



УДК 581.9

## Особенности экологии и микоризообразования редкого вида *Calypso bulbosa* (Orchidaceae) в Прибайкалье

Т. М. Быченко, А. С. Есик

Иркутский государственный педагогический университет, Иркутск  
E-mail: [Tanya\\_ishi@rambler.ru](mailto:Tanya_ishi@rambler.ru)

**Аннотация.** Представлены результаты изучения особенностей экологии и микоризообразования редкого вида *Calypso bulbosa* (L.) Oakes (сем. Orchidaceae Juss.), произрастающего на территории Ангаро-Саянского и Южно-Байкальского флористических районов.

**Ключевые слова:** экология, микоризообразование, Orchidaceae, Прибайкалье.

В Южном Прибайкалье, включающем Ангаро-Саянский (Иркутская область) и Южно-Байкальский (Республика Бурятия) флористические районы, произрастает 32 вида орхидных из 20 родов. Несмотря на то, что некоторые из них кое-где еще встречаются в достаточно больших количествах, судьба представителей сем. Orchidaceae вызывает все большую тревогу. Многие виды включены в региональные Красные книги Иркутской области (2001) и Республики Бурятия (2002) [7; 8]. Орхидеи на протяжении всей жизни связаны с микоризообразующими грибами. Их экология зависит от экологии почвенных грибов-симбионтов, исчезновение которых может сказаться на состоянии популяций самих высших растений. Так, в связи с усилением антропогенной нагрузки на наземные экосистемы Байкальского региона повсеместно резко сокращается численность популяций калипсо луковичной – *Calypso bulbosa* (L.) Oakes [2]. Вид включен в Красные книги региона и Российской Федерации.

В результате многолетних исследований (1988–2008) нами впервые был изучен онтогенез *C. bulbosa* [3], отмечен ряд эколого-биологических особенностей развития и микоризообразования в Прибайкалье.

### Материалы и методы

Исследования проводились в течение вегетационных сезонов на территории Южного Прибайкалья. Для характеристики экотопических условий местообитаний сделано более 20 геоботанических описаний с участием *C. bulbosa*, которые затем обрабатывались по программе Ecoscale [6]. На основании геоботанических описаний и почвенных срезов изучена эколого-фитоценотическая приуроченность ви-

да. По 9 экологическим факторам Д. Н. Цыганова [11] выявлены диапазоны экологических шкал, определены потенциальная экологическая валентность (PEV) и индекс толерантности (It) [5]. Изучение морфологии надземных органов проводилось на живом материале, исследовалось от 20 и более особей. Онтогенетические состояния выделялись по общепринятым методикам [10]. По признакам-маркерам выделено 3 периода и 6 онтогенетических состояний [3]: латентный (семена), прегенеративный (протокормы (pl), ювенильные (j), им-матурные (im), взрослые вегетативные (vv), куда попадают также временно не цветущие генеративные особи), генеративный (цветущие и плодоносящие генеративные (g) особи). Изучение микоризы проводили на материале, фиксированном в 70 %-ном этиловом спирте. Степень микотрофности определялась на поперечных срезах у 5-придаточных корней от 5 особей каждого онтогенетического состояния в разных условиях обитания. Срезы просматривались под микроскопом марки МБР-1, при увеличении в 120 раз. У каждого корня просматривались 3 группы срезов, взятых в базальной, средней и апикальной частях. Обилие эндотрофного гриба в тканях корня, т. е. интенсивность (С) микоризной инфекции оценивалась по 5-балльной системе [9]. Результаты исследований представлены в таблице и на рис. 1–2.

### Результаты и обсуждение

*Calypso bulbosa* – короткорневищное клубнелуковичное растение, со шнуровидными придаточными корнями и клубневидным образованием – псевдобульбой [4]. Псевдобульба развивается во мху или под слоем опада из листьев, хвои, шишек; на свету имеет зеленый

