

## Структура сообществ и ценопопуляций *Astragalus sericeocanus* Gontsch. на побережье Байкала

Д. В. САНДАНОВ<sup>1</sup>, И. Ю. СЕЛЮТИНА<sup>2</sup>, Н. А. ДУЛЕПОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН  
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6  
E-mail: sdenis1178@mail.ru

<sup>2</sup> Центральный сибирский ботанический сад СО РАН  
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101  
E-mail: inessa1672@rambler.ru, file10-307@yandex.ru

Статья поступила 30.01.2013

### АННОТАЦИЯ

Изучена структура растительных сообществ с участием *Astragalus sericeocanus* Gontsch. Приведены данные по онтогенетической структуре и численности ценопопуляций, а также семенной продуктивности особей вида. Выявлено, что местообитания вида на северном побережье Байкала характеризуются большим фитоценоотическим разнообразием с доминированием и содоминированием *A. sericeocanus*. Состояние ценопопуляций и параметры семенной продуктивности особей вида также свидетельствуют о благоприятных условиях на севере Байкала. Данный факт может быть связан с оптимальными климатическими условиями для роста и развития особей вида.

**Ключевые слова:** *Astragalus sericeocanus*, редкий вид, узколокальный эндемик, сообщества слабо закрепленных песков, структура ценопопуляций.

*Astragalus sericeocanus* Gontsch. (сем. Fabaceae) – узколокальный эндемик оз. Байкал. Вид отмечен лишь на ограниченной территории в изолированных местонахождениях, часто образует малочисленные популяции. *A. sericeocanus* внесен в Красную книгу Республики Бурятия [Алексеева, Бойков, 2002].

В Бурятии отмечен в урочище Пески (окрестности с. Турка), на острове Ярки в устье р. Верхняя Ангара [Мальшев, Пешкова, 1979], на Ушканьем архипелаге [Попов, Бусик, 1966; Иванова, 1969; Аненхонов, Пыхалова, 2010]. Проведенная нами ревизия гербарных фондов (LE, NS, NSK, ТК) подтвер-

дила наличие сборов для вышеуказанных местообитаний, кроме последнего. О. А. Аненхонов [1999] отмечал, что, согласно данным предыдущих исследований, на территории Забайкальского национального парка изучаемый вид пока не был обнаружен. В музее школы туристско-экологического образования (г. Северобайкальск, Республика Бурятия) мы обнаружили гербарные экземпляры *A. sericeocanus*, ранее собранные М. М. Ивановой на острове Миллионный и в бухте Аяя (рис. 1). В рамках полевых экспедиций в 2010–2011 гг. мы выявили местообитания вида на острове Миллионный и на побережье Дагарской губы. Полученные данные свидетельствуют о ред-

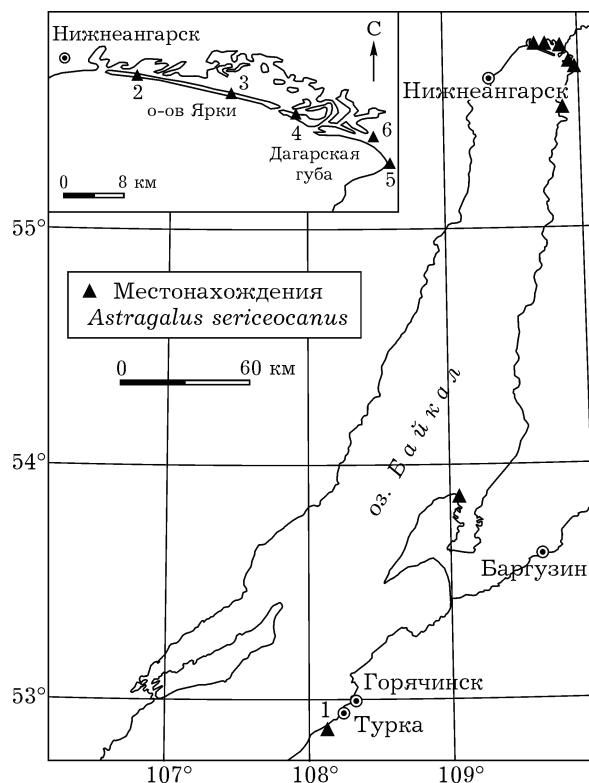


Рис. 1. Распространение *Astragalus sericeosanus* на побережье оз. Байкал

кости изучаемого вида и необходимости охраны известных местообитаний.

Ранее осуществлена попытка интродукции данного вида в условиях ЦСБС СО РАН. В лабораторных условиях семена *A. sericeosanus* прорастали при положительных температурах 18–22 °С на свету, их всхожесть составляла 40 % без скарификации. Однако при выращивании *in vivo* вид показал очень низкий процент прорастания и выживаемости. Также в искусственных условиях оказалась снижена фертильность растений, а хранение семян снижало их всхожесть [Семенова, 2007]. Опыты по микрклональному размножению не привели к положительным результатам вследствие внутренней зараженности семян [Липин, 2010].

