	Название статьи	Страницы	Цит.
	БАЗИДИАЛЬНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ ЛЕСОСТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ) Заузолкова Н.А.	3-10	1
	НОВЫЕ ВИДЫ АГАРИКОВЫХ ГРИБОВ (AGARICACEAE) В МИКОБИОТЕ СИБИРИ Горбунова И.А.	11-15	0
	ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННЫХ ФОТОАВТОТРОФОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПЕРВИЧНЫХ СУБСТРАТОВ Пивоварова Ж.Ф., Факторович Л.В., Благодатнова А.Г.	16-21	2
	КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СПОР РЕДКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПАПОРОТНИКОВ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА Крещенок И.А., Нестерова С.В.	22-25	1
	ОНТОГЕНЕЗ GUELDENSTAEDTIA VERNA (GEORGI) BORISS. (FABACEAE) В ЗАБАЙКАЛЬЕ Селютина И.Ю., Санданов Д.В.	26-32	2
	СРАВНИТЕЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ СЕКЦИИ ONOBRYCHIUM РОДА ASTRAGALUS (FABACEAE) Коцупий О.В., Храмова Е.П., Высочина Г.И.	33-38	0
	МОРФОЛОГИЯ ПЛОДОВ И СКУЛЬПТУРА ПОВЕРХНОСТИ МЕРИКАРПИЕВ ВИДОВ ИЗ СЕКЦИИ GALIUM РОДА GALIUM (RUBIACEAE) Балде Е.А.	39-43	0
	ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА IRIS(IRIDACEAE) ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ Кайгородова Е.Н., Дорогина О.В., Елисафенко Т.В.	44-49	1
	НОВЫЕ НАХОДКИ АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ НА АЛТАЕ Зыкова Е.Ю.	50-54	4
	ЭНДЕМИЧНЫЕ ОДНОДОЛЬНЫЕ ГЕОФИТЫ ФЛОРЫ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ Тожибаев К.Ш., Каримов Ф.И.	55-59	0
	КЛЮЧЕВЫЕ БОТАНИЧЕСКИЕ ТЕРРИТОРИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА Артемов И.А.	60-71	4
	СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ И ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЬЯХ И СОЦВЕТИЯХ SALIX ALBA (SALICACEAE) Петрук А.А.	72-76	0
	ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА BORAGINACEAE Круглов Д.С., Овчинникова С.В.	77-95	0
	ИНТРАЗОНАЛЬНЫЕ ТРАВЯНЫЕ СООБЩЕСТВА ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ И ВОСТОЧНЫХ ПРЕДГОРИЙ ПОЛЯРНОГО УРАЛА Телятников М.Ю., Пристяжнюк С.А.	95-105	2
	ОСОБЕННОСТИ GAP-ДИНАМИКИ В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННОМ ЛЕСУ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ Омелько А.М., Ухваткина О.Н.	106-113	2
	ИНТРОДУКЦИЯ РЕДКИХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ВИДОВ ЛИЛИЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ Мухина О.А.	114-118	0
	ДЕКОРАТИВНЫЕ ФОРМЫ БЕРЕЗЫ (BETULA), РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО ИСПЫТАНИЯ В КУЛЬТУРЕ В СИБИРИ Встовская Т.Н.	119-126	1

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 3–10 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 582.284(571.51)

БАЗИДИАЛЬНЫЕ МАКРОМИЦЕТЫ ЛЕСОСТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Н.А. Заузолкова

Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова,
655000, Республика Хакасия, Абакан, ул. Ленина, 90, e-mail: nata1132@yandex.ru

Приведен список 209 видов базидиальных макромицетов, обнаруженных в различных лесостепных сообществах на территории лесостепной зоны восточной части Южно-Минусинской котловины (Минусинский район, Красноярский край), с указанием встречаемости по растительным сообществам и сроков плодоношения.

Ключевые слова*: базидиальные макромицеты, лесостепная зона, Южно-Минусинская котловина.*

BASIDIOMYCETE MACROMYCETES OF FOREST-STEPPE COMMUNITIES EAST PART OF THE SOUTH MINUSINSK HOLLOW (KRASNOYARSK REGION)

N.A. Zauzolkova

Katanov Khakass State University,
655000, Republic of Khakasia, Abakan, Lenin str., 90, e-mail: nata1132@yandex.ru

In the article is resulted a list of 209 species of basidiomycete macromycetes, discovered in various forest-steppe communities on the territory of the forest-steppe zone of the eastern part of the South Minusinsk hollow (Minusinsk area, Krasnoyarsk region), with the information on their occurrence in various vegetative communities and on their vegetation periods.

Key words*: basidiomycete macromycetes, forest-steppe zone, South Minusinsk hollow.*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из приоритетных направлений в современной биологии является оценка биологического разнообразия живых организмов в различных регионах. Данная проблема становится все более актуальной в связи с постоянным антропогенным прессом на окружающую среду, что может привести к опасности исчезновения не только отдельных видов и родов, но и иногда и более крупных таксономических групп (Косолапов, 2008).

Представители различных царств и отделов органического мира изучены крайне неравномерно, и грибы относятся к наименее исследованным организмам в России. В настоящее время инвентаризация видового состава грибов в лесостепных сообществах восточной части Южно-Минусинской котловины на территории Красноярского края значительно отстает от исследований флоры высших сосудистых растений. Имеющиеся материалы о видовом составе и распространении грибов-макромицетов в данном районе немногочисленны и эпизодичны. Известны лишь отрывочные сведения об изучении агарикоидных макромицетов Н.М. Мартьяновым (1882) и М.И. Бегляновой (1972). Поэтому планомерные исследования микобиоты лесостепей Южно-Минусинской котловины представляют большой интерес и являются актуальными. Кроме этого практически не изучена фенология макромицетов лесостепной зоны Средней Сибири.

Исходя из вышесказанного, цель настоящего исследования – изучение видового разнообразия базидиальных макромицетов лесостепных сообществ Южно-Минусинской котловины в течение всего вегетационного периода.

Территория исследования находится в южной части Красноярского края (Минусинский район) между 52–56° с.ш. и 89–94° в.д., в восточной части Южно-Минусинской котловины, входящей в систему Минусинских межгорных впадин между горными массивами Кузнецкого Алатау, Абаканского хребта, Западного и Восточного Саяна (Лиханов, Хаустова, 1961). Рельеф приподнято-расчлененный с подымающимися к горам Восточного Саяна широкими волнистыми увалами и хорошо развитой речной сетью.

© Н.А. Заузолкова, 2012

Почвы – выщелоченные и оподзоленные, глинистые и суглинистые, комковато-зернистые черноземы, как тучные, так и среднегумусные. Под лесами и раскорчевками преобладают серые лесные почвы (Горшенин, 1955). Климат резко континентальный. Средняя годовая температура составляет 1.0–1.2°, средняя температура воздуха января – 18.3–21.2°, июля – 17.6–18.4°. Средняя влажность воздуха – 70 %. Продолжительность безморозного периода длится 97–107 дней, вегетационного – 150–160 суток. Заморозки случаются в июне, а начинаются в конце августа–начале сентября. Большая часть осадков, выпадающих в виде дождя и снега, приносится воздушными массами с северо-запада и запада. Количество осадков колеблется от 350 до 500 мм.

Лесостепи покрыты луговой растительностью, березовыми и осиновыми колками с вкраплениями сосны, небольшими массивами березового леса по северным склонам, балкам и логам (Кириллов, 1970). Лесостепные сообщества характеризуются сочетанием участков луговой степи с перелесками из березы, осины, лиственницы, иногда сосны. Травяной покров лесостепных сообществ представлен лесным и луговым разнотравьем (*Thalictrum*, *Trollius*, *Paeónia*, *Heracleum*, *Stipa*, *Calamagrostis* и др.) (Коляго, 1954). Луговые степи в большинстве случаев имеют разнотравные формации, злаки играют подчиненную роль. Широко распространены в лесостепях кустарники. Встречаются небольшие леса, образованные *Betula*, *Populus*, *Larix*, *Pinus*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Статья основана на результатах камеральной обработки коллекции базидиальных макромицетов, собранной в лесостепных сообществах восточной части Южно-Минусинской котловины. Исследования проводились в течение всего вегетационного периода для грибов – с 2006 по 2010 г.

Микобиота исследуемой территории изучалась с использованием маршрутного и стационарного методов. Были выделены основные типы лесостепной растительности на ключевом участке и заложены несколько учетных площадок в различных типах лесостепных сообществ: осиновый папоротниковый, осиново-березовый остепненно-разнотравный, березовый разнотравный, осиновый осоково-разнотравный и осиново-березовый разнотравный леса. В каждом сообществе закладывалась одна или несколько учетных площадок размером 500 м^2, отражающих структуру всего обследуемого фитоценоза. Величина выбранной пробной площади удовлетворяла наиболее полному собранию субстратов и экологических ниш для поселения макромицетов. На этой площади сохранялись соотношения трофических групп макромицетов и характер их распределения (Бурова, 1986). Сроки плодоношения базидиальных макромицетов определяли по датам сбора гербарных образцов. Максимальный интервал между учетами составлял 10 дней и определялся скоростью роста плодовых тел. Для максимального выявления видового разнообразия базидиальных макромицетов тщательно обследовались валежная древесина и сухостой, пни, подстилка и почва. В результате собрана коллекция макромицетов в 500 гербарных образцов.

Гербаризация материала проходила по стандартной методике (Бондарцев, Зингер, 1950) с учетом требований современных определителей.

Определение макромицетов проводилось в лаборатории низших растений ЦСБС СО РАН (Новосибирск) и на кафедре ботаники и общей биологии Хакасского университета им. Н.Ф. Катанова (Абакан) с использованием микроскопов MBL и Zeiss. Для установления видовой принадлежности образцов использовались набор стандартных реактивов и красителей (Clémençon, 2009), современные отечественные, а также иностранные определители и атласы.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При исследовании микобиоты базидиальных макромицетов лесостепной зоны восточной части Южно-Минусинской котловины было выявлено 209 видов, относящихся к 118 родам, 45 семействам, 14 порядкам и 2 классам (см. таблицу). Таксоны в списке расположены в соответствии с системой, принятой в 10-м издании "Словаря грибов Айнсворта и Бисби" (Kirk et al., 2008). Латинские названия видов грибов и сокращения авторов приводятся согласно публикациям от CABI – "Index Fungorum" (http://www.indexfungorum.org). Кроме этого в таблице приведена информация о распространении базидиомицетов по различным растительным сообществам, сроках плодоношения выявленных макромицетов, а также указаны виды, известные ранее для района исследования по литературным данным.

Базидиальные макромицеты лесостепных сообществ восточной части Южно-Минусинской котловины

