0,03	0,71 ± 0,00	0,42 ± 0,01	0,59 ± 0,01	0,59 ± 0,01	8,67%
N / σ	7,71	4,63	9,59	8,82	8,20	8,25	2,53	8,34	8,34	8,34	8,67%
Генетика	3,55—4,73	0,91—1,08	0,97—1,40	0,62—0,94	2,55—3,36	1,55—2,05	0,67—0,76	0,31—0,48	0,51—0,65	0,51—0,65	
$N = m$	4,82 ± 0,05	0,97 ± 0,02	1,52 ± 0,09	0,86 ± 0,04	3,30 ± 0,06	1,78 ± 0,05	0,69 ± 0,02	0,46 ± 0,04	0,54 ± 0,04	0,54 ± 0,04	5,15%
N / σ	1,65	3,12	10,56	8,69	3,33	4,92	4,26	13,45	13,45	13,45	5,15%
Генетика	4,76—4,91	0,94—1,00	1,36—1,68	0,82—0,95	3,23—3,43	1,68—1,85	0,60—0,72	0,40—0,52	0,52—0,55	0,52—0,55	
	1,99	0,65	0,68	0,31	2,45	2,30	1,82	1,79	1,79	1,79	0,00

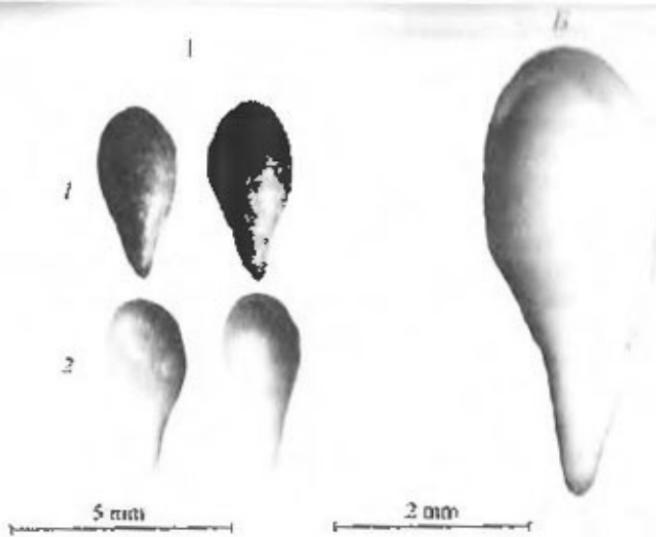


Рис. 3. Семя и зародыш *Carex subvillosum*.

А — семена (1) и (2), Б — зародыш.

как например в окрестностях пос. Турка, независимо от антропогенной нагрузки. На открытых пространствах, песчаных плажах преобладает аномогеокория и поэтому возможно существование более крупных популяций.

Хорошо развитый зародыш с очень крупными семядолями и мягкая поверхность зерна могут обуславливать быстрое прорастание и высокую всхожесть семян. Г. П. Семенова (2007) отмечает 100%-ю всхожесть семян при температуре +20–25 °C в течение 25 дней, причем прорастание начинается на 3-й день после начала опыта. В работе Б. Ц. Буюнтуевой (2011) показано, что всхожесть семян для *C. subvillosum* составила 31 % при продолжительности опыта в течение недели, т.е. семена не имеют периода покоя.

Г. П. Семенова (2007) относит *C. subvillosum* к группе неперспективных растений для интродукции. В условиях культуры (Центральный сибирский ботанический сад, г. Новосибирск) при размножении рассадным способом продолжительность жизни особей составляет всего один вегетационный сезон, так как после зимнего периода растения погибают от выпревания.

Звягложение

Приведенные исследования популяций *C. subvillosum* в Иркутской обл. и Республике Бурятия показали, что критериями оценки состояния РДН могут служить плотность популяции, процент генеративных растений, диаметр надземной части и число побегов.

Отмечено, что плотность особей в Баргузинском заповеднике существенно ниже, чем в большинстве изученных нами популяций, однако процент генеративных особей значительно выше, что, вероятно, обусловлено устойчивостью популяций в заповеднике. На территории приграничных заповедных парков с рекреационной нагрузкой плотность снижается численность генеративных особей, что может привести к исчезновению популяций. Кроме этого, широкий диапазон смен

грузка на овце Ольхон обуславливает низкую плотность популяции, что можно оценить как угрожаемое состояние для нее. Необходим мониторинг в течение пяти генерационного сезона и ряда лет для выявления биологических и экологических причин низкой доли генеративных растений.