На сегодняшний день часть популяций вида находится под охраной в Забайкальском национальном парке, а также на территории Верхнеангарского заказника. В целях сохранения популяций ряда редких и эндемичных растений ранее предлагалось объявить заповедной зоной участок дюнных песков побережья оз. Байкал между селами Горячинск и

Гремячинск в качестве филиала Забайкальского национального парка [Бойков, 1999]. Тем не менее в последние годы на данной территории идет активное развитие особой экономической зоны туристско-рекреационного типа (ОЭЗ ТРТ) «Байкальская гавань», что закономерно приведет к избыточной антропогенной нагрузке на фитоценозы с участием *A. sericeosanus* в урочище Пески. Местообитания вида на севере Байкала (острова Ярки и Миллионный) также являются уязвимыми из-за возможного изменения уровня воды в озере. В 1957 г. в связи со строительством Иркутской ГЭС произошло повышение уровня вод Байкала более чем на один метр, что нанесло наибольший ущерб экосистеме острова Ярки [Тулохонов, 2009]. Поэтому актуальным является комплексное изучение состояния популяций *A. sericeosanus*, а также основных растительных сообществ с его участием.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на территории Прибайкальского (с. Турка) и Северобайкальского (острова Ярки и Миллионный, урочище Дагарская губа) районов Бурятии в 2008–2012 гг. Точки исследований находились в непосредственной близости от основных метеостанций в пп. Нижнеангарск и Горячинск. Среднегодовые значения основных климатических показателей приведены в табл. 1.

Различные среднегодовые показатели температуры воздуха в Горячинске выше, чем в Нижнеангарске. Однако те же показатели в летние месяцы характеризуются обратной динамикой. Это свидетельствует о том, что в районе Нижнеангарска летом теплее, что подтверждается и высокими показателями средней продолжительности безморозного периода, высокой суммой положительных температур и большим числом жарких дней в летние месяцы. Среднегодовые и суммы осадков в летние месяцы заметно выше в районе Горячинска. Примечательно, что в конце года в Нижнеангарске выпадает почти в два раза меньше снега по сравнению с Горячинском. Вместе с тем в последние месяцы зимы наблюдается обратная динамика. По-видимому, данный период способствует формированию более высокого снежного покрова в районе Нижнеангарска.

## Климатические показатели районов исследования

Показатель	Нижнеангарск	Горячинск
Среднегодовая температура воздуха, °С	-3,5	-1,5
Сумма среднемесячных температур за летние месяцы, °С	41,3	38,6
Среднегодовая максимальная температура воздуха, °С	1,7	3,6
Сумма среднемесячных максимальных температур за летние месяцы, °С	57,8	55,5
Среднегодовая минимальная температура воздуха, °С	-7,6	-6,5
Сумма среднемесячных минимальных температур за летние месяцы, °С	26,5	22,7
Средняя продолжительность безморозного периода, дни	112	99
Сумма положительных температур выше 10 °С	1200	1000
Среднее число дней в году с температурой выше 30 °С	0,7	0,5
Число дней со снежным покровом	182	172
Среднегодовая сумма осадков, мм	378	438
Сумма осадков за летние месяцы, мм	176	198
Коэффициент вариации годового количества осадков	0,20	0,21
Коэффициент вариации количества осадков за летние месяцы	0,48	0,56
Сумма твердых осадков с сентября по декабрь, мм	55	109
Сумма твердых осадков с января по апрель, мм	57	36
Средняя высота снежного покрова за зиму, см	40	13
Годовая относительная влажность воздуха, %	68	72
Относительная влажность воздуха в летние месяцы, %	74	78
Число дней в году с относительной влажностью воздуха не более 30 %	23	9
Число дней в летние месяцы с относительной влажностью воздуха не более 30 %	6,5	1,4
Число дней в году с относительной влажностью воздуха не менее 80 %	58	39
Число дней в летние месяцы с относительной влажностью воздуха не менее 80 %	20	16

П р и м е ч а н и е. Источники данных: Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные, вып. 26. Бурятская АССР и Читинская область. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 549 с.

Относительная влажность воздуха в годовом цикле и в течение летних месяцев стабильно выше в районе Горячинска. Однако в Нижнеангарске наблюдается большое число дней в году с относительной влажностью воздуха не менее 80 %, причем более 1/3 из них приходится на летние месяцы.

Средние значения температуры воздуха и суммы осадков в годы исследований в районе Горячинска представлены на рис. 2.

Показатели температуры воздуха оказались достаточно стабильными в годы исследований. Лишь средняя температура апреля в 2009 и 2011 гг. была несколько выше нормы.

Общая сумма осадков варьировала в различные годы. Основная часть осадков приходится на летние и осенние месяцы. В последние месяцы года (ноябрь и декабрь) также выпадает много осадков. Это связано с началом ледостава на Байкале. Поэтому позднее, в первые три месяца последующего

года, обычно наблюдается небольшое количество осадков. Лишь в 2008 и 2012 гг. в январе наблюдалась сумма осадков выше нормы. Это связано с относительно высокими температурными показателями в последние месяцы предыдущих годов (2007 год: ноябрь -5,5 °С, декабрь -8 °С; 2011 год: ноябрь -6,6 °С, декабрь -10,7 °С). В целом 2011–2012 гг. характеризовались низкой годовой суммой осадков, а 2008 и 2010 гг. выдались наиболее влажными (470,1 и 464,5 мм соответственно). Сумма летних осадков в Горячинске варьировала от 171,4 мм в 2010 г. до 220,2 в 2008 г. (среднее  $189,7 \pm 11,0$  мм). Эти данные подтверждают среднемноголетнюю динамику (см. табл. 1, коэффициент вариации количества осадков за летние месяцы). Наиболее засушливыми оказались летние месяцы 2012 г., а наиболее влажными – 2008 г.