Таксон	Растительное сообщество					Сроки плодоношения	Виды, известные по литературным данным
	1*	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8
Класс *Agaricomycetes*							
Порядок *Agaricales*							
Сем. *Agaricaceae*							
Agaricus arvensis Schaeff.		+				VI–VIII	
A. bisporus (J.E. Lange) Imbach	+			+		VII–VIII	
A. campestris L.	+				+	VII–VIII	(Беглянова, 1972)
Bovista plumbea Pers.		+				VI–VIII	
Calvatia gigantea (Batsch) Lloyd (=*Langermannia gigantea* (Batsch) Rostk.)	+					VII–IX	
Coprinus tomentosus (Bull.) Fr.	+	+				IX	
Cyathus stercoreus (Schwein.) De Toni				+		VIII–IX	
Cystodermella cinnabarina (Alb. & Schwein.) Harmaja (=*Cystoderma cinnabarinum* (Alb. & Schwein.) Fayod)	+	+				VIII	
Lepiota cristata (Bolton) P. Kumm.	+				+	VIII–IX	(Беглянова, 1972)
L. magnispora Murrill (=*L. ventriosospora* D.A. Reid)		+		+		VIII–IX	
Lycoperdon molle Pers.	+				+	VII–IX	
L. muscorum Morgan	+					VIII	
L. perlatum Pers.		+				VII–VIII	
L. pyriforme Schaeff.		+				VI–VIII	
Сем. *Amanitaceae*							
Amanita alba Thiers	+					VII–VIII	
A. fulva Fr.(=*Amanitopsis fulva* (Fr.) W.G. Sm.)	+			+		VII–VIII	
A. muscaria (L.) Lam.	+	+	+	+	+	VII–VIII	
A. rubescens Pers. var. *rubescens*	+	+			+	VIII	
Сем. *Cortinariaceae*							
Cortinarius alboviolaceus (Pers.) Fr.	+					VIII	
C. anomalus (Pers.) Fr.	+			+		VIII–IX	
C. armillatus (Fr.) Fr.	+			+		VII–VIII	
C. biformis Fr.	+					VII–VIII	
C. citrinus J.E. Lange ex P.D. Orton		+				VIII	
C. collinitus (Pers.) Fr.(=*C. muscigenus* Peck)					+	VIII–IX	
C. delibutus Fr.					+	VIII	
C. decipiens var. *atrocoeruleus* (M.M. Moser ex M.M. Moser) H. Lindstr.				+		VIII–IX	
C. diabolicus (Fr.) Fr.				+		VIII	
C. torvus (Fr.) Fr.					+	VIII–IX	
Сем. *Cyphellaceae*							
Chondrostereum purpureum (Pers.) Pouzar	+		+	+	+	VI–XI	
Сем. *Entolomataceae*							
Entoloma abortivum (Berk. & M.A. Curtis) Donk (=*Rhodophyllus abortivus* (Berk. & M.A. Curtis) Singer)				+		VII	
E. chalybeum (Pers.) Noordel.	+			+	+	VII–VIII	
E. mammosum (L.) Hesler	+	+	+			VII–VIII	
E. rhodopolium (Fr.) P. Kumm.	+					VIII	
E. sericeum (Bull.) Quél.	+			+		VIII–IX	
Сем. *Hydnangiaceae*							
Laccaria amethystina (Huds.) Cooke		+				VIII	
L. laccata (Scop.) Cooke			+	+		VII–IX	(Беглянова, 1972)
Сем. *Hygrophoraceae*							
Hygrocybe ceracea (Wulfen) P. Kumm.					+	VII–VIII	
H. conica (Schaeff.) P. Kumm.	+					VII–IX	
Lichenomphalia umbellifera (L.) Redhead, Lutzoni, Moncalvo & Vilgalys (=*Omphalina ericetorum* (Pers.) M. Lange)	+	+				VIII–IX	
Сем. *Inocybaceae*							
Crepidotus applanatus (Pers.) P. Kumm.	+		+	+	+	IX	
C. autochthonus J.E. Lange	+					IX	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
C. cesatii (Rabenh.) Sacc.				+		VIII–IX	
C. cinnabarinus Peck				+	+	VIII–IX	
C. variabilis (Pers.) P. Kumm.					+	VII–VIII	(Беглянова, 1972)
Flammulaster muricatus (Fr.) Watling	+	+				VIII	
F. siparius (Fr.) Watling	+				+	VIII–IX	
F. wieslandri (Fr.) M.M. Moser	+				+	VIII–IX	
Inocybe geophylla (Fr.) P. Kumm. var. *geophylla*	+			+		VII–IX	Там же
I. muricellata Bres.				+		VII–VIII	
I. petiginosa (Fr.) Gillet					+	VIII	
I. praetervisa Quél.					+	VII–VIII	
I. rimosa (Bull.) P. Kumm.	+	+	+		+	VIII–IX	
Tubaria furfuracea (Pers.) Gillet	+	+	+	+		VIII–IX	
Сем. *Lyophyllaceae*							
Lyophyllum connatum (Schumach.) Singer	+	+		+	+	VIII–IX	
Сем. *Marasmiaceae*							
Gymnopus androsaceus (L.) J.L. Mata et R.H. Petersen (=*Marasmius androsaceus* (L.) Fr.)	+	+		+	+	VIII–IX	
G. confluens (Pers.) Antonín (=*Collybia confluens* (Pers.) P. Kumm.)	+					VIII	
G. dryophilus (Bull.) Murrill (=*Collybia dryophila* (Bull.) P. Kumm.)				+		VII–VIII	
G. fuscopurpureus (Pers.) Antonín (=*Collybia fuscopurpurea* (Pers.) P. Kumm.)					+	VI–VIII	
Marasmiellus ramealis (Bull.) Singer			+	+		VIII	
Marasmius anomalus Peck					+	VIII–IX	
M. epiphyllus (Pers.) Fr.	+					VIII–IX	(Беглянова, 1972)
M. rotula (Scop.) Fr.		+				VIII–IX	
Megacollybia platyphylla (Pers.) Kotl. & Pouzar (=*Oudemansiella platyphylla* (Pers.) M.M. Moser		+	+	+		VII–VIII	
Mycetinis alliaceus (Jacq.) Earle ex A.W. Wilson & Desjardin (=*Mycena alliacea* (Jacq.) P. Kumm.)	+					VII–VIII	
M. scorodonius (Fr.) A.W. Wilson & Desjardin (=*Marasmius scorodonius* (Fr.) Fr.)	+	+				VI–VII	
Rhodocollybia butyracea (Bull.) Lennox (=*Collybia butyracea* (Bull.) P. Kumm.)	+	+			+	VII–VIII	(Беглянова, 1972)
Rickenella fibula (Bull.) Singer (=*Gerronema fibula* (Bull.) Singer)	+					VI–VII	
Сем. *Mycenaceae*							
Hemimycena gracilis (Quél.) Singer	+					VII	
Mycena acicula (Schaeff.) P. Kumm.	+	+				VI–VII	
M. filopes (Bull.) P. Kumm.				+		VII–VIII	
M. galericulata (Scop.) Gray		+				VII–VIII	(Беглянова, 1972)
M. haematopus (Pers.) P. Kumm.	+				+	VII–IX	
M. hiemalis (Osbeck) Quél.	+	+				VII	
M. inclinata (Fr.) Quél.	+					VIII	
M. laevigata Gillet	+					VII–VIII	
M. leptocephala (Pers.) Gillet		+		+	+	VII–VIII	
M. polygramma (Bull.) Gray	+				+	VIII–IX	(Беглянова, 1972)
M. pura (Pers.) P. Kumm.	+				+	VII–VIII	
M. sanguinolenta (Alb. & Schwein.) P. Kumm.	+			+		VI–VIII	
Panellus mitis (Pers.) Singer (=*Panus mitis* (Pers.) Kühner)	+	+	+			VIII–X	
P. stipticus (Bull.) P. Karst.					+	VII–IX	(Беглянова, 1972)
Xeromphalina cauticinalis (With.) Kühner & Maire	+	+			+	VII	
Сем. *Physalacriaceae*							
Armillaria sp.	+	+	+	+	+	VII–IX	(Беглянова, 1972)
Cylindrobasidium evolvens (Fr.) Jülich			+			V–X	
Flammulina velutipes (Curtis) Singer	+	+			+	VII–IX	(Беглянова, 1972)
Oudemansiella mucida (Schrad.) Höhn.			+	+		VII–VIII	
Xerula radicata (Relhan) Dörfelt (=*Oudemansiella radicata* (Relhan) Singer)	+				+	VIII	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Сем. *Pleurotaceae*							
Pleurotus calyptratus (Lindblad ex Fr.) Sacc.	+			+	+	V–VI	
P. ostreatus (Jacq.) P. Kumm.			+	+		VI–VIII	
Сем. *Pluteaceae*							
Pluteus cervinus (Schaeff.) P. Kumm.	+			+		VII–VIII	(Беглянова, 1972)
P. pellitus (Pers.) P. Kumm.		+	+			VII–VIII	
P. umbrosus (Pers.) P. Kumm.	+		+	+		VII–VIII	
Сем. *Psathyrellaceae*							
Coprinellus angulatus (Peck) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (=*Coprinus angulatus* Peck)	+				+	VII–VIII	
C. domesticus (Bolton) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson (=*Coprinus domesticus* (Bolton) Gray)	+	+				VII–VIII	
C. ephemerus (Bull.) Redhead (=*Coprinus ephemerus* (Bull.) Fr.)	+					VII–VIII	
Coprinopsis atramentaria (Bull.) Redhead (=*Coprinus atramentarius* (Bull.) Fr.)			+	+		VII–VIII	
C. cinerea (Schaeff.) Redhead (=*Coprinus cinereus* (Schaeff.) Gray)			+		+	VII–VIII	(Беглянова, 1972)
Parasola misera (P. Karst.) Redhead (=*Coprinus miser* P. Karst.)	+			+	+	VIII–IX	
P. plicatilis (Curtis) Redhead (=*Coprinus plicatilis* (Curtis) Fr.)		+				VII–VIII	
Psathyrella candolleana (Fr.) Maire	+	+				VII–VIII	(Беглянова, 1972)
Сем. *Pterulaceae*							
Radulomyces confluens (Fr.) M.P. Christ. (=*Corticium confluens* (Fr.) Fr.)				+		V–X	
Сем. *Schizophyllaceae*							
Schizophyllum commune Fr.	+	+				V–X	(Беглянова, 1972)
Сем. *Strophariaceae*							
Galerina hybrida Kühner	+					VII–VIII	
Hebeloma populinum Romagn.					+	VII–VIII	
Hypholoma fasciculare (Huds.) P. Kumm.	+				+	VIII	
Kuehneromyces mutabilis (Schaeff.) Singer & A.H. Sm.			+			VI–IX	(Беглянова, 1972)
Pholiota aurivella (Batsch) P. Kumm.	+	+				VI–IX	(Беглянова, 1972)
P. highlandensis (Peck) A.H. Sm. & Hesler	+					VIII	
P. spumosa (Fr.) Singer					+	VIII	
P. squarrosa (Vahl) P. Kumm.				+		VII–VIII	
P. tuberculosa (Schaeff.) P. Kumm.	+			+		VII–IX	(Мартьянов, 1882)
Psilocybe inquilina (Fr.) Bres. (=*P. muscorum* (P.D. Orton) M.M. Moser)					+	VIII–IX	
Stropharia semiglobata (Batsch) Quél.				+	+	VIII–IX	
Сем. *Tricholomataceae*							
Arrhenia epichysium (Pers.) Redhead			+			VI–VIII	
Clitocybe brumalis (Fr.) Quél.		+		+		VIII–IX	
C. odora (Bull.) P. Kumm.		+		+		VII–VIII	(Беглянова, 1972)
C. phyllophila (Pers.) P. Kumm.	+			+	+	VIII–IX	
C. rivulosa (Pers.) P. Kumm.	+			+		VI–VIII	
C. squamulosa (Pers.) Fr.	+					VII–IX	
Delicatula integrella (Pers.) Fayod				+		VIII	
Leucocortinarius bulbiger (Alb. & Schwein.) Singer		+				VIII	
Melanoleuca graminicola (Velen.) Kühner & Maire	+		+		+	VIII–IX	
M. melaleuca (Pers.) Murrill					+	VIII–IX	(Беглянова, 1972)
Omphalina rosella var. *rosella* (M.M. Moser) M.M. Moser ex Redhead, Ammirati & Norvell		+			+	VI–VII	
Phyllotopsis nidulans (Pers.) Singer	+	+			+	VI–IX	
Tricholoma albobrunneum (Pers.) P. Kumm.	+					VII–VIII	
T. album (Schaeff.) P. Kumm.	+					VIII–IX	
T. columbetta (Fr.) P. Kumm.			+	+		VIII–IX	
T. equestre (L.) P. Kumm.	+	+				VIII	
T. fulvum (Fr.) Bigeard & H. Guill.	+					VII–VIII	
T. populinum J.E. Lange				+	+	VII–VIII	
T. saponaceum (Fr.) P. Kumm.	+		+			VIII–IX	
T. terreum (Schaeff.) P. Kumm.	+					VIII–IX	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Сем. *Typhulaceae*							
Macrotyphula fistulosa (Holmsk.) R.H. Petersen	+					IX–X	
Incertae sedis							
Panaeolus foenisecii (Pers.) J. Schröt.	+				+	VII–VIII	
Порядок *Auriculariales*							
Сем. *Auriculariaceae*							
Exidia glandulosa (Bull.) Fr.	+	+		+		V–VIII	
Порядок *Atheliales*							
Сем. *Atheliaceae*							
Amphinema byssoides (Pers.) J. Erikss. (=*Peniophora byssoides* (Pers.) Höhn. & Litsch.)			+			V–X	
Piloderma byssinum (P. Karst.) Jülich (=*Byssocorticium byssinum* (P. Karst.) Bondartsev & Singer)	+				+	V–X	
Порядок *Boletales*							
Сем. *Boletaceae*							
Boletus subtomentosus L. (=*Xerocomus subtomentosus* (L.) Quél.)		+				VIII–IX	
Leccinum aurantiacum (Bull.) Gray			+		+	VIII–IX	
Сем. *Gomphidiaceae*							
Chroogomphus rutilus (Schaeff.) O.K. Mill.		+			+	VIII–X	
Сем. *Paxillaceae*							
Paxillus involutus (Batsch) Fr.	+		+			VII–IX	
Сем. *Serpulaceae*							
Serpula tignicola (Harmsen) M.P. Christ. (=*Serpula minor* (Falck) Bondartsev)				+	+	V–X	
Сем. *Suillaceae*							
Suillus viscidus (L.) Roussel (=*Suillus aeruginascens* var. *aeruginascens* Secr. ex Snell)		+	+	+		VII–IX	
Порядок *Cantharellales*							
Сем. *Clavulinaceae*							
Clavulina cinerea (Bull.) J. Schröt.				+		VI–VII	
Сем. *Hydnaceae*							
Hydnum repandum L.	+	+			+	VII–VIII	
Порядок *Corticiales*							
Сем. *Corticiaceae*							
Corticium lacteum Rabenh.					+	V–X	
C. roseum Pers. (*Peniophora rosea* (Pers.) Massee)				+	+	V–X	
Erythricium laetum (P. Karst.) J. Erikss. & Hjortstam				+		V–X	
Порядок *Geastrales*							
Сем. *Geastraceae*							
Geastrum fimbriatum Fr.	+					VII–IX	
Порядок *Gomphales*							
Сем. *Gomphaceae*							
Ramaria apiculata (Fr.) Donk	+					VII–VIII	
R. eumorpha (P. Karst.) Corner (=*Ramaria invalii* (Cotton & Wakef.) Donk)					+	VIII	
R. gracilis (Pers.) Quél.				+		VII–VIII	
R. stricta (Pers.) Quél.	+					VII–VIII	
Ramaricium albo-ochraceum (Bres.) Jülich (=*Corticium albo-ochraceum* Bres.)	+		+			VII–VIII	
Порядок *Hymenochaetales*							
Сем. *Hymenochaetaceae*							
Asterodon ferruginosus Pat.					+	V–X	
Hymenochaete rubiginosa (Dicks.) Lév. (=*H. ferruginea* (Bull.) Bres.)	+					V–X	
Phellinus igniarius (L.) Quél.		+			+	V–X	
P. tremulae (Bondartsev) Bondartsev & P.N. Borisov	+	+	+	+	+	V–X	
Pseudochaete tabacina (Sowerby) T. Wagner & M. Fisch. (=*Hymenochaete tabacina* (Sowerby) Lév.)				+	+	V–X	

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Сем. *Schizoporaceae*							
Basidioradulum tuberculatum (Berk. & M.A. Curtis) Hjortstam (=*Basidioradulum pallidum* (Berk. & M.A. Curtis) H. Furuk.)					+	V–X	
Schizopora paradoxa (Schrad.) Donk (=*Hyphodontia paradoxa* (Schrad.) Langer & Vesterh.)		+				V–X	
Порядок *Polyporales*							
Сем. *Fomitopsidaceae*							
Antrodia sinuosa (Fr.) P. Karst. (=*Amyloporia sinuosa* (Fr.) Rajchenb., Gorjón & Pildain.)		+	+	+		V–X	
Fomitopsis officinalis (Vill.) Bondartsev & Singer.	+					V–X	
F. pinicola (Sw.) P. Karst.	+	+	+	+	+	V–X	
Piptoporus betulinus (Bull.) P. Karst	+		+	+	+	V–X	
Сем. *Ganodermataceae*							
Ganoderma applanatum (Pers.) Pat.	+	+	+	+	+	V–X	
Сем. *Meruliaceae*							
Bjerkandera adusta (Willd.) P. Karst.	+			+	+	V–X	
Hyphoderma argillaceum (Bres.) Donk (=*Peniophora argillacea* (Bres.) Sacc. & P. Syd.)					+	V–X	
Merulius tremellosus Schrad. (Phlebia tremellosa (Schrad.) Nakasone & Burds.)				+	+	VI–X	
Phlebia radiata Fr.	+	+	+	+		VI–X	
Сем. *Phanerochaetaceae*							
Antrodiella foliaceodentata (Nikol.) Gilb. & Ryvarden		+		+		V–X	
A. hoehnelii (Bres.) Niemelä (=*Coriolus hoehnelii* (Bres.) Bourdot & Galzin.)					+	V–X	
Phanerochaete sordida (P. Karst.) J. Erikss. & Ryvarden (=*Peniophora sordida* (P. Karst.) Höhn. & Litsch.)					+	V–X	
Terana coerulea (Lam.) Kuntze (=*Corticium coeruleum* (Lam.) Fr.)	+				+	V–X	
Сем. *Polyporaceae*							
Cerrena unicolor (Bull.) Murrill			+			V–X	
Coriolopsis gallica (Fr.) Ryvarden (=*Cerrena gallica* (Fr.) Zmitr.)						V–X	
Daedaleopsis confragosa (Bolton) J. Schröt.	+	+	+	+	+	V–X	
Dichomitus squalens (P. Karst.) D.A. Reid (=*Coriolellus anceps* (Peck) Parmasto)	+			+		V–X	
Fomes fomentarius (L.) J.J. Kickx	+	+	+	+	+	V–X	
Lentinus strigosus Fr. (=*L. rudis* (Fr.) Henn)				+	+	V–X	
Lenzites betulina (L.) Fr.			+			VIII–X	
Neolentinus lepideus (Fr.) Redhead & Ginns (=*Lentinus lepideus* (Fr.) Fr.)	+					VIII–X	
Polyporus melanopus (Pers.) Fr.	+		+			VII–X	
P. varius (Pers.) Fr.	+	+				VII–X	
Pycnoporus cinnabarinus (Jacq.) P. Karst.				+	+	V–X	
Royoporus badius (Pers.) A.B. De (=*Polyporus badius* (Pers.) Schwein.)	+	+	+	+	+	VII–X	
Trametes gibbosa (Pers.) Fr.	+		+	+		V–X	
T. pubescens (Schumach.) Pilát		+				V–X	
T. tephroleuca Berk. (=*Coriolus tephroleucus* (Berk.) Bondartsev)	+	+		+		V–X	
T. versicolor (L.) Lloyd	+			+		V–X	
Trichaptum abietinum (Dicks.) Ryvarden		+				VII–XI	
Порядок *Russulales*							
Сем. *Auriscalpiaceae*							
Artomyces pyxidatus (Pers.) Jülich (=*Clavaria pyxidata* Pers.)	+		+		+	VI–VII	
Auriscalpium vulgare Gray	+	+	+	+	+	VII–X	
Lentinellus micheneri (Berk. & M.A. Curtis) Pegler (=*L. omphalodes* (Fr.) P. Karst.)	+	+	+			VII–IX	
Сем. *Hericiaceae*							
Hericium coralloides (Scop.) Pers.	+	+				VI–VIII	
Сем. *Russulaceae*							
Lactarius controversus (Pers.) Pers.	+				+	VII–IX	(Беглянова, 1972)
L. piperatus (L.) Pers.	+					VIII–IX	(Мартьянов, 1882)
L. torminosus (Schaeff.) Gray		+				VIII–XI	(Беглянова, 1972)