Отмечен высокий процент завязывания зремов — 92 %, выявлена пустосемянность у 9 % зремов. Сравнительный морфологический анализ зремов и семян двух ЦП показал стабильность размеров зремов, алюметрических признаков и формы цикатрикаса. Размеры крыла и цикатрикаса, вероятно, являются следствием биографических условий обитания. Для *C. subvillosum* свойственна диплохория, которая обуславливает размеры популяции в различных местообитаниях.

Необходимы исследования онтогенеза в условиях интродукции для определения критериев онтогенетических состояний, а также изучение биологии прорастания семян, определения продолжительности сохранения их жизнеспособности с целью дальнейших работ по реставрации и реинтродукции в ценоотические условия вблизи лесных массивов вне рекреационной нагрузки.

Благодарности

Выражаем благодарность А. В. Верхозиной (СИФИБР СО РАН, г. Иркутск) за организацию и проведение экспедиционных работ на Байкале и С. В. Овчинниковой (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск) за ценные консультации по некоторым вопросам биологии *Craniospermum subvillosum*.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы президиума РАН «Биологическое разнообразие» № 30 и Интеграционного проекта СО РАН № 20.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бойков Г. Г. Редкие растения и фитоценозы Забайкалья: Биология, экология, географические аспекты и охрана. Новосибирск, 1999. 265 с.
- Будаева С. В. *Craniospermum subvillosum* Lehm. в Баргузинском заповеднике // Природная и антропогенная динамика наземных экосистем / Матер. Всерос. конф. Иркутск, 2005. С. 80—82.
- Буянтуева Б. Ц. К характеристике популяции *Craniospermum subvillosum* Lehm. в окрестностях с. Егорчик Прибайкальского района // Экология России и сопредельных территорий / Матер. XVI Междунар. экон. студ. конф. Новосибирск, 2011. С. 69.
- Зарубин А. М., Ляхова И. Г., Турута А. Е. и др. Конспект флоры сосудистых растений Прибайкальского национального парка. Иркутск, 2005. 494 с.
- Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения. Новосибирск, 2005. 362 с.
- Красная книга Иркутской области. Иркутск, 2010. 480 с.
- Красная книга Республики Бурятия: Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Новосибирск, 2002. 340 с.
- Кузьминов В. Я., Синых С. В. Ресурсы Ботанического сада Иркутского государственного университета: научные, образовательные и социально-экологические аспекты. Справочно-методическое пособие. Иркутск, 2005. 243 с.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. М., 1973. 342 с.
- Левина Р. Е. Способы распространения плодов и семян. М., 1957. 358 с.
- Маматов С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М., 1972. 256 с.
- Методические указания по семеноведению интродуцентов. М., 1980. 64 с.
- Овчинникова С. В. Род *Craniospermum* Lehm. — черепоноядник // Флора Сибири. *Pteridaceae — Lamiaceae (Fabaceae)*. Новосибирск, 1997. Т. 11. С. 154—155.
- Овчинникова С. В. Система рода *Craniospermum* (Boraginaceae) // Бот. журн. 2000. Т. 85. № 12. С. 27—37.
- Осько Ю. О. Эволюция. М., 1986. Т. 2. 376 с.
- Панченко Е. А. Герпинии в степной флоре Башкирской Сибири // Научные чтения науки г. М. Г. Попова. Иркутск, 1972. Ч. 12. Т. 3. С. 75—78.

Петухов Г.А. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. Новосибирск. 2001. 192 с.

Попов А.Л. Эпизоиты во флоре побережий Байкала и его происхождение // Академику В.Н. Сукачеву к 75-летию со дня рождения. М., Л., 1956. С. 442—462.

Программа и методика наблюдений за ценоценозами видов растений Красной книги СССР. М., 1986. 34 с.

Редкие и исчезающие растения Сибири. Новосибирск, 1980. 223 с.

Семёнова Г.Н. Интродукция редких и исчезающих растений Сибири. Новосибирск, 2001. 132 с.

Семёнова Г.Н. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана. Новосибирск, 2007. 408 с.

Терёхин Э.С. Семя и семенное размножение. СИб., 1996. 377 с.

Урантов А.А. О методе Друде // Biol. МОНН. Огд. биол. 1935. Т. 19. Вып. 1—2. С. 18—31.

SUMMARY

Coenopopulations of *Craniospermum subvillosum* Lehm., the endemic species of Baikal region, were studied. Intrapopulation and interpopulation variability of morphological features of the plants, their fruits and seeds were investigated. The criteria were identified to estimate the state of the coenopopulations. *C. subvillosum* is a diplochorous plant, this strategy determining the size of its populations in different habitats. The protection measures for *C. subvillosum* include monitoring of its coenopopulations and reintroduction.