В основу работы положено 61 геоботаническое описание, выполненное в 2007–2011 гг.

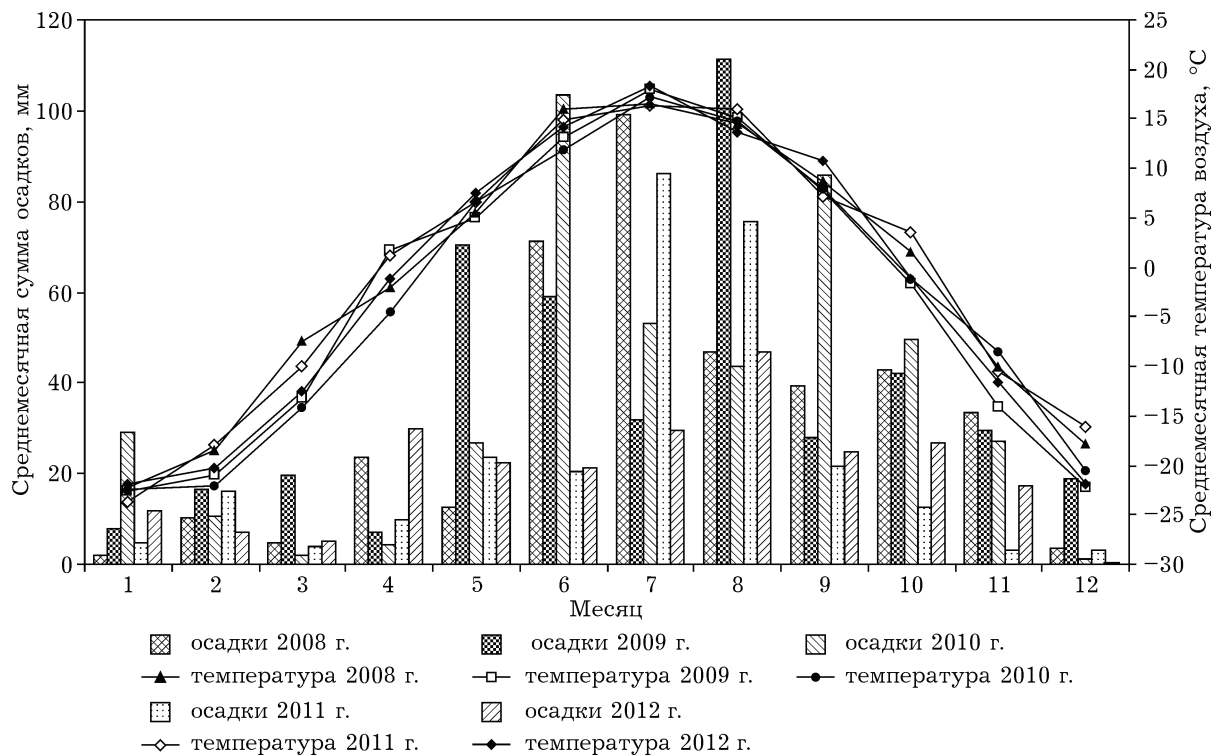


Рис. 2. Среднемесячная температура воздуха и сумма осадков в годы исследований (метеостанция Гор-  
рячинск)

по стандартным методикам на площадках в 100 м<sup>2</sup>. Классификация растительности проведена с использованием эколого-фитоценологического подхода. Названия растений даны в соответствии со сводкой С. К. Черепанова [1995], М. С. Игнатова и О. М. Афониной [1992], а также М. П. Андреева [Andreev et al., 1996]. Первичная обработка данных проводилась в программе IBIS 6.2 [Зверев, 2007].

Популяционные исследования проведены в шести ЦП *A. sericeocanus* (см. рис. 1). Их краткая характеристика приведена ниже:

ЦП 1. Бурятия, Прибайкальский район, окрестности с. Турка, урочище Пески. Внешний борт котла выдувания, разнотравно-шерстисто-остролодочниковая ассоциация

ЦП 2. Бурятия, Северобайкальский район, окрестности пос. Нижнеангарск, западная оконечность о. Ярки, разнотравно-хвощевая ассоциация.

ЦП 3. Бурятия, Северобайкальский район, окрестности пос. Нижнеангарск, восточная оконечность о. Ярки, ржанокосняковая ассоциация.

ЦП 4. Бурятия, Северобайкальский район, окрестности пос. Нижнеангарск, запад-

ная оконечность о. Миллионный, ржанокосняковая ассоциация.

ЦП 5. Бурятия, Северобайкальский район, окрестности пос. Нижнеангарск, урочище Дагарская губа, разнотравно-астроголовая ассоциация.

ЦП 6. Бурятия, Северобайкальский район, окрестности пос. Нижнеангарск, урочище Дагарская губа, недалеко от кордона Верхнеангарского заказника, разнотравно-астроголовая ассоциация.