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Russula aeruginea Fr.		+				VIII	
R. alutacea (Fr.) Fr.		+				VIII–IX	
R. cyanoxantha (Schaeff.) Fr.					+	VII–VIII	
R. delica Fr.				+		VII–IX	
R. fellea (Fr.) Fr.				+		VII–IX	
R. foetens (Pers.) Pers.				+		VII–IX	
Сем. *Stereaceae*							
Confertícium ochraceum (Fr.) Hallenb. (=*Corticium ochraceum* (Fr.) Fr.)	+					V–X	
Gloeocystidiellum convolvens (P. Karst.) Donk	+					V–X	
Порядок *Trechisporales*							
Сем. *Hydnodontaceae*							
Trechispora mollusca (Pers.) Liberta (=*Poria mollusca* (Pers.) Quél.)	+				+	V–X	
Класс *Pucciniomycetes*							
Порядок *Platygloeales*							
Сем. *Eocronartiaceae*							
Eocronartium muscicola (Pers.) Fitzp.	+					VI–VII	

*1 – осиновый папоротниковый лес; 2 – осиново-березовый остепненно-разнотравный лес; 3 – березовый разнотравный лес; 4 – осиновый осоково-разнотравный лес; 5 – осиново-березовый разнотравный лес.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате исследования базидиальных макромицетов лесостепных сообществ восточной части Южно-Минусинской котловины выявлено 209 видов, из них 185 видов приводятся для района исследования впервые. Максимальное число видов (119) обнаружено в осиновых папоротниковых лесах. По итогам фенологических наблюдений отмечено, что вегетация большинства видов макромицетов в лесостепной зоне Средней Сибири начинается с мая и продолжается до первой декады ноября, иногда до середины месяца. Грибы с ранней вегетацией (май) составили 42 вида, в июне–июле отмечено 143 вида, плодоношение в августе выявлено у 197 видов, в период сентябрь–ноябрь – 118. Только у 40 видов, преимущественно афиллофороидных грибов, наблюдалось плодоношение в течение всего вегетационного периода. Наиболее грибным сезоном в лесостепной зоне на юге Средней Сибири можно считать август (197 видов) и сентябрь (114 видов).

В процессе исследований микобиоты обнаружены новый и редкие виды макромицетов для Красноярского края: новый – *Entoloma abortivum*; виды, занесенные в Красную книгу Красноярского края (Красная книга, 2005) – *Calvatia gigantea* и *Hericium coralloides*.

В дальнейшем исследования макромицетов лесостепных сообществ Средней Сибири будут продолжены.

ЛИТЕРАТУРА

Беглянова М.И. Флора агариковых грибов южной части Красноярского края. Ч. 1. Красноярск, 1972. 208 с.

Бондарцев А.С., Зингер Р.А. Руководство по сбору высших базидиальных грибов для научного их изучения // Тр. Ботанического ин-та им. В.Л. Комарова. М.; Л., 1950. Сер. II, вып. 6. С. 499–542.

Бурова Л.Г. Экология грибов-макромицетов. М., 1986. 222 с.

Горшенин К.П. Почвы южной части Сибири. М., 1955. 592 с.

Кириллов М.В. География Красноярского края и история развития его природы. Красноярск, 1970. 210 с.

Коляго С.А. Природные условия и почвенный покров правобережной части Минусинской впадины // Почвы Минусинской впадины. М., 1954. С. 184–297.

Косолапов Д.А. Афиллофороидные грибы среднетаежных лесов европейского Северо-Востока России. Екатеринбург, 2008. 231 с.

Красная книга Красноярского края. Растения и грибы. Красноярск, 2005. 368 с.

Лиханов Б.Н., Хаустова М.Н. Физико-географические различия Красноярского края // Природные условия Красноярского края. М., 1961. С. 24–53.

Мартьянов Н.М. Материалы для флоры Минусинского края // Тр. Общ. естествоисп. при Казанском ун-те. Казань, 1882. С. 3.

Clémençon H. Methods for Working with Macrofungi: Laboratory Cultivation and Preparation of Larger Fungi for Light Microscopy. IHW Verlag, 2009. 88 p.

Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. Dictionary of the Fungi. Wallingford: CABT Europe-UK, 2008. 771 p.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 11–15 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 582.284.51(571.14)

НОВЫЕ ВИДЫ АГАРИКОВЫХ ГРИБОВ (*AGARICACEAE*) В МИКОБИОТЕ СИБИРИ

И.А. Горбунова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: fungi2304@gmail.com

Приведены сведения о трех новых неморальных видах агариковых грибов (семейство *Agaricaceae,* порядок *Agaricales*), ранее не отмечавшихся в микобиоте Сибири. Рассмотрены морфология, экология и распространение *Melanophyllum eyrei* (Massee) Singer, *Cystolepiota bucknallii* (Berk. et Broome) Singer et Clémençon, *Lepiota grangei* (Eyre) J.E. Lange на территории Сибири, России, в мире. Представлена информация о новых местонахождениях и распространении *Agaricus xanthodermus* Genev.

Ключевые слова: *Melanophyllum, Cystolepiota, Lepiota, Agaricus, микофлористические находки, неморальные виды, Новосибирская область, Западная Сибирь.*

NEW SPECIES FROM FAMILY *AGARICACEAE* IN THE MYCOBIOTA OF SIBERIA

I.A. Gorbunova

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: fungi2304@gmail.com

The data on three nemoral species newly revealed in the mycobiota of Siberia are presented. The article discusses the morphology, ecology and distribution of *Melanophyllum eyrei* (Massee) Singer, *Cystolepiota bucknallii* (Berk. et Broome) Singer et Clémençon, *Lepiota grangei* (Eyre) J.E. Lange in Siberia, Russia, in the world. The information about new locations and distribution of *Agaricus xanthodermus* Genev. are presented.

Key words: *Melanophyllum, Cystolepiota, Lepiota, Agaricus, mycofloristic records, nemoral species, Novosibirsk region, West Siberia.*

ВВЕДЕНИЕ

Сибирь – обширный и богатейший регион России остается по-прежнему слабоизученным в микологическом отношении, несмотря на многолетние и многочисленные экспедиции зарубежных и отечественных микологов на этой территории. Ежегодные микофлористические исследования выявляют новые виды грибов для Сибири и России, а также новые для науки виды. Настоящее сообщение посвящается новым находкам неморальных видов агарикоидных грибов из семейства *Agaricaceae* (порядок *Agaricales*), ранее неизвестных в Сибири. Виды *Melanophyllum eyrei* (Massee) Singer, *Cystolepiota bucknallii* (Berk. et Broome) Singer et Clémençon и *Lepiota grangei* (Eyre) J.E. Lange обнаружены в лесостепной зоне, на территории Новосибирской области (окрестности Академгородка). Кроме этого приводятся сведения о распространении и новых местонахождениях в Южной Сибири *Agaricus xanthodermus* Genev.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследований выбраны агариковые грибы (*Agaricaceae, Agaricales, Agaricomycetes*, *Basidiomycota*). Материалом для изучения послужили коллекционные сборы, проведенные автором в 2007–2009 гг. на территории Академгородка (Новосибирская область).

Определение видовой принадлежности грибов проводилось в лаборатории низших растений ЦСБС СО РАН. Фотографии, метрические характеристики микроструктур сделаны в "Центре коллективного пользования микроскопических исследований ЦСБС" на микроскопе "Axioscop-40" с видеокамерой AxioCam MRc5 и с применением программного обеспечения Axio Vision-4.8.

Название видов грибов, их систематическое положение и сокращения авторов при грибных таксонах согласовано с Index Fungorum (http://www.indexfungorum.org) и Словарем грибов Айнсворта и Бисби (Kirk et al., 2008).

© И.А. Горбунова, 2012

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Род *Melanophyllum* (Чернопластинник) из семейства *Agaricaceae* имеет ряд отличительных признаков, одним из которых является цвет спорового порошка и пластинок. В Западной Сибири ранее был известен только *Melanophyllum haematospermum* (Bull.) Kreisel – Чернопластинник кровавокрасный, который из-за редкой встречаемости не только в Южной Сибири, но в других регионах России был занесен в Красную книгу Новосибирской области (Красная книга…, 2008). В августе 2008 г. на территории Академгородка был обнаружен еще один представитель рода *Melanophyllum*, ранее неизвестный в Сибири. Вид *Melanophyllum eyrei* (Massee) Singer впервые описан в 1894 г. английским исследователем G. Massee как *Schulzeria eyrei* Massee (1893) в честь английского миколога W.L.W. Eyre в малоизвестном журнале "Grevillea", но вплоть до 1951 г. вид многократно переименовывался разными авторами. В настоящий момент большинство агарикологов решили поместить этот вид в хорошо ограниченный род *Melanophyllum* (Низшие растения…, 1990).

Melanophyllum eyrei (Massee) Singer, Lilloa 22: 436 (1951). – *Chlorospora eyrei* (Massee) Massee, Trans. Br. mycol. Soc. 2: 170 (1907) [1906]. – *Cystoderma eyrei* (Massee) Singer, Annls mycol. 41(1/3): 170 (1943). – *Glaucospora eyrei* (Massee) Rea, Brit. basidiomyc. (Cambridge): 62 (1922). – *Lepiota eyrei* (Massee) J.E. Lange, Fl. Agaric. Danic. 1: 27 (1935). – **Меланофиллум Эйра** (рис. 1).

Шляпка 5–8 мм в диаметре, тонкомясистая, колокольчатая, позже полукругло-колокольчатая с бугорком, кремовая, покрытая зернисто-мучнистыми буровато-коричневатыми чешуйками, по краю зубчатая, с остатками общего покрывала. Пластинки свободные, тонкие, частые, с многочисленными пластиночками разной длины, с ровным краем, светло-синие с зеленоватым оттенком, позже темнеющие, чернильно-синие, с более светлым краем. Ножка (10–22) × (1–15) мм, центральная, ровная, иногда изогнутая, полая, верхняя часть под пластинками почти белая, ниже – кремовая, в основании коричневатая, покрытая зернисто-мучнистым буровато-коричневатым чешуйчатым налетом. Мякоть шляпки беловатая, ножки – зеленовато-синяя, без отличительного запаха и вкуса. Споровый порошок синевато-зеленый.



Рис. 1. Плодовые тела *Melanophyllum eyrei*. Фото И.А. Горбуновой.

Споры (3.8–5.2) × (2.2–2.8) мкм, светло-зеленые, эллипсоидные, с латеральным апикулюсом, слегка шероховатые. Базидии (14–20) × (5–7) мкм, четырехспоровые, булавовидные, стеригмы до 2–2.5 мкм длиной. Хейло- и плевроцистиды отсутствуют. Пилеипеллис (покровный слой шляпки) состоит из округлых, гладких, тонкостенных, желтоватых или желтовато-охристых клеток (сфероцист) диаметром 19–42 мкм. Гифы с пряжками.

Изученный материал. Россия: Новосибирская область, окрестности Академгородка, 31 августа 2008 г., 14 августа 2011 г. Собр., опр.: И.А. Горбунова. Гербарные образцы, подтверждающие находки, хранятся в Гербарии лаборатории низших растений ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск).

Экология и распространение. Пока известно единственное местонахождение *Melanophyllum eyrei* в Сибири. Данная популяция, состоящая из пяти плодовых тел, обнаружена в осиново-березово-сосновом папоротниково-разнотравном лесу, на лесной подстилке. Этот неморальный вид тяготеет к широколиственным лесам, но может встречаться в хвойных, лиственных и смешанных лесах, в парках (часто под *Tillia cordata* P. Mill.), на лугах, на подстилке и богатых почвах. На юго-западе Евразии плодоношение данного вида отмечается с июля по октябрь (Вассер, 1980), в Скандинавских странах плодовые тела *Melanophyllum eyrei* появляются осенью – в сентябре–октябре (Noordeloos et al., 2001). В России встречается в Самарской области (Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф., 2008) и на Дальнем Востоке (Низшие растения…, 1990); вне России – в Европе (Вассер, 1980; Candusso, Lanzoni, 1990; Knudsen, Vesterholt, 2008).

В Европе и на Дальнем Востоке *Melanophyllum eyrei* считается распространенным, но редким видом (Низшие растения…, 1990; Noordeloos et al., 2001; Knudsen, Vesterholt, 2008). Дальнейшие наблюдения за известной популяцией, поиск новых местонахождений данного вида в Сибири позволят выяснить, нуждается ли этот неморальный вид в охране на территории Новосибирской области.

Примечание. Отмечено, что плодовые тела *Melanophyllum eyrei* из сибирской коллекции имеют небольшие размеры по сравнению с европейскими и дальневосточными образцами. Скорее всего, это связано с менее благоприятными климатическими условиями для произрастания теплолюбивого вида на территории Сибири.