цвет и кроме запасающей, несет также фотосинтетическую функцию. Такой орган характерен для большинства эпифитных тропических орхидей [1]. Число псевдобульб у генеративных особей (1–4) и число придаточных корней (2–5) может варьировать, причем от каждой псевдобульбы отходит не более одного-двух корней, в среднем длиной 4,7 см, толщиной 0,2 см. *C. bulbosa* – бореально-лесной, мезофитный вид, бриофил. В Прибайкалье чаще встречается в темнохвойных зеленомошных, светлохвойных и смешанных лесах, с хорошо развитым моховым покровом, часто среди поваленных деревьев, иногда на заболоченных участках, изредка на известняковых почвах. В сложении растительного покрова роль вида ничтожно мала. Активную роль в формировании фитоценозов с участием *C. bulbosa* играют типично таежные виды: *Maianthemum bifolium* (L.) F. W. Schmidt, *Pyrola incarnata* (DC.) Freyn, *P. chlorantha* Sw., *P. rotundifolia* L., *Orthilia secunda* (L.) House, *Rhodococcum vitisidaea* (L.) Avrorin, *Viola uniflora* L., *Anemone reflexa* Stephan, *Pulmonaria mollissima* A. Kerner и др. (табл.).

Анализ экологических позиций по 9 экологическим шкалам показал, что по отношению к солевому режиму почв (PEV 0,26) и влажности климата (PEV 0,20) вид стеновалентный, а по увлажнению почв (PEV 0,39) и терморегиму (PEV 0,35) – гемистеновалентный. Эти факторы – лимитирующие, ограничивают распространение вида на территории исследования.

По отношению к освещенности – затенению (PEV 0,78) – эвривалентный, т. е. может расти как под пологом темнохвойных, так и светлохвойных пород, выходит на лесные тропы и опушки, переносит незначительное осветление. По отношению к сумме почвенных факторов – гемистенобионтный (It–0,41), а к сумме всех экологических факторов (климатических, почвенных, освещенности – затенения) – мезобионтный (It–0,48). *C. bulbosa* – слабоконкурентный вид, предпочитает места с разреженным травяным покровом (ОПП 30–40 %). Проросток развивается под землей около двух лет, от прорастания семени до первого цветения проходит 8–10 лет. Способность к вегетативному размножению отсутствует у ювенильных и иматурных особей и появляется у взрослых вегетативных и генеративных. Вегетативное размножение отмечено у 10–20 % генеративных особей [3].

*C. bulbosa* – облигатно симбиотрофный вид с эумицетной толипофаговой эндомикоризой, образованной несовершенными почвенными грибами из рода *Rhizoctonia*.

В псевдобульбе гриба нет. Микориза развивается в придаточных корнях, регулярно инфицирующихся. Гифы (диаметром 2 мкм) проникают из почвы в корень через эпидермальные волоски, в клетках коры скручиваются и принимают форму клубков – пелотонов. Они локализируются в базальной части корня и занимают все клетки мезодермы (рис. 1).

Таблица

Интенсивность микоризной инфекции (%) у особей *Calypso bulbosa* разных онтогенетических состояний в различных местообитаниях

	Место среза	Онтогенетические состояния			
		j	im	vv	g
ЦП1	Базальная часть	16	43	39	42,5*/47**
	Средняя часть	–	33	38	26/26
	Апикальная часть	10	16	21	14/47
	Среднее значение С:	13	31	33	28/40
ЦП2	Базальная часть	22	17	44	42
	Средняя часть	24	28	28	32
	Апикальная часть	17	10	18	17
	Среднее значение С:	21	18	30	30,3
ЦП3	Базальная часть	10	40	20	24
	Средняя часть	–	42	20	36
	Апикальная часть	–	42	20	36
	Среднее значение С:	10	31,3	17	26

Примечание: – слишком короткий корень; придаточные корни молодых (\*) и прошлогодних псевдобульб (\*\*); С – интенсивность микоризной инфекции; j – ювенильные особи, im – иматурные, vv – взрослые вегетативные, g – генеративные; ЦП1 – сосняк разнотравный вдоль ручья (окр. п. Пивовариха, Иркутский р-он) – рекреация; ЦП2 – сосняк осоково-разнотравно-зеленомошный (ст. Садовая, Шелеховский р-он) – много вывалов деревьев, рекреация; ЦП3 – сосново-березово-осоково-разнотравный лес, вдоль тропы (с-з склон, лев. бер. залива Уладово, Иркутский р-он) – сильная рекреация, после низового пожара