Описание онтогенетических состояний проводили по общепринятым методикам [Ценопопуляции..., 1976, 1988]. Онтогенетическую структуру ЦП анализировали по критерию дельта-омега Л. А. Животовского [2001], а также с использованием таких демографических показателей, как индексы восстановления и старения [Глотов, 1998]. Индекс эффективности ( $\omega$ ) рассчитывали по методике Л. А. Животовского [2001], индекс возрастности ( $\Delta$ ) – А. А. Уранова [1975]. Определена эффективная [Животовский, 2001] и экологическая плотность особей в ценопопуляциях [Одум, 1986]. За счетную единицу принимали особь. Показатели семенной продуктивно-

сти определены по методике И. В. Вайнагий [1974]. Полученные данные обработаны статистически [Зайцев, 1990] при помощи пакета прикладных программ MS Excel 2007.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ геоботанических описаний с участием *A. sericeocanus* показал, что изучаемый вид в основном встречается в маловидовых (от 3 до 17 видов на 100 м<sup>2</sup>) сообществах песчаных побережий оз. Байкал. Проективное покрытие ценозов колеблется в широких пределах от 10 до 70 %. *A. sericeocanus* нередко выступает в качестве содоминанта, а также отмечены сообщества с его доминированием на северном побережье Байкала.

Изученные ценозы расположены на восточном и северном побережьях Байкала на расстоянии более 300 км друг от друга. На севере сообщества отмечены на островах

Ярки, Миллионный и в урочище Дагарская губа, где они представлены на невысоких абразионных берегах (до 2–2,5 м высотой) с различными аккумулятивными формами – от прибрежных береговых валов и обширных арен до дюн 2–5 м высотой [Вика и др., 2006]. Песчаный массив в урочище Пески близ с. Турка находится на 7–8 м выше уровня воды и представлен остатками двух больших параболических дюн, между которыми развиваются обширные дефляционные плоскости [Вика и др., 2002].

Описано семь сообществ с участием *Astragalus sericeocanus*: одно на восточном побережье, шесть – на северном. Бóльшее разнообразие фитоценозов на севере косвенно указывает на разнообразие экологических условий. Видовой состав сообществ восточного и северного побережий значительно различается (табл. 2). Общими для изученных сообществ являются только четыре вида:

Т а б л и ц а 2

**Встречаемость видов в сообществах с участием *Astragalus sericeocanus* на северном и восточном побережье оз. Байкал**

Вид	Северное побережье	Восточное побережье
<i>Aconogonon ajanense</i>	94	
<i>Calamagrostis epigeios</i>	50	
<i>Corispermum ulopterum</i>	38	4
<i>Craniospermum subvillosum</i>	30	
<i>Artemisia vulgaris</i>	27	
<i>Tanacetum vulgare</i>	21	
<i>Crepis tectorum</i>	21	
<i>Carex sabulosa</i>	53	100
<i>Alyssum obovatum</i>		93
<i>Sanguisorba officinalis</i>		89
<i>Linum sibiricum</i>		82
<i>Delphinium grandiflorum</i>		82
<i>Scrophularia incisa</i>		78
<i>Androsace septentrionalis</i>		74
<i>Alyssum lenense</i>		71
<i>Allium splendens</i>		63
<i>Aconogonon angustifolium</i>		56
<i>Artemisia ledebouriana</i>		52
<i>Phlojodicarpus sibiricus</i>		30
<i>Oxytropis lanata</i>		30
<i>Astragalus sericeocanus</i>	100	100
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>baicalensis</i>	88	74
<i>Leymus secalinus</i>	56	48
<i>Corispermum sibiricum</i>	27	8

П р и м е ч а н и е. В таблицу включены виды со встречаемостью более 20 %.

*Festuca rubra* ssp. *baicalensis* (Griseb.) Tzvel., *Leymus secalinus* (Georgi) Tzvel. – широко распространенные виды песчаных побережий озера, *Corispermum sibiricum* Пjin – облигатный псаммофит, встречающийся в большинстве песчаных массивов Забайкалья, и *Astragalus sericeocanus*.

Виды, диагностирующие сообщества северного побережья: *Aconogonon ajanense* (Regel & Til.) Hara, *Corispermum ulopterum* Fenzl, *Craniospermum subvillosum* Lehm. – произрастают только на прибрежных береговых валах оз. Байкал; *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Artemisia vulgaris* L., *Tanacetum vulgare* L. и *Crepis tectorum* L. – широко распространенные виды, встречающиеся в различных фитоценозах.

Пески восточного побережья диагностируются видами: облигатными псаммофитами – *Oxytropis lanata* (Pall.) DC., *Artemisia ledebouriana* Bess., *Carex sabulosa* Turcz. ex C. A. Mey.; степными – *Alyssum obovatum* (C. A. Mey.) Turcz., *A. lenense* Adams, *Aconogonon angustifolium* (Pall.) Hara, *Phlojodicarpus sibiricus* (Steph. ex Spreng.) K-Pol., *Androsace septentrionalis* L., *Delphinium grandiflorum* L., *Linum perenne* L., петрофитным видом *Scrophularia incisa* Weinm., являющимся характерным для большинства песчаных массивов побережий оз. Байкал, а также *Sanguisorba officinalis* L. и *Allium splendens* Willd. ex Schult. & Schult. fil.

В урочище Пески близ с. Турка, где площадь песчаного массива составляет более 53,8 га, сообщества с участием *A. sericeocanus* занимают борта, вершины и котлы выдувания невысоких дюн. Это бедные (9–16 видов), разреженные (10–30 %) сообщества со слабо выраженным мохово-лишайниковым покровом, образованным *Xanthoparmelia camtschadalis* (Ach.) Hale (до 10 %). Описанные ценозы отнесены к одной ассоциации *Herbo variaie* + *Oxytropis lanata*. Участие *A. sericeocanus* в сообществах не превышает 4 %.