Второй интересной находкой в микобиоте Академгородка оказался еще один представитель неморальной флоры из семейства *Agaricaceae* – *Cystolepiota bucknallii* (Berk. et Broome) Singer et Clém. Несмотря на яркую внешность и очень резкий неприятный запах, позволяющий довольно легко узнавать *Cystolepiota bucknallii* в природе, этот вид до настоящего времени не указывался для Сибири.

Cystolepiota bucknallii (Berk. et Broome) Singer et Clémençon, Nova Hedwigia 23: 238 (1972). – *Agaricus bucknallii* Berk. et Broome, Ann. Mag. nat. Hist., Ser. 5, 7:124 (1881). – *Cystoderma bucknallii* (Berk. et Broome) Singer, Schweiz. Z. Pilzk. 17: 53 (1939). – *Lepiota lilacina* Quél., Bull. Soc. bot. Fr. 23: 325 (1876). – *Lepiota bucknallii* (Berk. et Broome) Sacc. [as 'bucknalli'], Syll. fung. (Abellini) 5: 50 (1887). – **Цистолепиота Бюкнелля** (рис. 2).

Шляпка 7–16 мм в диаметре, тонкомясистая, полукруглая, позже выпукло-распростертая, распростертая с бугорком, бледно-фиолетовая, лилово-фиолетовая, по краю с беловатыми просветами, покрытая зернисто-мучнистым налетом буроватого цвета. Край шляпки ровный, местами разорванный, с остатками общего покрывала в виде острых зубцов. Пластинки свободные, неширокие, достаточно частые, с пластиночками, бледно-желтоватые, кремовые, с темными пятнами, край ровный. Ножка (25–30) × (1–2) мм, цилиндрическая, иногда немного расширенная в основании, прямая или изогнутая, заполненная у молодых образцов, позже полая, покрытая легко стирающимся мучнистым налетом, беловатая или желтоватая в верхней части, ниже фиолетовая, в основании темно-фиолетовая, в местах ранения приобретает темно-лиловую окраску. Мякоть тонкая, в шляпке беловатая, под кожицей шляпки лиловатая, в ножке фиолетовая, с неприятным резким, подобным каменноугольному газу, запахом. Вкус неприятный. Споровый порошок белый.



Рис. 2. Плодовые тела *Cystolepiota bucknallii*. Фото В.А. Власенко.

Споры (8.2–9.4) × (3.2–3.9) мкм, цилиндрические или удлиненно-эллипсоидные, в расширенной части с усеченным основанием, в верхней части слегка суженные, с латеральныи апикулюсом, гладкие, бесцветные, тонкостенные, в реактиве Мельцера слабодекстриноидные (медленно окрашиваются в оранжево-коричневый цвет). Базидии (19–28) × (5–7) мкм, четырехспоровые, цилиндрические или слегка булавовидные. Хейло- и плевроцистиды отсутствуют. Шляпка покрыта налетом, образованным крупными округлыми или эллипсоидными тонкостенными клетками 17–38 мкм в диаметре, бесцветными либо с бледно-коричневым внутриклеточным пигментом. Подобные структуры наблюдаются и на поверхности ножки. Гифы с пряжками.

Изученный материал. Россия: Новосибирская область, окрестности Академгородка, 31 августа 2008 г. Собр.: В.А. Власенко, опр.: И.А. Горбунова. Образцы, подтверждающие находки, хранятся в Гербарии лаборатории низших растений ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск).

Экология и распространение. В настоящий момент известно единственное местонахождение *Cystolepiota bucknallii* в Сибири. Небольшая группа плодовых тел обнаружена на территории дендрария, в посадках липы, на подстилке. В Европе и на западе России данный вид встречается чаще небольшими скоплениями, редко одиночными экземплярами, в широколиственных влажных лесах, по обочинам дорог, в оврагах и канавах, на глинистых и плодородных почвах, на подстилке. Плодоношение в умеренной зоне обычно отмечается с августа по октябрь. В России встречается в Самарской области (Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф., 2008); вне России – в Европе и Сев. Америке (Candusso, Lanzoni, 1990; Breitenbach, Kränzlin, 1995; Noordeloos et al., 2001; Knudsen, Vesterholt, 2008).

По данным различных микологических сводок *Cystolepiota bucknallii* считается редким видом, характерным для старовозрастных устойчивых экосистем. Некоторые европейские страны, как например, Словакия, включают *Cystolepiota bucknallii* в списки редких видов грибов (plao@lizon.com).

Столь необычная находка в микобиоте Сибири требует дальнейшего изучения и мониторинга за известной популяцией. До настоящего времени *Cystolepiota bucknallii* не отмечалась микологами в Азиатской России. Для выяснения распространения и экологии этого неморального вида в Сибири, причины его появления очень важен дальнейший поиск новых местонахождений *Cystolepiota bucknallii*.

Еще одной интереснейшей находкой на территории Новосибирской области является представитель рода *Lepiota* (*Agaricaceae*) – *L. grangei* (Eyre) J.E. Lange.

Lepiota grangei (Eyre) J.E. Lange, Fl. Agaric. Danic. 1: 30 (1935). – *Schulzeria grangei* Eyre, Trans. Br. mycol. Soc. 2(1): 37 (1903). – *Hiatula grangei* (Eyre) W.G. Sm.,



Рис. 3. Плодовые тела *Lepiota grangei*. Фото И.А. Горбуновой.

Syn. Brit. Basidiomyc.: 27 (1908). – *Lepiota grangei* (Eyre) Kühner, Bull. Soc. linn. Lyon 3: 79 (1934). – *Lepiota ochraceo-cyanea* Kühner, Bull. Soc. Lin. de Lyon 3: 42 (1934). – *Lepiota grangei* f. *brunneo-olivacea* Pilát, Acta Mus. Nat. Prag. XI B, p. 9 (1955). – *Lepiotula grangei* (Eyre) E. Horak, N.Z. J. Bot. 18(2): 184 (1980). – **Лепиота гранжская** (рис. 3).

Шляпка 12–15 мм в диаметре, тонкомясистая, полушаровидная, позже выпукло-распростертая, с небольшим бугорком, оливковая по краям, в центре темнее – темно-оливковая или почти черная, покрытая мелкими чешуйками – оливковыми и прижатыми по краю, торчащими и почти черными на бугорке. Между чешуйками видны беловато-кремовые просветы мякоти. Край шляпки тонкий, слегка волнистый, с остатками покрывала. Пластинки свободные, частые, с брюшком и неровным краем, с многочисленными пластиночками разной длины, беловатые, позже в рыжевато-коричневых пятнах, светло-коричневые. Ножка (35–42) × (2–3) мм, центральная, цилиндрическая, прямая или слегка изогнутая, к основанию немного расширенная, полая, твердая, кремовая, светло-охристая, в верхней части с белыми волокнами, в нижней – покрытая зеленовато-серыми чешуйками, без отчетливой кольцевой зоны, с зеленовато-голубым мицелием в основании. Мякоть беловато-кремовая в шляпке, оранжево-коричневатая в ножке, на изломе приобретает ярко-рыжий цвет. Запах неприятный, затхлый, похожий на резину. Вкус не отмечен. Споровый порошок белый.

Споры (9–12–(13)) × (3.2–4.5) мкм, бесцветные, цилиндрические или удлиненно-овальные, суженные в верхней части, со шпорой (боковым отростком) или без него, в реактиве Мельцера – декстриноидные. Базидии (20–30) × (6–10) мкм, булавовидные, четырехспоровые с длинными стеригмами – до 6 мкм. Хейлоцистиды цилиндрические, узко булавовидные, (24–32) × (7–11) мкм. Плевроцистиды отсутствуют. Пилеипеллис сформирован одно- и многоклеточными гифами (60–250) × (10–18) мкм цилиндрической формы с широкими или зауженными концами, с пряжками в основании гиф. Внутренние гифы содержат оливково-коричневый пигмент, растворимый в КОН и воде. Гифы с пряжками.

Изученный материал. Россия: Новосибирская область, окрестности Академгородка, 1 сентября 2008 г. Собр., опр.: И.А. Горбунова. Гербарные образцы, подтверждающие находки, хранятся в Гербарии лаборатории низших растений ЦСБС СО РАН (г. Новосибирск).

Экология и распространение. В Сибири в настоящий момент известно единственное местонахождение *Lepiota grangei*. Популяция из трех плодовых тел обнаружена в березово-сосновом лесу с посадками липы и черемухи, на подстилке. В других регионах Евразии данный вид произрастает многочисленными группами и небольшими скоплениями чаще в широколиственных и смешанных лесах, но может встречаться в парках и даже в антропогенных местах (на свалках), под ивами и березами. Растет на влажных глинистых, песчаных и богатых почвах. В Европе плодоношение *Lepiota grangei* происходит в сентябре–октябре, на Урале и в Сибири в более ранние сроки – в августе–сентябре. В России обнаружен в Пермской области (Переведенцева, 2008) и Приморском крае (Вассер, 1980); вне России – в Европе, Аргентине и Новой Зеландии (Candusso, Lanzoni, 1990; Zelený, 2006; Knudsen, Vesterholt, 2008; и др.).

На юге Европы *Lepiota grangei* считается достаточно обычным видом, в северных странах (Нидерланды) встречается редко. В России в известных местонахождениях отмечается как редкий вид. Необходимо дальнейшее изучение экологии *Lepiota grangei*, поиск новых местообитаний, наблюдение за известной популяцией.



Рис. 4. Изменение цвета мякоти в основании ножки *Agaricus xanthodermus*. Фото И.А. Горбуновой.

Примечание. *Lepiota grangei* имеет сходство с *Lepiota griseovirens* Maire, однако в окраске плодового тела последнего отсутствует оливковый оттенок. Более значительные отличия наблюдаются в микроскопическом строении базидиом этих видов. Для *Lepiota grangei* характерны споры большего размера и внутриклеточный пигмент в гифах пилеипеллиса.

В последние годы на территории Академгородка – во дворах, на газонах, в посадках и лесах, вдоль дорог и тропинок зафиксировано обильное плодоношение *Agaricus xanthodermus* Genev. – Шампиньона желтокожего (*Agaricaceae*) (рис. 4), который не отмечался ранее в Сибири. На настоящий момент *Agaricus xanthodermus* обнаружен на юге Западной Сибири также в Томской области, на территории г. Томска, на газонах с посадками берез и кленов (Агафонова и др., 2009) и в Республике Алтай, в естественных березово-сосновых лесах. Согласно устному сообщению Н.П. Кутафьевой, данный вид обнаружен и в Средней Сибири (территория г. Красноярска).

Изученный материал. Россия. Новосибирская область, Академгородок, 17 августа 2007 г., 1 сентября 2008 г.; Республика Алтай, Шебалинский р-н, березово-сосновые леса, на почве. Собр., опр.: И.А. Горбунова (Гербарий лаборатории низших растений ЦСБС СО РАН).

Примечание. Отличительной особенностью данного вида по сравнению с другими желтеющими шампиньонами, произрастающими в Сибири, являются цвет его мякоти и запах. На разрезе плодовых тел *Agaricus xanthodermus* мякоть становится буровато-белой, ближе к основанию ножки – желтоватой, в основании ножки (в клубеньке) оранжевой или ярко-желтой. Гриб имеет неприятный химический запах, его сравнивают с запахом карболки или чернил. При употреблении может вызвать желудочно-кишечные расстройства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новые находки неморальных видов на юге Западной Сибири указывают прежде всего на недостаточную изученность микобиоты Сибири. Появление *Melanophyllum eyrei*, *Cystolepiota bucknallii* и *Lepiota grangei*, а также некоторых других видов агарикоидных грибов, нехарактерных для лесостепной растительности, может быть следствием изменения структуры флоры исследуемой территории, внедрением в нее многочисленных интродуцентов, среди которых присутствуют и широколиственные породы деревьев, посаженные сотрудниками ЦСБС СО РАН в процессе озеленения Академгородка. Нельзя не учитывать и фактор относительного потепления климата на юге Западной Сибири. Образование плодовых тел теплолюбивых видов было зафиксировано именно в период относительно высоких средних годовых температур на юге Сибири. Возможно, более благоприятный температурный режим мог стать причиной вспышки плодоношения *Agaricus xanthodermus* Genev. в Южной Сибири.

Дальнейшие исследования известных популяций, нахождения новых местообитаний необычных для Сибири видов смогут прояснить некоторые вопросы, касающиеся особенностей их биологии, экологии, распространения, численности на территории Сибири.

ЛИТЕРАТУРА

Агафонова Н.Н., Кутафьева Н.П., Гашков С.И. Новые для Томской области виды макромицетов // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26, № 1. С. 146–150.

Вассер С.П. Флора грибов Украины. Агариковые грибы. Киев: Наук. думка, 1980. 328 с.

Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области. 2-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Арта, 2008. 528 с.

Малышева В.Ф., Малышева Е.Ф. Высшие базидиомицеты лесных и луговых экосистем Жигулей. М.; СПб.: Тов-во науч. изданий КМК, 2008. 242 с.

Низшие растения, грибы и мохообразные советского Дальнего Востока. Грибы. Т. 1: Базидиомицеты: Сыроежковые, Агариковые, Паутинниковые, Паксилловые, Мокруховые, Шишкогрибовые / Отв. ред. З.М. Азбукина. Л.: Наука, 1990. 407 с.

Переведенцева Л.Г. Конспект агарикоидных базидиомицетов Пермского края. Пермь: Перм. гос. пед. ун-т, 2008. 86 с.

Breitenbach J., Kränzlin F. (Eds.). Fungi of Switzerland. V. 4 (Agarics [Part 2]): Entolomataceae, Pluteaceae, Amanitaceae, Agaricaceae, Coprinaceae, Bolbitiaceae, Strophariaceae / Ed. Mykologia Lucerue. 1995. 368 p.

Candusso M., Lanzoni G. Lepiota s.l. – Fungi Europaei. Saronno, 1990. V. 4. 743 p.

Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. Dictionary of the Fungi. Wallingford: CABTEurope-UK, 2008. 771 p.

Knudsen H., Vesterholt J. (Eds.). Funga Nordica. V. 1: Agaricoid, Boletoid and Cyphelloid genera. Copenhagen: Nordsvamp, 2008. 965 p.

Noordeloos M.E., Kuyper Th.W., Vellinga E.C. (Eds.). Flora Agaricina Neerlandica. V. 5: Agaricaceae. Rotterdam: A.A. Balkema Publishers, 2001. 169 p.