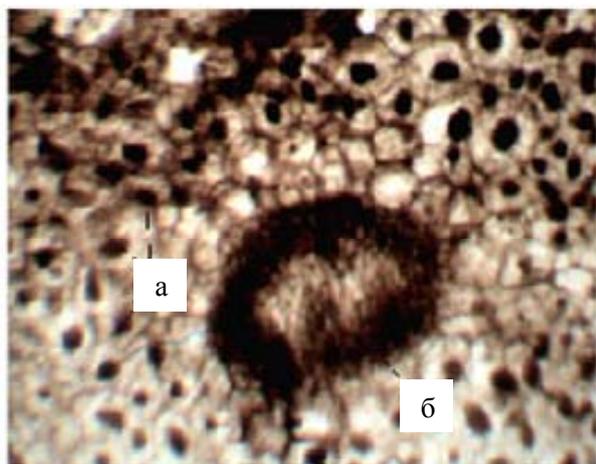


Рис. 1. Локализация пелотонов в мезодерме корня *Calypso bulbosa* (L.) Oakes вокруг центрального цилиндра (увеличение 10×10): а – пелотоны в клетках мезодермы корня, б – центральный цилиндр

Проникновение и закручивание гифов происходит в апикальной части корня. В эпидермальном слое корня, в центральном цилиндре, а также в точке роста корня эндотрофного гриба нет. У ювенильных особей из-за очень короткого корня, гифы гриба наблюдались только в апикальной части корня. Структура пелотонов зависит от фенологического состояния растения. В фазе вегетации и бутонизации идет активный процесс захвата клеток эндотрофом и образования пелотонов, а в фазе цветения – процесс лизиса гриба и образования бесформенной массы (экскретов). Степень микотрофности *C. bulbosa* зависит от онтогенетического состояния, локализации гриба по длине корня, от продолжительности жизни корня и условий

обитания. В нашем случае она ниже у ювенильных особей и повышается с возрастом. Наибольшая степень микотрофности характерна для базальной части корня (10–45 %), наименьшая – для апикальной (10–17 %). Наибольшее количество крупных пелотонов и высокая интенсивность микоризной инфекции характерны для корней старых сохранившихся псевдобульб (40 %) по сравнению с корнями молодых (28 %) побегов (табл.). У генеративных особей преобладают полу- и переваренные пелотоны в виде гранулированной массы, у ювенильных и имматурных – больше непереваренных структур. По предварительным результатам наибольшая степень микотрофности для разных онтогенетических состояний *C. bulbosa* характерна для ЦП1 в сосново-разнотравном лесу вдоль ручья, окрестности пос. Пивовариха (13–33 %), а наименьшая для ЦП3 в сосново-березово-осоково-разнотравном лесу, вдоль тропы на северо-западном склоне залива Уладово (10–31 %), где выше рекреационная нагрузка и ниже степень влажности почвы (рис. 2).

#### Выводы

Таким образом, основными лимитирующими факторами для *C. bulbosa* являются почвенные (увлажнение, солевой и терморегим) и влажность климата. Степень микотрофности зависит от онтогенетического состояния, локализации гриба по длине корня, продолжительности жизни корня и условий обитания.

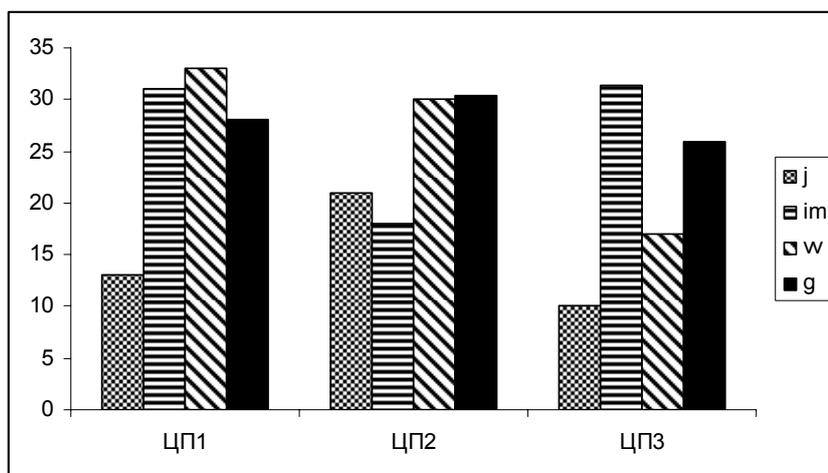


Рис. 2. Интенсивность микоризной инфекции *Calypso bulbosa* в различных местообитаниях по онтогенетическим состояниям: по оси X – интенсивность микоризной инфекции в %; по оси Y – ценопопуляции те же, что в табл.; онтогенетические состояния: j – ювенильные, im – имматурные, w – взрослые вегетативные, g – генеративные