На севере Байкала изучаемый вид отмечен в основном в сообществах, расположенных на прибрежных береговых валах. Только в урочище Дагарская губа его можно встретить на выровненных междюнных пространствах, наветренных склонах и бортах дюн. Разнообразие фитоценозов с участием астрагала здесь значительно выше, чем на

восточном побережье. Здесь же описывались ценозы с его доминированием.

Разнотравно-астрагаловая (*Herbo variaie* + *Astragalus sericeocanus*) ассоциация. Видовая насыщенность описанных ценозов составляет 6–11 видов на 100 м<sup>2</sup>, общее проективное покрытие колеблется от 15 до 25 %. Доминант *Astragalus sericeocanus*, постоянные виды: *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*, *Carex sabulosa*, *Salix hastata* L.

Ржанокосолюнковая (*Leymus secalinus*) ассоциация занимает только северо-западные склоны прибрежного берегового вала, крутизной 5–11°. Видовая насыщенность от 5 до 11 видов на 100 м<sup>2</sup>, покрытие травостоя составляет 12–25 %. Доминант *Leymus secalinus*, содоминант *Astragalus sericeocanus*, постоянные виды: *Aconogonon ajanense*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis* и *Corispermum ulopterum*.

Разнотравно-песчаноосолюнковая (*Herbo variaie* + *Carex sabulosa*) ассоциация занимает как прибрежные береговые валы, так и обширные арены выдувания и борта невысоких дюн северо-западной экспозиции, крутизной 5–11°. Это маловидовые (3–8 видов на 100 м<sup>2</sup>), разреженные (10–15 %) сообщества. Доминант *Carex sabulosa*, содоминант *Astragalus sericeocanus* (до 4 %), постоянные виды *Aconogonon ajanense* и *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*.

Разнотравно-хвощевая (*Herbo variaie* + *Equisetum pratense*) ассоциация описана только в западной части о. Ярки. Она занимает выровненное пространство за береговым валом, на расстоянии 10–20 м от уреза воды. Видовая насыщенность 11–17 видов на 100 м<sup>2</sup>, покрытие травянистого яруса 45–70 %, хорошо выражен мохово-лишайниковый ярус (15 %), образованный представителями *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr., *Bryum lonchocaulon* Müll. Hal. Ядро ценофлоры с постоянством более 50 % составляют виды *Achillea millefolium* L., *Lathyrus palustris* L., *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim., *Persicaria amphibia* (L.) S. F. Gray, *Crepis tectorum*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*, *Calamagrostis epigeios*, *Artemisia vulgaris*, *Aconogonon ajanense*, *Tanacetum vulgare*. Встречаемость *Astragalus sericeocanus* варьирует от 1 до 15 %.

Вейниковая (*Calamagrostis epigeios*) ассоциация занимает прибрежный береговой вал,

реже северо-западные борта котлов выдувания в урочище Дагарская губа, с крутизной склонов 6–14°. Видовая насыщенность составляет 6–9 видов на 100 м<sup>2</sup>, общее проективное покрытие 20–25 %. Доминант *Calamagrostis epigeios*, постоянные виды *Leymus secalinus*, *Carex sabulosa*, *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*. Проективное покрытие *Astragalus sericeocanus* составляет 1–7 %.

Разнотравно-байкальскоовсянниковая (*Herbo variae* + *Festuca rubra* ssp. *baicalensis*) ассоциация занимает выровненные междюнные пространства, вершины и борта невысоких дюн (не более 2 м) с крутизной склонов 9–14°. Это маловидовые сообщества (4–12 видов на 100 м<sup>2</sup>) с покрытием травостоя от 10 до 30 %. Постоянные виды *Carex sabulosa*, *Aconogonon ajanense*, *Calamagrostis epigeios*, *Leymus secalinus*. Участие *Astragalus sericeocanus* от 1 до 15 %.

Описанные ценозы с участием *A. sericeocanus* показали, что сообщества, сформированные на северном и восточном побережьях различны по флористическому составу. В сообществах на севере преобладают виды прибрежной полосы, а на восточном основную долю составляют степные виды, что связано с большим разнообразием ландшафтов на севере и, вероятно, близостью грунтовых вод, на что косвенно указывают следующие виды: *Persicaria amphibia*, *Equisetum pratense*, *Menyanthes trifoliata* L., *Carex acuta* L., *Filipendula palmata* и хорошо развитый моховой покров. Изучаемый вид здесь часто является содоминантом, а иногда и доминантом сообществ.

Изучение онтогенетической структуры ценопопуляций показало, что исследованные ЦП *A. sericeocanus* в основном молодые, неполночленные. Большая часть ЦП имеет модальную структуру с максимумами на виргинильных или генеративных молодых особях. Вспышки численности в определенные годы вследствие прорастания большого числа семян зачастую формируют двухвершинные спектры. Субсенильные особи присутствуют в половине ЦП (табл. 3), сенильные отмечены только в одной (ЦП 1).