Zelený L. Taxonomic literature on the genus Lepiota s. l. in the Czech Republic // Czech. mycol. 2006. N 58 (3–4). P. 225–265.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 16–21 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 57(082)

ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННЫХ ФОТОАВТОТРОФОВ ПРИ ОСВОЕНИИ ПЕРВИЧНЫХ СУБСТРАТОВ

Ж.Ф. Пивоварова, Л.В. Факторович, А.Г. Благодатнова

Новосибирский государственный педагогический университет, кафедра ботаники и экологии,
630126, Новосибирск, ул. Вилюйская, 28,
e-mail: pivovarova_ngpu@bk.ru, faktorovichlv@gmail.com, ablagodatnova@yandex.ru

Исследована таксономическая структура группировок почвенных фотоавтотрофов (водорослей), формирующихся при заселении первичных субстратов в различных географических регионах. Выявлены общие тенденции формирования таксономической структуры альгогруппировок сухой песчаной поймы горной р. Шивилиг-Хем на территории Тувы, намывных песков в карьере на берегу р. Обь и скальной породы Тянь-Шаня.

Ключевые слова: *почвенные водоросли, таксономическая структура, первичные субстраты.*

FEATURES OF THE TAXONOMIC STRUCTURES OF SOIL PHOTOAUTOTROPHS AT DEVELOPMENT OF PRIMARY SUBSTRATE

J.F. Pivovarova, L.V. Factorovich, A.G. Blagodatnova

Novosibirsk State Pedagogical University, Botany and Ecology Chair,
630126, Novosibirsk, Viluiskaya str., 28,
e-mail: pivovarova_ngpu@bk.ru, faktorovichlv@gmail.com, ablagodatnova@yandex.ru

The taxonomic structures of groupings of soil photoautotrophs (algae) primary substrate formed in the various geographical area is investigated. The general tendencies of taxonomic structure of algal groupings dry high-water bed of Tuva, alluvial sand in career on the bank of the river Ob and hard rock of the Tien Shan are revealed.

Key words: *soil algae, taxonomic structure, primary substrate.*

ВВЕДЕНИЕ

Выявление систематической структуры и фитоценотической организации почвенных водорослей в условиях первичного освоения различного рода субстратов имеет огромное значение. Во-первых, это изучение биоразнообразия водорослей относительно экстремальных условий обитания, во-вторых, дает ключ к пониманию механизмов освоения субстратов, в-третьих, позволяет выяснить пути становления и метаморфозы от инициальных, пионерных биогеоценозов до зрелых климаксовых. Кроме того, почвенные водоросли являются перспективной группой для создания искусственных экосистем, способных существовать в крайне неблагоприятных экологических условиях, в том числе и в будущем, когда экспансия человечества на другие планеты станет реальностью (Кабиров, 2009). Работы, посвященные изучению освоения биотой горных пород Тянь-Шаня (Киншт, Пивоварова, 1985; и др.), гранитных скал Северного Урала и Тувы (Стебаев, Пивоварова, 1992), останцовых гор Тувы (Стебаев и др., 1993), ледовых щитов и ледниковых морен Тянь-Шаня (Стебаев и др., 1995), льдов оз. Байкал (Бондаренко и др., 2004), песчаных и каменистых субстратов речных пойм Тувы (Пивоварова, Факторович, 2001), дают основание считать эту проблему еще достаточно актуальной.

Цель настоящей работы – выяснить существование общих тенденций формирования таксономической структуры почвенными микроорганизмами из группы фотоавтотрофов при первичном освоении различного типа грунта в географически удаленных регионах с различными климатическими особенностями.

В работе представлены сравнительные данные об особенностях формирования пионерных группировок почвенных фотоавтотрофов в географически не сходных регионах. Проведены исследования процессов освоения водорослями грунтов различного характера: массивно-кристаллические горные породы (Тянь-Шань), намывные пески в карьере (окр. г. Новосибирска), сухая песчаная пойма р. Шивилиг-Хем (Тува). Исследованные районы с точки зрения географических условий различны между собой (табл. 1), между тем экологические условия (сочетание экстремальных температур и малого количества влаги) оказываются общими.

© Ж.Ф. Пивоварова, Л.В. Факторович, А.Г. Благодатнова, 2012

Таблица 1

Характеристика исследованных участков

Регион исследования	Экотоп	Характеристика
Урочище Тору-Айгыр (в 20 км севернее одноименного поселка на озере Иссык-Куль)	Поверхность скальной породы	Обширная слабонаклонная на юг поверхность шлейфа (густо усыпана мелкообломочным материалом) с глубоковрезанной в нее широкой долиной р. Тору-Айгыр. При весьма малом проективном покрытии высшими растениями (3–5 %) формируются пустынные степи со *Stipa glariosa* P. Smirn. на засоленных гипсоносных отложениях, характеризующихся солончаковатостью и повышенным содержанием гипса. Имеются большие площади открытой материнской породы, активно заселяющиеся водорослями
Республика Тыва, Убсунурская котловина	Сухая песчаная пойма р. Шивилиг-Хем	Река Шивилиг-Хем представляет собой центростремительный поток, который пересыхает, спускаясь с менее аридных возвышенностей к более аридным понижениям (Пивоварова, Факторович, 2001). Пойма в течение вегетационного периода оказывается сухой и увлажняется только в период весеннего таяния снега и в короткий период дождей летом. Песчаный субстрат еще не освоен высшими растениями
г. Новосибирск	Намывные пески	Песчаный карьер, разрабатываемый с 1968 г., расположен возле пос. Криводановка в элювиальной позиции. Поверхность песка осваивается единичными экземплярами *Salsola collina* Pall., проективное покрытие которых – менее 1 %. Субстрат достаточно подвижен, водоросли принимают активное участие в "цементировании" песчаных частиц

В субстратах исследованных участков выявлено 79 видов, разновидностей и форм почвенных водорослей, из них 71 номенклатурный вид, относящихся к 5 отделам, 8 классам, 13 порядкам, 24 семействам и 37 родам (табл. 2). Как и следовало ожидать, почти три четверти видового состава приходится на долю синезеленых водорослей (67 %), которые, кстати, имеют и наибольшее по сравнению с другими отделами число таксонов выше вида.

Синезеленых определено 53, а зеленых только 15 видов, остальные отделы имеют менее чем по 10 видов каждый. Долевое участие зеленых водорослей более чем в 3.5 раза меньше. Еще с работ Л.Н. Новичковой-Ивановой (1980) отношение синезеленых водорослей к зеленым рассматривается как показатель аридности или вообще экстремальности условий среды (Гецен, 1985; Пивоварова, 1988). Остальные отделы значительно уступают в сложении альгофлоры по долевому участию. Показатель экстремальности для вновь осваиваемых экотопов, таких как массивно-кристаллические горные породы, пески сухой поймы и намывные пески, возникшие антропогенно при углублении фарватера реки, достаточно высок (1:3.5). Это сопоставимо с показателем аридности (1:3.6) для Сахаро-Гобийской пустынной области (Новичкова-Иванова, 1980). Исследованные ранее альгофлоры экстремальных условий горных криоаридных степей Северо-Востока Азии, Алтае-Саянской и Тянь-Шанской горных систем (Пивоварова, 2009) также имели показатели в интервале 1:3, 1:3.4. Следовательно, соотношение этих двух отделов уже может рассматриваться как своеобразный индикатор экстремальности условий среды.

Абсолютное преобладание видов отдела *Cyanophyta* характерно для каждого из исследованных экотопов. Выделяется лишь субстрат горно-кристаллической породы, здесь преимущество видов этого отдела подавляющее. Остальные отделы представлены единично. Второе место занимают *Bacillariophyta*. Между тем в экотопах, формирующихся на песках (естественных и антропогенных), на втором месте традиционно – виды отдела зеленых водорослей

Таблица 2

Таксономический состав флоры водорослей в исследованных субстратах

Таксон	Число					Процент от флоры
	классов	порядков	семейств	родов	видов	
Cyanophyta	2	5	12	20	53(8)*	67.1
Chlorophyta	3	4	7	9,	15	18.9
Xanthophyta	1	1	2	3	3	3.8
Bacillariophyta	1	2	2	4	6	7.6
Euglenophyta	1	1	1	1	2	2.6
Всего	8	13	24	37	79 (8)	100

* Здесь и далее в скобках показано число внутривидовых таксонов.

Таблица 3

Соотношение отделов почвенных водорослей в исследованных экотопах

Экотоп	Число видов и внутривидовых таксонов (% от общего числа видов)				
	Cyanophyta	*Bacillariophyta*	*Chlorophyta*	*Xanthophyta*	*Euglenophyta*
Горно-кристаллические породы	31 (75.6)	5 (12.2)	2 (4.9)	1 (2.4)	2 (4.9)
Сухая песчаная пойма	19 (54.3)	3 (8.6)	11 (26.8)	2 (5.7)	–
Намывные пески	14 (58.3)	–	9 (37.5)	1 (4.2)	–

(табл. 3). Сообщество почвенных водорослей сухой песчаной поймы выглядит более оструктуренным по сравнению с песками антропогенного происхождения. Альгогруппировка включает виды четырех отделов, являющихся традиционными для почв. Нестабильный подвижный характер грунта намывных песков не дает сформироваться водорослевой группировке, вследствие чего она включает виды трех отделов, при этом отдел *Xanthophyta* представлен единственным видом *Pleurochloris magna* Boye-Pet.

Другим показателем зональности и засушливости климата является отношение числа таксонов в порядках *Nostocales* и *Oscillatoriales* (Новичкова-Иванова, 1980; Гецен, 1985). Как показывает анализ внутренней структуры этих порядков, в исследованных экотопах на уровне видов порядок *Oscillatoriales* в 2 раза превышает разнообразие, а с учетом всех таксонов, включая и виды, – в 1.7 раза (табл. 4).

С одной стороны, это укладывается в рамки зональности, а с другой – засушливости. Интересно отметить, что в почвах Крайнего Севера выявлены сходные показатели. Так, для почв Большеземельской тундры отношение этих порядков составляет соответственно 1:1.8, для почв Таймырской тундры – 1:2.4 (Гецен, 1985), а для почв о. Шпицберген – 1:1.6 (Давыдов, 2010).

В спектре из 24 семейств 79 % по долевому участию также приходится на синезеленые и зеленые водоросли. В десятке ведущих семейств, которые включают в себя 66 % всей альгофлоры, семейства синезеленых водорослей составляют 51 %. Только три семейства (*Naviculaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Neochloridaceae*) относятся к другим отделам, причем два из них представители отдела зеленых водорослей. Семейство *Oscillatoriaceae* занимает, как правило, ключевые позиции в головном спектре флоры почвенных водорослей. Это вызывает некоторые сомнения в том, может ли оно рассматриваться как зональный признак. Скорее всего, большинство представителей этого семейства обладают высокой степенью адаптабельности, что позволяет им сохранять высокие позиции в семейственном спектре практически во всех природных зонах. Косвенным свидетельством того, что семейственная структура может быть отражением экологической ситуации, является наличие пяти ведущих семейств – *Oscillatoriaceae*, *Schizothrichaceae*, *Naviculaceae*, *Coccobactreaceae* и *Nostocaceae*. Представители этих семейств достаточно хорошо дополняют друг друга в общей организации пробиогеоценозов, занимая всевозможные экологические ниши. Среди них есть все морфотипы от коккоидных (*Naviculaceae*, некоторые представители *Coccobactreaceae*), колониальных (*Nostocaceae*, некоторые представители *Coccobactreaceae*) до разной степени интеграции в пучки, жгуты нитчатых морфотипов (*Oscillatoriaceae*, *Schizothrichaceae*). Кроме того, решается проблема фиксации атмосферного азота гетероцистными видами семейства *Nostocaceae*, а также другими семействами порядка *Nostocales*, не вошедшими в головной спектр.

Таблица 4

Число таксонов в порядках *Nostocales* и *Oscillatoriales*

Порядок	Семейств	Родов	Видов
Nostocales	4	5	12
Oscillatoriales	3	8	24

Родовой спектр, насчитывающий 37 родов, включает в себя 2 группы. Одна группа (10 родов) – условно многовидовые роды, содержащие от 3 до 8 видов, что составляет 27 % от всего родового спектра и 55.7 % от всей флоры. Другая группа – маловидовые роды (27), содержащие 1–2 вида, составляют основной костяк родового спектра. На их долю приходится практически 73 % от всего родового спектра и 45.5 % от флоры. Маловидовые роды указывают на преимущественно заносный характер обнаруженных здесь видов. Наибольшее число видов (по нарастающей) содержат роды *Microcoleus*, *Phormidium*, *Nostoc*, которые представлены видами, образующими мощную колониальную слизь или слизистые чехлы – *Microcoleus chthonoplastes* (Fl. Dan.) Thur., *M. vaginatus* (Vauch.) Gom., *M. subtorulosus* (Breb.) Gom., *Nostoc punctiforme* f. *populorum* (Geitl.) Hollerb., *Nostoc edaphicum* Kondrat. и др. В данных экотопах такие водоросли выполняют очень важную роль закрепителей грунта – они склеивают микрочастицы почвы колониальной слизью.

Таксономическая структура альгофлор различных субстратов имеет некоторые особенности, связанные, по всей видимости, с географическими и климатическими характеристиками районов исследования (табл. 5). Так, наиболее разнообразной и богатой является флора почвенных фотоавтотрофов горных каменистых субстратов Тянь-Шаня.

Таблица 5

Таксономическая структура альгогруппировок исследованных субстратов

Экотоп	Число				
	отделов	порядков	семейств	родов	видов
Массивно-кристаллические породы	5	11	17	22	41
Сухая песчаная пойма	4	9	16	23	35
Намывные пески	2	7	13	16	24

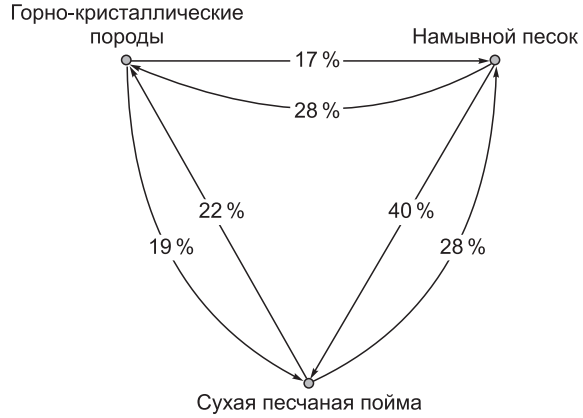
Данная альгогруппировка представлена видами не только четырех типичных отделов почвенных водорослей – *Cyanophyta*, *Chlorophyta*, *Xanthophyta* и *Bacillariophyta*, но и включает два вида из отдела *Euglenophyta*. Тенденция снижения таксономического разнообразия рангом выше вида сохраняется и в намывных песках антропогенного происхождения, где формируется наиболее бедная альгофлора.

Для выявления степени общности и специфичности альгофлор исследованных экотопов анализировали три уровня таксономии. Так, на семейственном уровне все флоры более чем на треть (33.3 %) обнаруживают сходство. Среди восьми общих – это семейства *Oscillatoriaceae*, *Schizothrichaceae*, *Microcystidaceae*, *Nostocaceae* и др. При всей экстремальности условий первичного освоения субстратов прослеживается специфика: для экотопов горно-кристаллических пород на уровне 21 % (*Nodulariaceae*, *Pleurocapsaceae*, *Gloeocapsaceae* и др.), сухой песчаной поймы реки – 12.5 % (*Chlorococcaceae*, *Plectonemataceae*, *Centritractaceae*), а намывных песков – только 4.2 % (*Anabaenaceae*).