Экологические характеристики местообитаний влияют на степень микотрофности в корнях *C. bulbosa*: при усилении рекреационной нагрузки, вырубке древостоя, когда показатели почвы (особенно увлажнение и богатство) ухудшаются, интенсивность микоризной инфекции снижается. Популяции *C. bulbosa* неустойчивы при понижении уровня грунтовых вод, вырубке древостоя и верховых пожарах, выпасе скота, рекреационной нагрузке, сборах на букеты и выкопке с целью культивирования. Особенно губительны лесные пожары, так как вся корневая система находится в верхнем слое почвы – в подстилке или во мху. С целью охраны природных местообитаний нами было предложено объявить популяцию *C. bulbosa* в окрестностях г. Иркутска (п. Пивовариха) ботаническим памятником природы. При интродукции редких видов орхидных в ботанические сады следует учитывать консортивные связи, в частности, экологию их грибов-симбионтов.

#### Литература

1. Аверьянов Л. В. Орхидные (Orchidaceae) Средней России / Л. В. Аверьянов // Turczaninowia. – 2000. Т. 3 (1). – С. 30–53.
2. Быченко Т. М. Устойчивость некоторых видов орхидных Южного Прибайкалья к антропоген-

ным факторам среды / Т. М. Быченко // Бюл. Глав. бот. сада, 1997. – Вып. 175. – С. 80–82.

3. Быченко Т. М. Онтогенетическое состояния двух редких видов *Cypripedium macranthum* и *Calypso bulbosa* (Orchidaceae) в Прибайкалье / Т. М. Быченко // Бот. журн., 2003. – Т. 88, № 6. – С. 48–58.

4. Быченко Т. М. Разнообразие жизненных форм растений : учеб. пособие / Т. М. Быченко, О. П. Ведерникова. – Йошкар-Ола : Мар. гос. ун-т, 2006. – 108с.

5. Жукова Л. А. Экологическое разнообразие ценопопуляций модельных видов растений в национальном парке «Марий Чодра» / Л. А. Жукова // Биоразнообразие растений в экосистемах национального парка «Марий Чодра». – Йошкар-Ола, 2005. – Ч. 2. – С. 16–29.

6. Заугольнова Л. Б. Опыт разработки и использования базы данных в лесной фитоценологии / Л. Б. Заугольнова, Л. Г. Ханина // Лесоведение. 1996. – № 1. – С. 76–83.

7. Красная книга Иркутской области: Сосудистые растения. – Иркутск, 2001. – 200 с.

8. Красная книга Республики Бурятия : Редкие и исчезающие виды растений и грибов. – Новосибирск, 2002. – 340 с.

9. Селиванов И. А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И. А. Селиванов – М. : Наука, 1981. – 231 с.

10. Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура. – М. : Наука, 1976. – 215 с.

11. Цыганов Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д. Н. Цыганов. – М. : Наука, – 1983. – 196 с.

## Peculiarities of ecology and mycorrhizof ormation of rare species *Calypso bulbosa* (Orchidaceae) in Pribaykalie

T. M. Bychenko, A. S. Esik

Irkutsk State Pedagogical University

**Abstract.** Particularities of ecology and mycorrhizof ormation of rare species *Calypso bulbosa* (Orchidaceae), growing on South Pribaykalie territory in Angara-Sayan and South-Baikal floral regions are given.

**Key words:** ecology, mycorrhizof ormation, Orchidaceae, Pribaykalie

Быченко Татьяна Михайловна  
Иркутский государственный педагогический университет  
664011, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6  
кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и естествознания  
тел. (3952)24–03–99, факс (3952) 24–05–59  
E-mail: Tanya\_ishii@rambler.ru

Есик Анна Сергеевна  
Иркутский государственный педагогический университет  
664011, г. Иркутск, ул. Нижняя Набережная, 6  
студент специальности «Экология»  
тел. (3952)24–03–99, факс (3952) 24–05–59У

Bytchenko Tatyana Mikhailovna  
Irkutsk State Pedagogical University  
664011, Irkutsk, 6, Nizhnyaya Naberezhnaya St.  
Ph.D. in Biology, ass. prof, Department of Ecology and Natural Science  
phone: (3952) 24–03–99, fax:(395 2) 24–05–59  
E-mail: Tanya\_ishii@rambler.ru

Esyk Anna Sergeevna  
Irkutsk State Pedagogical University  
664011, Irkutsk, 6, Nizhnyaya Naberezhnaya St.  
student  
phone: (3952) 24–03–99, fax:(3952) 24–05–59