Самая высокая экологическая и эффективная плотность наблюдается в ЦП 2 и ЦП 6, где высок процент особей прегенеративного периода (70,2 % и 79,7 % соответственно). Для

Т а б л и ц а 3  
Демографические показатели ценопопуляций *Astragalus sericeocanus*

ЦП	Год исследования	Наличие проростков		Обои разных онтогенетических состояний, %										Индекс			Экологическая плотность, шт./м <sup>2</sup>	Эффективная плотность, шт./м <sup>2</sup>
		+	-	j	im	v	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	g <sub>3</sub>	ss	s	Δ	ω	I <sub>в</sub>	I <sub>с</sub>			
1	2008	+		38,71	4,85	11,29	11,29	16,13	14,51	1,61	1,61	0,26	0,44	0,57	0,03	0,05	0,02	
	2009	-		0	1,56	3,13	37,50	35,94	14,06	7,81	0	0,45	0,81	0,05	0,0	0,04	0,03	
	2012	-		2,86	2,86	22,86	37,14	22,86	5,71	5,71	0	0,33	0,69	0,30	0,06	0,05	0,04	
2	2011	+		19,71	24,24	25,75	10,60	15,15	4,55	0	0	0,18	0,43	0,70	0	2,23	0,96	
3	2011	-		5,88	11,77	29,41	26,47	20,59	5,88	0	0	0,26	0,61	0,47	0	1,13	0,69	
4	2011	-		21,29	25,53	31,90	4,26	14,89	2,13	0	0	0,16	0,39	0,79	0	1,57	0,61	
5	2011	-		0	0	26,10	30,42	34,78	8,70	0	0	0,35	0,77	0,26	0	1,15	0,89	
6	2011	+		14,13	23,91	41,31	9,78	5,43	3,26	2,18	0	0,16	0,39	0,81	0,02	3,10	1,21	

Примечание: j – ювенильное, im – иммагурное, v – виргинильное, g<sub>1</sub> – молодое генеративное, g<sub>2</sub> – среднее генеративное, g<sub>3</sub> – старое генеративное, ss – субсенильное, s – сенильное.

ЦП 4 отмечена небольшая эффективная плотность вследствие низких значений индекса эффективности (см. табл. 3). Все вышеуказанные ценопопуляции характеризуются высокими индексами восстановления и низкими индексами старения. В целом ценопопуляции северного побережья оз. Байкал характеризуются низкими значениями индекса возрастности, преобладанием молодой фракции и высокой плотностью особей. Более благоприятные условия для роста и развития молодых особей на севере Байкала, вероятно, связано с высокой суммой положительных температур и большим числом жарких дней в летние месяцы (см. табл. 1). Сообщества с участием *A. sericeocanus* здесь в основном приурочены к сообществам прибрежной полосы с близостью грунтовых вод (см. табл. 2). Поэтому более низкие значения суммы осадков за летние месяцы не сказываются на развитии особей. Кроме того, наличие высокого снежного покрова обеспечивает достаточную влагу для прорастания семян в весенние месяцы (см. табл. 1). Высокая относительная влажность воздуха (не менее 80 %) в летние месяцы также является благоприятным фактором для роста и развития молодых особей (см. табл. 1). В целом весь комплекс условий севера Байкала способствует повышению активности вида, который занимает доминирующие позиции в фитоценозах, а в особых случаях даже является эдификатором сообществ.

Исследования динамики онтогенетической структуры в ЦП 1 (урочище Пески) показали высокую вариабельность разных онтогенетических групп. Наблюдается смена типа ценопопуляции с молодого (2008 г) на зрелый (2009 г). В ЦП 1 в 2009 г. также отмечен наиболее высокий индекс эффективности и низкий индекс восстановления вследствие преобладания особей генеративного периода (87,5 %) и малой численности особей прегенеративного периода (4,7 %). Экологическая плотность особей в ЦП 1 гораздо ниже, чем в других ценопопуляциях (см. табл. 3). В 2012 г. в ЦП 1 отмечен достаточно высокий процент особей прегенеративного периода (28,7 %), среди которых преобладали виргинильные растения (22,9 %). Эти данные хорошо согласуются с результатами, представленными

Е. В. Жмудь с соавт. [2012], которые отмечали в 2011 г. высокий процент особей имматурного состояния. К вегетационному периоду 2012 г. данная группа особей частично подверглась элиминации, а некоторые растения перешли в виргинильное состояние, чем и объясняется преобладание виргинильных особей среди растений прегенеративного периода в 2012 г. Доля виргинильных растений в 2008 и 2009 гг. составила 11,3 % и 3,13 % соответственно.

Анализ динамики онтогенетической структуры в связи с основными климатическими параметрами конкретных годов выявил определенные закономерности (см. рис. 2, табл. 3). Так, для наилучшего прорастания семян и развития молодых особей вида необходимы следующие условия: наличие стабильного снегового покрова предшествующей зимой (высокая сумма осадков в начале года), высокая температура воздуха весной следующего года (апрель – май) и хорошее увлажнение в последующие месяцы. Более позднее становление льда на Байкале способствует формированию стабильного снегового покрова, что наблюдалось в районе Горячинска в начале 2008 г. Высокая температура весной и хорошее увлажнение способствовали наилучшему прорастанию семян вида и развитию молодых особей. Данные по онтогенетической структуре ценопопуляций *A. sericeocanus* в 2011 г. также подтверждают вышеуказанные закономерности. Так, сумма осадков в зиму 2010–2011 гг. составила 155,9 мм, что практически в 1,5 раза превосходит среднемноголетние значения. Апрель и май 2011 г. также характеризовались высокими температурными значениями (2,4 и 5,7 °С соответственно). Все эти факторы, наряду с хорошим увлажнением в летние месяцы 2011 г., благоприятно сказались на прорастании семян, что выразилось в преобладании растений прегенеративного периода.