Родовой уровень обнаруживает ту же тенденцию, что и семейственный. Шесть общих для исследованных экотопов родов (*Nostoc*, *Phormidium*, *Micricystis*, *Schizothrix*, *Chlorococcum*, *Chlorella*) обеспечивают сходство порядка 16 %. Специфика родового спектра несколько выше, чем семейственного. Для экотопов горно-кристаллических пород коэффициент специфичности составляет 24.3 %. Весьма показательны роды колониальной природы – *Aphanothece*, *Gloeocapsa*, *Pleurocapsa* и др. Имея гомогенную, расплывающуюся или хорошо выраженную слоистую колониальную слизь, эти водоросли формируют агрегации, прообразы первых пробиогеоценозов. Появление представителей рода *Nodularia* становится возможным только после возникновения первых признаков разрушения материнской породы. Сухая песчаная пойма реки обладает несколько меньшей родовой спецификой (21.6 %). Это представители в основном нитчатых синезеленых водорослей, в частности, родов *Lyngbya*, *Symploca*, *Hydrocoleus*, *Plectonema*, являющихся активными обрастателями и закрепителями песков. Наименьшую специфику родовой спектр альгофлоры обнаруживает в намывных, весьма подвижных песках. Единственный специфичный род одноклеточных зеленых водорослей *Myrmecia* составляет 2.4 %. Следовательно, семейственный и родовой спектры являются своеобразным отражением особенностей освоения различных экстремальных условий среды. Маловидовые роды (1–2 вида), включающие три четверти всего родового спектра и около 45 % флоры почвенных фотоавтотрофов, сопоставимы только со структурой высокоширотных флор. Кроме того, это явный признак аллохтонного формирования такого рода альгофлоры.

При сравнении флористических списков использовали меры включения (Семкин, Комарова, 1977), которые наиболее объективно оценивают степень сходства флор по видовому составу, особенно если флоры неравновеликие (Седельников, 1982). Меры включения приведены в процентах, согласно расчетам программного модуля “Graphs” (Новаковский, 2004). Для анализа полученных результатов выполнено разбиение значений мер включения на группы: высокие (40 %), средние (28 %) и низкие (17–19 %) (см. рисунок).

Наибольшая степень взаимного включения обнаружена между альгофлорами песков (от 28 до 40 %). Основу составляют 10 общих видов, например *Dactylococcopsis rupestris* Hansg., *Microcystis aeruginosa* f. *flos-aquae* (Wittr.) Elenk., *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom., *Schizothrix friesii* (Ag.) Gom., *Chlamydomonas angulosa* Dill. В то же время менее специфичной оказалась альгофлора намывных песков. Это связано с высокой подвижностью субстрата и, как следствие, невозможностью развития альгоценозов. Флора этого участка формируется видами, характерными как для сухой песчаной поймы, так и для горно-кристаллических



Меры включения альгофлор исследованных экотопов.

пород (*Stigonema minutum* (Ag.) Hass. emend. Elenk., *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot., *Oscillatoria brevis* (Kütz.) Gom., *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom.), что еще раз указывает на общность механизмов заселения почвенными водорослями первичных субстратов. Альгофлора антропогенных песков имеет большие меры включения в альгофлоры остальных исследованных территорий. Между тем альгофлора горно-кристаллических пород оказывается более уникальной, что подтверждает включение ее в другие флоры на уровне 17–19 %. Группу специфичных видов составляют виды родов *Synechococcus*, *Aphanothece*, *Gloeocapsa*, *Euglena*. Альгофлора сухой песчаной поймы занимает промежуточное положение, включаясь во флоры других первичных субстратов в пределах 22–28 %.

Видовая насыщенность родов лежит от 1.5 видов для песчаных экотопов до 1.9 во флоре массивно-кристаллических пород. Для семейств этот показатель несколько выше и колеблется от 1.8 (намывные пески) до 2.2–2.4 (сухая песчаная пойма – горно-кристаллические породы соответственно). Все это косвенно свидетельствует о пришлом характере формирующихся флор.

В экстремальных климатических и почвенных условиях, в которых высшие растения не могут активно заселять субстрат, водоросли являются основной группой фотоавтотрофов. Это в значительной мере обусловлено их пойкилотермностью, пойкилогидричностью, и по своей природе водоросли настраивают свой гидротермический режим на внешние условия среды. Как пишет А.Ф. Лукницкая (1965) механизмы эти кроются в способности расширять температурные границы обитания, так как в области критически низких температур водоросли приостанавливают рост, замедляют обменные процессы, но не гибнут, а в области высоких температур выравнивают температурный градиент тела с окружающей средой. Это возможно в силу того, что синезеленые водоросли обладают уникальными биохимическими свойствами и биотическими адаптациями, обеспечивающими оптимальный рост и функционирование в различных условиях среды (Schwabe, 1960; Paerl, 1996). Доказано наличие у *Cyanophyta* сигнальных систем (QS-систем), в которых синтез некоторых химических соединений приводит к изменению физиологического статуса популяции, что позволяет синезеленым водорослям в более короткие сроки адаптироваться к изменяющимся условиям среды и, следовательно, быть успешными при освоении первичных субстратов (Семенова и др., 2009). При отсутствии конкуренции с высшими растениями водоросли входят в господствующий комплекс споровых растений и формируют самостоятельные пробиогеоценозы.

Таким образом, в географически удаленных районах с различными климатическими условиями существуют общие тенденции формирования таксономической структуры почвенных альгогруппировок при первичном освоении различных типов грунта. Причина однотипности механизмов протекания процессов заключается в широкой вариабельности физиологических и экологических адаптаций почвенных водорослей. В частности, достаточно лабильными оказываются представители *Cyanophyta* на всех без исключения типах первичных субстратов. Различные географические условия, в которых формируются пробиогеоценозы, вызывают, безусловно, флористические отличия. Между тем сходные экологические условия процессов образования инициальных альгогруппировок могут возникать в разных географически удаленных друг от друга районах. Множественность механизмов адаптаций на различных уровнях организации (таксономическом, физиолого-биохимическом) обусловливает возможность интенсивного освоения субстрата. Это становится причиной возникновения общих тенденций, как-то однозначное преобладание представителей синезеленых водорослей, не только на уровне отдела, но и на уровне семейств и родов.

Особый ранг адаптивных механизмов наблюдается на биогеоценотическом уровне как при становлении биогео- и гидроценозов у горно-ледниковых истоков рек (Стебаев и др., 1995), так и при освоении первичных субстратов другого происхождения. Механизмы здесь проявляются уже на уровне экологической пластичности видов, их биоморф, экологических групп, жизненных стратегий, что обеспечивает надежность освоения и удержания субстрата. Было бы интересно выяснить особенности в структуре биоморф и экологических групп.

ЛИТЕРАТУРА

Бондаренко Н.А., Оболкина Л.А., Тимошкин О.А. Лед – хранитель жизни // Наука из первых рук. 2004. № 4. С. 76–83.

Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 163 с.

Давыдов Д.А. Цианопрокариоты и их роль в процессе азотфиксации в наземных экосистемах Мурманской области. М.: ГЕОС, 2010. 183 с.

Кабиров Р.Р. О возможности использования водорослей при создании искусственных экосистем и биосфер на других планетах // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: Материалы II Всерос. конф. (Сыктывкар, 5–9 окт. 2009 г.) [Электронный ресурс]. Сыктывкар, 2009. С. 173–176. Режим доступа: http://ib.komisc.ru/add/conf/algo_2009/, свободный

Киншт А.В., Пивоварова Ж.Ф. Первичная сукцессия на скальных породах Тянь-Шаня // Экология. 1985. № 6. С. 59–61.

Лукницкая А.Ф. Исследование температурных адаптаций у некоторых пресноводных водорослей: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Л., 1965. 23 с.

Новаковский А.Б. Возможности и принципы работы программного модуля "Graphs". Сыктывкар: Изд-во Коми науч. центра УрО РАН, 2004. 31 с.

Новичкова-Иванова Л.Н. Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гобийской пустынной области. Л.: Наука, 1980. 256 с.

Пивоварова Ж.Ф. Почвенные водоросли горных степей азиатской части СССР: Автореф. дис. … д-ра биол. наук. Л., 1988. 32 с.

Пивоварова Ж.Ф. Особенности альгофлоры горных степей Северо-Востока Азии // Проблема и стратегия сохранения биоразнообразия растительного мира Северной Азии: Материалы Всерос. конф. (Новосибирск, 9–11 сент. 2009 г.). Новосибирск, 2009. С. 198–199.

Пивоварова Ж.Ф., Факторович Л.В. Почвенные водоросли пойменных субстратов континентальной дельты реки Шивилиг-Хем Убсунурской котловины Тувы // Сиб. экол. журн. 2001. № 4. С. 435–443.

Седельников В.П. К применению мер включения в сравнительной флористике // Нетрадиционные методы в исследованиях растительности Сибири. Новосибирск, 1982. С. 32–35.

Семенова Л.Р., Селях И.О., Щербаков П.Н. Оценка способности культур цианобактерий к продукции N-ацил-гомосерин лактонов – аутоиндукторов QS-систем регуляции // Современные проблемы физиологии, экологии и биотехнологии микроорганизмов: Материалы Всерос. симп. с междунар. участием (Москва, МГУ, 24–27 дек. 2009 г.). М., 2009. С. 167.

Семкин Б.И., Комарова Т.А. Анализ фитоценотических описаний с использованием мер включения // Бот. журн. 1977. Т. 62, № 1. С. 54–63.

Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф. Возникновение и развитие биогеоценозов на скалах // Журн. общ. биологии. 1992. Т. 51, № 5. С. 715–729.

Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С. и др. Общая биогеосистемная экология. Новосибирск, 1993. 288 с.

Стебаев И.В., Колпаков В.Э., Горелова Т.А., Пивоварова Ж.Ф. Становление биогео- и гидроценозов у горно-ледниковых истоков рек // Сиб. экол. журн. 1995. № 4. С. 353–362.

Paerl H.W. Microscale physiological and ecological studies of aquatic Cyanobacteriea: Macroscale implications // Microsc. Res. and Techn. 1996. V. 33, N 1. P. 47–72.

Schwabe G.H. Blaualgen aus ariden Baden // Forsch. und Fortschr. 1960. V. 34, N 7. S. 194–197.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 22–25 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 582.35: 58.036.5

КРИОКОНСЕРВАЦИЯ СПОР РЕДКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПАПОРОТНИКОВ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

И.А. Крещенок[1], С.В. Нестерова[2]

[1]*Амурский филиал Учреждения Российской академии наук Ботанического сада-института Дальневосточного отделения РАН, 675000, Благовещенск, 2-й км Игнатьевского шоссе, e-mail: garden@ascnet.ru, ikreshhenok@yandex.ru*

[2]*Учреждение Российской академии наук Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН, 690024, Владивосток, ул. Маковского, 142, e-mail: office@bgi.dvo.ru, svnesterova@rambler.ru*

Приведены результаты исследования влияния криоконсервации (–196 °С) на всхожесть спор 12 видов папоротников. Полученные данные позволили рассмотреть криоконсервацию как перспективный метод долговременного хранения спор изучаемых видов.

Ключевые слова: *криоконсервация, споры, папоротники, жидкий азот, Дальний Восток России.*

CRYOPRESERVATION OF SPORES OF RARE AND ECONOMIC-VALUABLE FERNS OF THE RUSSIAN FAR EAST

I.A. Kreshchenok[1], S.V. Nesterova[2]

[1]*Amur Branch of Botanical Garden-Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, 675000, Blagoveshchensk, 2 km of Ignatevskaya Line, e-mail: garden@ascnet.ru, ikreshhenok@yandex.ru*

[2]*Botanical Garden-Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, 690024, Vladivostok, Makovskogo str., 142, e-mail: office@bgi.dvo.ru, svnesterova@rambler.ru*

The results of research of cryopreservation of spores 12 species of ferns are presented. The cryopreservation is a perspective method of long-term storage of spores of studied species ferns.

Key words: *cryopreservation, spores, ferns, liquid nitrogen, Russian Far East.*

ВВЕДЕНИЕ

Папоротники являются реликтовым элементом флоры Дальнего Востока России и весьма уязвимы при неблагоприятных воздействиях на их среду обитания. Активная антропогенная нагрузка на естественные биоценозы приводит к снижению числа особей и количества популяций, нарушению естественного возобновления видов. К наиболее негативным воздействиям можно отнести разработку месторождений полезных ископаемых, создание гидроэлектростанций и затопление территорий под водохранилища, вырубку леса, строительство дорог, линий электропередач и др., а также неконтролируемый сбор хозяйственно ценных видов населением для употребления в пищу и изготовления лекарственных средств. В настоящее время в Красные книги различных регионов вносится все больше видов папоротников. Так, в Красную книгу России (2008б) включено 23 вида, из которых 14 (60.9 %) произрастают на территории Дальнего Востока. В Красной книге Хабаровского края (2008б) отмечено 24 вида (в издании 2000 г. – 16 видов), для Приморского края (Красная книга…, 2008а) и Сахалинской области (Красная книга…, 2005) приводится по 22 вида, для Амурской (Красная книга…, 2009) и Камчатской областей (Красная книга…, 2007) по 13 видов, в Красную книгу Еврейской автономной области (2006) включено 11 папоротников.

В связи с быстрой потерей жизнеспособности спор папоротников (Арнаутова, 1988; Храпко, 1996; Гуреева, 2001; и др.) актуальна задача разработки способа их длительного хранения без снижения всхожести. Одним из современных методов хранения генетического материала является криоконсервация – замораживание в жидком азоте (–196 °С). Результаты изучения действия сверхнизких температур на споры тропических и субтропических видов папоротников показали положительное влияние криоконсервации на жизнеспособность спор (Agrawal et al., 1993; Simabukuro et al., 1998; Rogge et al., 2000; Pence, 2002; Wardlaw, 2002). Данных о долговременном хранении спор папоротников умеренной зоны немного (Науялис, Филин, 1983; Мацкевич и др., 1996; Крещенок, 2006; Pangua et al., 1999; Ballesteros et al., 2004). Эксперименты, проведенные нами ранее, позволили выявить неоднозначную реакцию спор дальневосточных папо-

© И.А. Крещенок, С.В. Нестерова, 2012

ротников на сверхнизкие температуры – в некоторых случаях наблюдалось снижение всхожести (Нестерова и др., 2008; Крещенок, Нестерова, 2009; Kreshchenok, Nesterova, 2007).