Проведенные нами исследования показали, что для изучаемого вида характерна динамика состава онтогенетических групп в различные годы, что, по-видимому, связано с периодичностью инспермации и высокой степенью элиминации ювенильных и имматурных растений. Наличие благоприятных климатических условий в определенные



Семенная продуктивность *Astragalus sericeocanus*

ЦП	Год исследования	Число генеративных побегов	Число соцветий на побег	Число цветков на соцветие	Число бобов на соцветие	Число семязачков на боб	Число семян на боб	ПСП	РСП	ПС, %
1	2008	7,61 ± 1,23	12,68 ± 2,75	16,48 ± 0,99	4,14 ± 0,58	6,56 ± 0,47	2,35 ± 0,38	10431,94	938,8	9,00
	2009	5,07 ± 0,41	4,45 ± 0,62	15,73 ± 1,74	5,90 ± 1,21	8,75 ± 0,53	3,67 ± 0,41	3105,31	488,52	15,73
	2012	7,75 ± 2,50	10,89 ± 2,16	13,07 ± 0,70	6,33 ± 0,51	8,56 ± 0,25	4,06 ± 0,38	9442,32	2163,99	22,97
2	2011	5,44 ± 1,30	5,82 ± 0,71	18,40 ± 0,87	7,48 ± 0,67	8,73 ± 0,32	4,82 ± 0,23	5085,95	2067,46	40,65
3	2011	9,93 ± 1,80	7,17 ± 0,72	6,99 ± 0,39	6,67 ± 0,48	8,15 ± 0,16	3,14 ± 0,10	4055,04	1491,16	36,77
4	2011	7,80 ± 1,46	7,27 ± 0,83	5,87 ± 0,31	5,84 ± 0,36	8,09 ± 0,06	3,77 ± 0,14	2692,87	1248,49	46,36
5	2011	9,47 ± 1,95	8,80 ± 2,11	6,50 ± 0,42	6,11 ± 0,58	8,72 ± 0,11	3,83 ± 0,15	4725,72	1950,17	41,27
6	2011	8,63 ± 1,96	7,46 ± 1,01	6,77 ± 0,46	5,48 ± 0,37	8,24 ± 0,12	4,12 ± 0,17	3591,41	1453,54	40,47

П р и м е ч а н и е. ПСП – потенциальная семенная продуктивность, РСП – реальная семенная продуктивность, ПС – процент семенификации.

годы также сказывается на динамике онтогенетической структуры ценопопуляции вида.

Анализ реальной семенной продуктивности *A. sericeocanus* показал следующее: наиболее продуктивными оказались особи из ЦП 1 в 2012 г., а также из ЦП 2 и ЦП 5 в 2011 г. (табл. 4). Для растений ЦП 1 отмечается большое число цветков в соцветии, но лишь 25–48 % из них формируют бобы. Вместе с тем наличие большого числа соцветий на побеге частично компенсирует продукцию семян. Тем не менее особи в ЦП 1 во все годы исследования характеризовались низким процентом семенификации, что свидетельствует о неблагоприятных условиях для формирования полноценных семян. Это может быть связано с низкой фертильностью растений, недостаточным опылением (обусловленным как недостатком опылителей, так и низкой плотностью репродуктивных растений), а также с воздействием вредителей.

Для особей северного побережья оз. Байкал характерен более высокий процент семенификации (36,8–46,4 %) по сравнению с особями из популяции восточного побережья (в среднем 16 %) (см. табл. 4). Высокая потенциальная и реальная семенная продуктивность особей северных ценопопуляций формируется за счет большого числа генеративных побегов на растениях и высокого процента семенификации. Наличие большого числа проростков и молодых особей в большинстве северных ЦП свидетельствует о регулярном семенном возобновлении (см. табл. 3).

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение структуры ценопопуляций *Astragalus sericeocanus* и сообществ с его участием на восточном и северном побережье оз. Байкал показало, что местообитания вида на севере являются наиболее оптимальными для роста и развития растений.

По-видимому, изолированное местообитание вида в урочище Пески, значительно удаленное от других, сохранилось лишь благодаря успешной адаптации популяции в течение длительного периода времени к осо-

бым условиям обитания. Относительная неизменность условий (далеких от оптимальных) позволяет особям вида выживать и сохранять свое определенное место в растительных сообществах. Об этом свидетельствуют характеристики экологической плотности особей в ценопопуляции, а также структуры ценозов в различные годы исследования. Однако нерегулярность семенного возобновления приводит к нестабильности процессов воспроизводства в ценопопуляции, вследствие чего, онтогенетическая структура может сильно изменяться в разные годы. Поэтому для данного изолированного местонахождения *A. sericeocanus* необходимы строгие условия охраны. Особенно значительной угрозой популяции вида в урочище Пески становится в связи с реализацией планов по развитию ОЭЗ ТРТ “Байкальская гавань”, нацеленной на развитие туристско-рекреационной деятельности на восточном побережье Байкала. Функционирование ОЭЗ ТРТ “Байкальская гавань” предполагает масштабную интенсификацию использования песчаных побережий в окрестностях с. Турка, где и находится классическое местообитание вида.