Цель настоящей работы – изучение влияния криоконсервации на жизнеспособность спор редких, охраняемых и хозяйственно ценных видов папоротников российского Дальнего Востока.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследований послужили споры 12 видов папоротников. Среди них редкие и исчезающие – *Asplenium incisum* Thunb., *A. ruta-muraria* L., *Aleuritopteris argentea* (S.G. Gmel.) Fée, *Coptidipteris wilfordii* (Moore) Nakai et Momose, *Polystichum braunii* (Spenn.) Fée, *Dryopteris sichotensis* Kom. К хозяйственно ценным относятся *Pteridium japonicum* (Nakai) Tardieu-Blot et C. Chr., *Dryopteris fragrans* (L.) Schott, *D. crassirhizoma* Nakai, *D. expansa* (C. Presl) Fraser-Jenkins et Jermy, *Athyrium monomachii* (Kom.) Kom., *A. sinense* Rupr. (Крещенок, 2007, 2008).

Споры собраны в естественных местах произрастания папоротников на территории Еврейской автономной и Амурской областей, Приморского края. Часть свежесобранных спор помещали в бумажные пакеты и оставляли для хранения в лабораторных условиях, другую – закрывали в криопробирки и погружали в жидкий азот (–196 °С) на 120 суток. Размораживание проводили на воздухе в лаборатории при t = +20…+22 °С. Споры проращивали в чашках Петри с дистиллированной водой. Всхожесть подсчитывали с использованием бинокуляра МБС-10 в трех полях зрения. Контролем служила всхожесть свежесобранных спор. Статистическую обработку результатов выполняли с помощью программы Microsoft Excel.

Латинские названия видов приводятся по А.И. Шмакову (2009).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

После криоконсервации всхожесть спор девяти видов папоротников осталась на уровне контроля. Достоверное повышение всхожести спор более чем на 80 и 60 % отмечалось у *Asplenium ruta-muraria* и *Aleuritopteris argentea* соответственно (см. таблицу). Устойчивость к низким и сверхнизким температурам может объясняться высоким содержанием жиров, сахаров и низкой влажностью спор – около 4 % (Гуреева, 2001; Ballesteros et al., 2004; Pence, 2008; Ballesteros, 2011).

В наших экспериментах глубокое замораживание оказало отрицательное влияние на споры *Athyrium monomachii* – всхожесть снизилась более чем на 40 %. По мнению зарубежных авторов (Pangua et al., 1999; Quintanilla et al., 2002; Ballesteros, Walters, 2007), получивших подобные результаты при изучении других видов папоротников, снижение всхожести спор после криоконсервации может быть частным случаем и объясняется высоким содержанием влаги в конкретных образцах.

Всхожесть спор папоротников при различных условиях хранения

Вид	Всхожесть, %			Коэффициент Стьюдента (t)	
	Контроль (К)	Жидкий азот (ЖА)	Лабораторные условия (ЛУ)	К/ЖА	К/ЛУ
Сем. Aspleniaceae					
Asplenium incisum	85 ± 3	88 ± 1	87 ± 4	0.9	0.3
A. ruta-muraria	8 ± 2	95 ± 2	3 ± 0.03	24.7*	2.0
Сем. Athyriaceae					
Athyrium monomachii	94 ± 2	50 ± 4	63 ± 3	10.4*	7.7*
A. sinense	78 ± 4	68 ± 3	60 ± 2	1.8	4.0*
Сем. Dennstaedtiaceae					
Coptidipteris wilfordii	86 ± 5	83 ± 2	84 ± 5	0.6	0.4
Сем. Dryopteridaceae					
Polystichum braunii	69 ± 4	69 ± 5	45 ± 3	0.1	4.3*
Dryopteris sichotensis	73 ± 6	86 ± 2	74 ± 5	1.1	0.1
D. crassirhizoma	88 ± 3	93 ± 1	78 ± 4	1.4	2.0
D. fragrans	64 ± 8	78 ± 5	90 ± 1	1.4	3.1*
D. expansa	90 ± 3	89 ± 2	60 ± 1	0.3	10.1*
Сем. Hypolepidaceae					
Pteridium japonicum	79 ± 4	76 ± 2	35 ± 3	0.5	7.9*
Сем. Sinopteridaceae					
Aleuritopteris argentea	29 ± 7	94 ± 1	79 ± 8	8.8*	4.5*

* Разница достоверна при $t \geq 2.78$, $\alpha = 0.05$.

Полученные нами результаты показывают, что реакция на замораживание спор в жидком азоте видоспецифична. Представители одного семейства и рода (*Asplenium*, *Athyrium*) могут по-разному реагировать на замораживание спор в жидком азоте (см. таблицу).

При хранении спор в лабораторных условиях в течение 120 суток всхожесть на уровне контроля сохранилась у пяти видов папоротников (представители родов *Asplenium* и *Coptidipteris*, *Dryopteris sichotensis*, *D. crassirhizoma*). Достоверное снижение всхожести от 18 (*Athyrium sinense*) до 45 % (*Pteridium japonicum*) также наблюдалось у пяти видов. Повысилась всхожесть спор *Dryopteris fragrans* (на 26 %) и *Aleuritopteris argentea* (на 50 %). В последнем случае, вероятно, проявился эффект "дозревания" спор. Наличие его, возможно, связано с особенностями дальневосточного климата и поздним высыпанием спор некоторых папоротников. После высыпания споры в течение 5–6 месяцев "дозревают" и их максимальная способность к прорастанию отмечается весной с наступлением благоприятных условий для роста и развития гаметофитов (Храпко, 1996).

Исследования показали, что у представителей сем. *Dryopteridaceae* после 120 суток хранения в лабораторных условиях всхожесть спор изменилась неоднозначно. Даже в пределах одного рода *Dryopteris* отмечалось повышение, снижение всхожести или сохранение ее на уровне контроля.

В условиях лаборатории споры папоротников подвергаются воздействию факторов внешней среды. Споры гигроскопичны и их равновесная влажность колеблется в соответствии с колебаниями влажности окружающего воздуха, что в сочетании с понижением или повышением температуры воздуха вызывает интенсивное протекание процессов метаболизма, в конечном счете это, вероятно, приводит к снижению всхожести спор, а затем к полной потере их способности к прорастанию. Известно, что при сверхнизких температурах обмен веществ в биологических системах практически останавливается, кроме того, исключается отрицательное влияние окружающих факторов среды обитания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Споры исследованных видов папоротников поразному реагируют на замораживание при температуре –196 °С. Всхожесть размороженного материала может сохраняться без изменений, повышаться или снижаться. Криоконсервация не вызывает полной гибели спор. Несмотря на некоторое снижение всхожести, в отдельных случаях более 50 %, споры этих видов сохраняют способность к прорастанию. Исследования показывают, что криоконсервация может рассматриваться как один из перспективных методов долговременного хранения генетического материала редких, охраняемых и хозяйственно ценных видов папоротников российского Дальнего Востока.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума ДВО РАН, проект № 11-III-B-06-051.

ЛИТЕРАТУРА

Арнаутова Е.М. Гаметофиты папоротников флоры СССР: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Л., 1988. 16 с.

Гуреева И.И. Равноспоровые папоротники Южной Сибири: Систематика, происхождение, биоморфология, популяционная биология. Томск, 2001. 158 с.

Красная книга Амурской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: Офиц. изд. Благовещенск: Благовещ. гос. пед. ун-т, 2009. 446 с.

Красная книга Еврейской автономной области: Растения и грибы. Новосибирск, 2006. 247 с.

Красная книга Камчатки. Т. 2: Растения, грибы, термофильные микроорганизмы. Петропавловск-Камчатский, 2007. 342 с.

Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Владивосток, 2008а. 688 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М., 2008б. 855 с.

Красная книга Сахалинской области: Растения. Южно-Сахалинск, 2005. 348 с.

Красная книга Хабаровского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных: официальное издание. Хабаровск, 2008в. 632 с.

Крещенок И.А. Криоконсервация спор папоротников российского Дальнего Востока // Материалы I (IX) Междунар. конф. молодых ботаников. СПб., 2006. С. 253.

Крещенок И.А. Возможности пищевого использования папоротников Амурской области // Территориальные исследования: цели, результаты и перспективы: Материалы регион. школы-семинара молодых ученых, аспирантов и студентов. Биробиджан, 2007. С. 145–147.

Крещенок И.А. Возможности лекарственного использования дальневосточных видов рода *Dryopteris* // Региональные проблемы. 2008. Вып. 10. С. 76–78.

Крещенок И.А., Нестерова С.В. Влияние криоконсервации на жизнеспособность спор азиатских видов *Polystichum* Roth // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Материалы Восьмой междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2009. С. 306–308.

Мацкевич Н.В., Денбновецкий Г.Ю., Мамедова Э.Т., Семашко А.Ю., Лутков А.А., Кучерявая О.А., Новак О.Г., Озерская С.М., Налепина Л.Н., Кобякова Т.Е., Клицов С.В. Научно-методические указания по криоконсервации макромицетов и папоротниковидных с использованием морфологического и цитологического тестирования. М., 1996. 29 с. Деп. в ВИНИТИ, 1996. № 3684 – В96.

Науялис И.И., Филин В.Р. Щитовник мужской // Биол. флора Моск. обл. М., 1983. С. 3–25.

Нестерова С.В., Крещенок И.А., Наврось Е.Н. Криоконсервация спор дикорастущих и коллекционных папоротников // Криоконсервация как способ сохранения биологического разнообразия. Биофизика живой клетки: Материалы конференции. 2008. Т. 9. С. 145–146.

Храпко О.В. Папоротники юга Дальнего Востока России (биология, экология, вопросы охраны генофонда). Владивосток, 1996. 200 с.

Шмаков А.И. Определитель папоротников России. Барнаул, 2009. 126 с.

Agrawal D.C., Pawar S.S., Mascarenhas A.F. Cryopreservation of spores of *Cyathea spinulosa* Wall. ex Hook. f.: An endangered tree fern // J. Plant. Physiol. 1993. V. 142. P. 124–126.

Ballesteros D. Conservation of Fern Spores // Working with Ferns: Issues and Applications (Eds. H. Fernández et al.). N.Y., 2011. P. 165–172.

Ballesteros D., Ibars A.M., Estrelles E. New data about pteridophytic spore conservation in germplasm banks // Plantaeuropa IVth Conference, Valencia, Espania, 2004. [Electronic resource]: http:// www.nerium.net/plantaeuropa/Download/Procedings/Ballesteros_daniel.pdf (дата обращения 29.08.2011).

Ballesteros D., Walters C. Calorimetric properties of water and triacylglycerols in fern spores relating to storage at cryogenic temperatures // Cryobiology. 2007. V. 55. P. 1–9.

Kreshchenok I., Nesterova S. Genome conservation for rare and ornamental species of Russian Far East Ferns by Cryopreservation // III Global Botanic Gardens Congress, China, Wuhan, 2007 [Electronic resource]: http://www.bgci.org/wuhan/posters (дата обращения 29.08.2011).

Pangua E., Garcia-Alvarez L., Pajarón S. Studies on *Cryptogamma crispa* spore germination // Amer. Fern. J. 1999. V. 89. P. 159–170.

Pence V.C. Cryopreservation and in vitro methods for ex situ Conservation of *Pteridophytes* // Fern Gaz. 2002. V. 16, N 6–8. P. 362.

Pence V.C. Cryopreservation of Bryophytes and Ferns / in Plant Cryopreservation: A Practical Guide / B.M. Reed (Ed.). N.Y., 2008. P. 117–140.

Quintanilla L.G., Amigo J., Pangua E., Pajarón S. Effect of storage method on spore viability in five globally threatened fern species // Ann. Bot. 2002. V. 90. P. 461–467.

Rogge G.D., Viana A.M., Randi A.M. Cryopreservation of spores of *Dicksonia sellowiana*: An endangered tree fern indigenous to south and central America // CryoLetters. 2000. V. 21. P. 223–230.

Simabukuro E.A., Dyer A.F., Felippe G.M. The effect of sterilization and storage conditions on the viability of the spores of *Cyathea delgadii* // Am. Fern. J. 1998. V. 88. P. 72–80.

Wardlaw A.C. Conservation of tree Ferns ex situ // Fern Gaz. 2002. V. 16, N 6–8. P. 393.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 26–32 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 581.522:582.55 (571.55/571.551)

ОНТОГЕНЕЗ *GUELDENSTAEDTIA VERNA* (GEORGI) BORISS. (*FABACEAE*) В ЗАБАЙКАЛЬЕ

И.Ю. Селютина[1], Д.В. Санданов[2]

[1]Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: inessa1672@rambler.ru
[2]Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,
670047, Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6, e-mail: denis.sandanov@gmail.com

Изучен онтогенез и описана жизненная форма редкого восточно-азиатского вида *Gueldenstaedtia verna*. Выделены четыре периода и девять онтогенетических состояний. Продолжительность онтогенеза составляет более 35 лет. Наивысшие показатели жизненности характерны для растений, обитающих в сообществах луговых степей.

Ключевые слова: *Gueldenstaedtia verna, онтогенез, биоморфология, травянистый многолетник, моноцентрическая биоморфа, каудекс.*

THE ONTOGENY OF *GUELDENSTAEDTIA VERNA* (GEORGI) BORISS. (*FABACEAE*) IN TRANSBAIKALIA

I.Yu. Selyutina[1], D.V. Sandanov[2]

[1]Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: inessa1672@rambler.ru
[2]Institute of General and Experimental Biology, SB RAS,
670047, Ulan-Ude, Sakhyanovoi str., 6, e-mail: denis.sandanov@gmail.com

The ontogeny of *Gueldenstaedtia verna* (the rare species of Eastern Asia floristic region) was studied and the life-form of this species was described. The ontogeny duration is more than 35 years. Four periods and nine ontogenic stages are distinguished.

Key words: *Gueldenstaedtia verna, ontogeny, biomorphology, perennial herb, monocentric biomorph, caudex.*

ВВЕДЕНИЕ

Использование популяционно-онтогенетического подхода необходимо для оценки состояния видов в растительных сообществах. Именно поэтому тип онтогенеза рассматривается в качестве одного из признаков популяционной стратегии вида (Смирнова, 1980; Ценопопуляции растений, 1988; Заугольнова, 1994). Обязательным пунктом в исследовании состояния ценопопуляций редких видов растений является описание жизненной формы вида (Программа…, 1986). Вместе с тем глубокое изучение популяционной жизни растений и анализа гетерогенности их популяций невозможно без подробного описания полного онтогенеза особей или рамет (Онтогенетический атлас…, 1997).

Gueldenstaedtia verna (Georgi) Boriss. – вид с восточно-азиатским типом ареала. Распространен в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке России, а также в Северной Монголии и Китае (Растения…, 1988). В пределах России расположен северо-западный кластер ареала *G. verna*, основная часть которого находится в Китае (Zhu, 2004). А.В. Положий (2001) относит *G. verna* к плиоценовым реликтам степной флоры.