Проведенные недавно исследования по пространственно-временной динамике группы островов Ярки на базе анализа разновременных космоснимков показали уменьшение островной гряды в 2009 г. на 0,7 км<sup>2</sup>, по сравнению с данными 1994 г. В целом за последние три года ширина косы о. Ярки уменьшилась на 85 м [Государственный доклад..., 2012]. Данные процессы могут крайне негативно сказаться на состоянии популяций *A. sericeocanus* в северной части оз. Байкал.

Для сохранения малых и изолированных популяций *A. sericeocanus* на побережье Байкала необходимо продолжить их изучение в известных местообитаниях, проводить регулярный мониторинг численности популяций, не допускать увеличения рекреационной нагрузки, установить контроль за изменением уровня воды в озере, проводить регулярную очистку побережья, организовать подсев семян вида в благоприятные годы. Также необходимо осуществлять целенаправленный поиск новых местообитаний данного вида.

- Алексеева Е. В., Бойков Т. Г. Астрагал шелковисто-седой – *Astragalus sericeocanus* Gontsch. // Красная книга Республики Бурятия: Редкие и исчезающие виды растений и грибов. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2002. С. 39.
- Аненхонов О.А. Результаты и перспективы инвентаризации флоры Забайкальского национального парка // Разнообразие растительного покрова Байкальского региона: мат-лы Междунар. конф. Улан-Удэ, 1999. С. 5–7.
- Аненхонов О. А., Пыхалова Т. Д. Конспект флоры сосудистых растений Забайкальского национального парка. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2010. 228 с.
- Бойков Т. Г. Редкие растения и фитоценозы Забайкалья. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1999. 265 с.
- Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. 1974. Т. 59, вып. 6. С. 826–831.
- Вика С., Козырева Е. А., Тржцинский Ю. Б., Щипек Т. Острова Ярки на Байкале пример современного преобразования ландшафтов. Иркутск, 2006. 69 с.
- Вика С., Овчинников Г. И., Снытко В. А., Щипек Т. Эоловые фации Восточного побережья Байкала. Иркутск, 2002. 56 с.
- Глотов Н. В. Об оценке параметров возрастной структуры популяций растений // Жизнь популяций в гетерогенной среде. Йошкар-Ола, 1998. Ч. 1. С. 146–149.
- Государственный доклад “О состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2011 году”. Иркутск, 2012. 417 с.
- Животовский Л. А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. 2001. № 1. С. 3–7.
- Жмудь Е. В., Елисафенко Т. В., Кривенко Д. А., Верховина А. В., Звягина Н. С., Дорогина О. В. Состояние ценопопуляций *Astragalus sericeocanus* (Fabaceae) – эндемика восточного побережья озера Байкал // Ботан. журн. 2012. Т. 97, вып.10. С. 62–72.
- Зайцев Г. Н. Математика в экспериментальной ботанике. М., 1990. 296 с.
- Зверев А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск, 2007. 304 с.
- Иванова М. М. Растительность Ушканьих островов // Природа Ушканьих островов на Байкале. М.: Наука, 1969. С. 82–172.
- Игнатов М. С., Афонина О. М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. 1992. Т. 1, № 1–2. С. 1–85.
- Липин А.С. Введение в культуру in vitro редких видов рода *Astragalus* (Fabaceae) // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира: мат-лы III Всерос. науч.-практ. конф. Волгоград, 2010. С. 207.
- Мальшев Л. И., Пешкова Г. А. Нуждаются в охране – редкие и исчезающие растения Центральной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. 172 с.
- Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т. 2. 209 с.
- Попов М. Г., Бусик В. В. Конспект флоры побережий озера Байкал. М.; Л.: Наука, 1966. 215 с.
- Семенова Г. П. Редкие и исчезающие виды флоры Сибири: биология, охрана. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2007. 408 с.

- Тулохонов А. К. Системный подход к природопользованию в Байкальском регионе // География и природ. ресурсы. 2009. №. 3. С. 17–22.
- Уранов А. А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–33.
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995. 992 с.
- Ценопопуляции растений (основные понятия и структура), М.: Наука, 1976. 215 с.
- Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии), М.: Наука, 1988. 182 с.
- Andreev M. P., Kotlov Yu. V., Makarova I. I. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of the Russian Arctic // The Briologist. 1996. Vol. 99, N 2. P. 137–169.

## **Structure of Plant Communities and Cenopopulations of *Astragalus Sericeocanus* Gontsch. on the Shore of Lake Baikal**

D. V. SANDANOV<sup>1</sup>, I. Yu. SELYUTINA<sup>2</sup>, N. A. DULEPOVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institute of General and Experimental Biology SB RAS  
670047, Ulan-Ude, Sakhyanovoi str., 6*

<sup>2</sup> *Central Siberian Botanical Garden SB RAS  
630090 Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101*

*E-mails: sdenis1178@mail.ru, inessa1672@rambler.ru, file10-307@yandex.ru*

Plant communities that included *Astragalus sericeocanus* were studied. The data on ontogenetic structure, quantity of cenopopulations and seed productivity of individuals were given. It was also revealed that the habitats on the northern shore of Lake Baikal are characterized by high phytocoenotic diversity with codominating and dominating of *A. sericeocanus*. The state of cenopopulations and parameters of seed productivity showed that northern habitats have considerably favourable climatic conditions which are optimal for the growth of the studied species.

**Key words:** *Astragalus sericeocanus*, rare species, local endemic plant, sand-shifting plant communities, structure of cenopopulations.