Вид внесен в ряд региональных Красных книг (Красная книга Республики Хакасия, 2002; Красная книга Красноярского края, 2005; Красная книга Еврейской автономной области, 2006; Красная книга Республики Алтай, 2007; Красная книга Приморского края, 2008; Красная книга Амурской области, 2009). В Забайкалье *G. verna* встречается более часто и поэтому онтогенез данного вида был изучен в различных фитоценозах Западного и Восточного Забайкалья. Цель нашей работы – изучение онтогенеза *G. verna* в связи с жизненной формой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Онтогенез *G. verna* изучен в различных фитоценозах на территории Забайкальского края и Республики Бурятия в 2007–2010 гг. Онтогенетические состояния выделены согласно концепции дискретного опи-

© И.Ю. Селютина, Д.В. Санданов, 2012

сания онтогенеза (Работнов, 1950; Уранов, 1975; Ценопопуляции растений, 1988). Жизненная форма (биоморфа) определена по взрослым особям среднего генеративного онтогенетического состояния (Серебряков, 1964; Серебрякова, 1972). Для оценки состояния организма (жизненности) в каждой ценопопуляции (ЦП) нами изучены размерные показатели, определяющие мощность растения. Были определены морфологические параметры у 20–25 особей средневозрастного генеративного состояния. Все морфометрические данные обработаны статистически при помощи пакета программ MS Excel. Возраст особей определяли путем подсчета листовых остатков, которые достаточно хорошо сохраняются на неразрушенных участках каудекса. Обработка геоботанических описаний проводилась с помощью пакета программ IBIS 6.0 (Зверев, 2007). Для вычисления положения каждого вида на экологических градиентах и для экологической оценки сообществ использовались стандартные экологические шкалы (Цаценкин и др., 1974). Ординация сообществ по экологическим шкалам проведена на основе 64 полных геоботанических описаний.

Краткая эколого-ценотическая характеристика мест обитания

ЦП 1 (Ниж. Цасучей) – Забайкальский край, Ононский р-н, окр. с. Нижний Цасучей, опушка Цасучеевского бора. Осоково-злаково-разнотравная степь; общее проективное покрытие травостоя (ОПП) 45 %, проективное покрытие вида (ПП) 1 %.

ЦП 2 (Единение) – Забайкальский край, Оловяннинский р-н, 3.5 км на северо-восток от с. Единение, заброшенная пашня. Злаково-разнотравная степь с *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex. Mori; ОПП – 60 %, ПП – 1 %.

ЦП 3 (Степь) – Забайкальский край, Оловяннинский р-н, окр. ж/д станции Степь, заброшенная пашня. Разнотравная степь с *Aconogonon divaricatum*; ОПП – 20 %, ПП – 2 %.

ЦП 4 (Карымское) – Забайкальский край, Карымский р-н, окр. ж/д станции Карымское. Хамеродосово-полынная степь с *Lespedeza juncea* (L.f.) Pers.; ОПП – 55 %, ПП – 3 %.

ЦП 5 (Арзгун) – Республика Бурятия, Курумканский р-н, окр. с. Арзгун. Злаково-разнотравная степь с *Thymus mongolicus* (Ronn.) Ronn.; ОПП – 70 %, ПП – 3 %.

ЦП 6 (Сахули) – Республика Бурятия, Курумканский р-н, 5 км на юг от с. Сахули. Сосняк разнотравный с *Potentilla acaulis* L.; ОПП – 15 %, ПП – 2 %.



Gueldenstaedtia verna – Гюльденштедтия весенняя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На территории Забайкалья *G. verna* большей частью встречается в составе степных фитоценозов, редко по опушкам разреженных сосновых лесов и на залежах. Проективное покрытие *G. verna* во всех местообитаниях не превышает 1–2 %, в некоторых фитоценозах отмечена крайне малая численность вида (3–5 экз.). Вид обладает слабой конкурентной способностью и вследствие этого возможна его элиминация в результате хозяйственного освоения территории, перевыпаса и увеличения рекреационной нагрузки.

Расчеты по шкалам увлажнения и богатства-засоленности почв (Цаценкин и др., 1974) показали, что *G. verna* произрастает на богатых почвах (ступени 11.5–13.5 по шкале богатства и засоленности почв) (рис. 1). По характеру увлажнения фитоценозы с участием *G. verna* занимают 10 ступеней (от 47 до 57), что соответствует сообществам с лугово-степным и сухолуговым режимами увлажнения. Крайне редко встречаются сообщества на опушках сухих сосняков (ступени 55–57 по шкале увлажнения). Таким образом, можно отметить, что изучаемый вид является мезоэутрофом и мезоксерофитом. Выпас в изученных местообитаниях слабый (ступени 3.5–4.5 по шкале пастбищной дигрессии).

В большинстве случаев *G. verna* входит в состав степных фитоценозов, высота травяного покрова которых в среднем составляет 25–30 см и не превышает

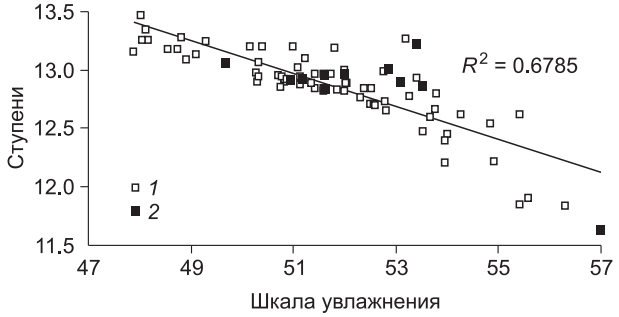


Рис. 1. Ординация сообществ с участием *Gueldenstaedtia verna* по факторам увлажнения (ось абсцисс) и богатства-засоленности (ось ординат) почв:

1 – все описания с участием *G. verna*; *2* – изученные ценопопуляции. Обозначения ценопопуляций см. в тексте.

50–60 см, а проективное покрытие травостоя – 30–40 %. Наиболее встречаемыми видами в данных фитоценозах являются *Koeleria cristata* (L.) Pers, *Bupleurum scorzonerifolium* Willd., *Pulsatilla turczaninowii* Kryl. et Serg., *Schizonepeta multifida* (L.) Briq., *Poa botryoides* Trin. ex Griseb., *Carex pediformis* C.A. Mey, *Veronica incana* L., *Cleistogenes squarrosa* (Trin.) et Keng, *Potentilla acaulis*. В травостое часто доминируют *Poa botryoides*, *Lespedeza juncea*, *Carex pediformis*, *Cleistogenes squarrosa*. Изученные сообщества с участием *G. verna* относятся к сухостепному и лугово-степному экоценоэлементам, выделенным А.Ю. Королюком и Б.Б. Намзаловым (1999).

Из исследованных степных фитоценозов с участием *G. verna* фитоценотический оптимум отмечен на довольно богатых почвах (ступени 12.5–13 богатства и засоленности почвы), с лугово-степным увлажнением (ступени 50–53) (см. рис. 1). Изученные нами ЦП были представлены разными фитоценозами: сообщества луговых степей (шкала увлажнения 50–52 – ЦП Сахули, Нижний Цасучей, Арзгун) и сегетальные сообщества (шкала увлажнения 52–54, богатства–засоленности 13–13.5 – ЦП Степь, Карымское, Единение). Для сегетальных сообществ характерны более высокие показатели увлажнения и богатства–засоленности почв (см. рис. 1).

Gueldenstaedtia verna – стержнекорневой поликарпический травянистый гемикриптофит с маловетвистым погруженным каудексом.

Побеговая система представлена над- и подземными побегами. Надземные побеги у взрослых особей двух типов – розеточные вегетативные (главный и боковые) и пазушные – удлиненные генеративные. Вегетативные розеточные побеги полициклические с неопределенно долго функционирующей верхушечной почкой и моноподиальным нарастанием. Листья сложные, непарноперистые, с 3–8 парами листочков. Листочки продолговатые, 1.5–3.2 см дл. и 0.3–0.9 см шир., верхняя поверхность которых негусто опушена отстоящими белыми волосками, нижняя – густоопушенная. Генеративные побеги монокарпические, безлистные, беловолосистые; пазушные – тонкие с пурпурово-фиолетовыми цветками, собранными по 2–4 в укороченные верхушечные кисти. Цветоносы сохраняются в течение некоторого времени после опадания цветков или плодов.

Подземная часть побеговой системы взрослых особей – простой или маловетвистый погруженный каудекс. На главах каудекса находятся спящие почки, а также остатки отмерших листьев. Корневая система представлена утолщенным, слабоветвящимся главным корнем конусовидной формы с сильно развитой запасающей паренхимой. В базальной части корня видны поперечные складки поверхностных тканей, свидетельствующие о его контрактильной деятельности, в результате которой каудекс постоянно оказывается погруженным в почву.

Стержнекорневые многоглавые травянистые многолетники с поликарпическими побегами розеточного типа являются биоморфами моноцентрического типа, не способными к вегетативному размножению, возобновление осуществляется только семенным путем.

Для выделения онтогенетических состояний мы использовали следующие признаки: наличие семядолей, строение листьев и их число, утолщение корня и образование каудекса, соотношение процессов нарастания и разрушения в каудексе, число вегетативных и генеративных побегов.

Онтогенез *G. verna* включает в себя четыре периода: латентный, прегенеративный, генеративный и постгенеративный и девять онтогенетических состояний (см. рис. 1).

Латентный период. Размножение у *G. verna* исключительно семенное. Плод – одногнездный узкоовальный боб 15–28 мм дл. и 3 мм шир., содержит до 25 семян и более. Бобы растрескиваются после полного созревания семян в конце июня–начале июля. Семена округло-почковидные, оливково-зеленого цвета, с ямчатой поверхностью, длина семени – 1.5–1.7 мм; ширина – 1.4–1.5 мм. Семена осыпаются в непосредственной близости от материнского растения (10–20 см) и начинают прорастать после зимнего периода покоя на следующий год в конце мая–июне. В лабораторных условиях после 2 лет хранения при комнатной температуре семена проросли на 5-й день. Всхожесть стратифицированных семян составила 65.5 %, нестратифицированных – 10.3 %.

Прегенеративный период. Проростки – небольшие растения до 2 см выс. с гипокотилем до 1 см и главным корнем до 5 см дл. (рис. 2). Семядоли 2–3 мм дл. и 0.5–1.2 мм шир., продолговатой формы, сросшиеся при основании. В процессе роста семядоли становятся тоньше и достигают размеров: длина – 5–6 мм, ширина – 2–3 мм. Первичный побег ортотропный, розеточный. Первые настоящие листья простые (от одного до трех), растут вертикально или косо вверх, длинночерешковые, 1.2–3.3 см длиной. Листовые

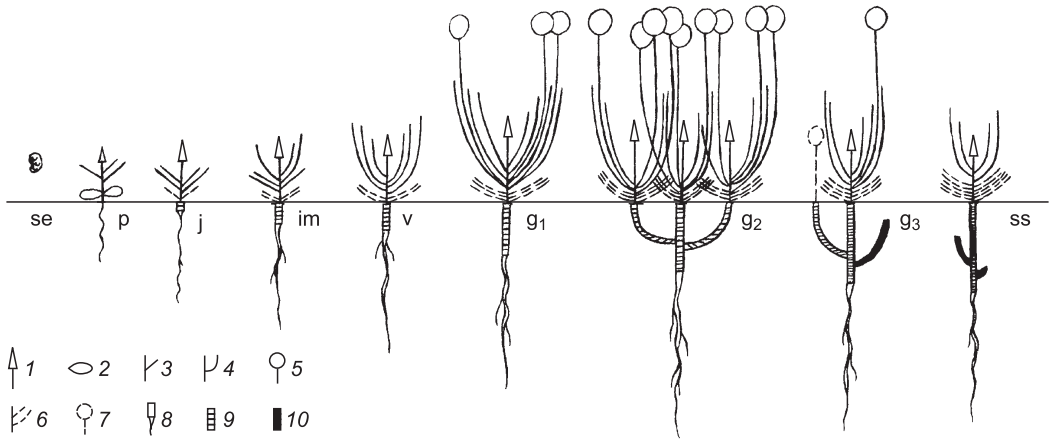


Рис. 2. Схема онтогенеза *Geuldenstaedtia verna*:

se – семя, p – проросток, j – ювенильная особь, im – имматурная, v – виргинильная, g_1 – молодая генеративная, g_2 – средневозрастная генеративная, g_3 – стареющая генеративная, ss – субсенильная.

1 – верхушечная почка; *2* – семядольный лист; *3* – простой лист; *4* – непарно-перистосложный лист; *5* – соцветие; *6* – отмершие листья; *7* – отмерший вегетативно-генеративный побег; *8* – корень живой; *9* – приросты годичные; *10* – отмершая глава каудекса.

пластинки их продолговато-ланцетные, с острой верхушкой и ровным краем на длинном черешке (0.8–2.6 см). Терминальная почка прикрыта основаниями листьев и прилистниками.

В ювенильное состояние растения переходят в год прорастания семян после отмирания семядольных листьев и находятся в нем 1–3 года (табл. 1). Ювенильные особи представляют собой моноподиально-розеточно-стержнекорневые растения. Они имеют один розеточный побег с 1–3 (4) длинночерешковыми простыми листьями с листовой пластинкой продолговато-ланцетной формы. Длина листа 4–9.7 см, длина листовой пластинки в 4–5 раз превышает ее ширину. Нижняя сторона листовой пластинки, прилистники и черешок опушены. К концу вегетационного периода листовые пластинки обламываются (опадают), а опушенные черешки листьев с прилистниками, налегающие друг на друга, предохраняют почки от высыхания летом и вымерзания зимой. Осевая часть побега за счет контрактильной деятельности корня втягивается в почву. Главный корень углубляется в почву до 10–15 см, слабо ветвится, образуются тонкие боковые корни I порядка. Диаметр главного корня у основания составляет около 0.1 см.

В имматурное онтогенетическое состояние растения переходят на 2–4 год жизни. Имматурные особи имеют один розеточный побег с 2–6 простыми и(или) непарно-перистосложными (двух-, трех- и четырехпарными) листьями до 10.5 см дл. Побег нарастает моноподиально. Основание побега окружено остатками листьев прежних лет. Верхняя часть гипокотиля утолщается и вместе с базальной частью побега, где находятся почки возобновления, формирующиеся в пазухах листьев, входят в состав молодого каудекса, диаметр которого 0.2–0.3 см. Корень заметно утолщается, его диаметр составляет 0.2–0.3 см.

На 3–5 год жизни растения переходят в виргинильное онтогенетическое состояние. Виргинильные растения имеют один розеточный моноподиально нарастающий побег с хорошо развитой многолетней стеблевой частью – каудексом с запасом почек. Каудекс постепенно втягивается в почву и утолщается до 0.8 см. Корень также утолщается и достигает диаметра 0.6 см, следы контрактильности на нем заметны по наличию поперечных складок. На побеге формируются 2–6 непарно-перистосложных листьев взрослого типа с 3–7 парами листочков ланцетной формы на длинных черешках. Растения виргинильного онтогенетического состояния представляют собой моноподиально-розеточно-стержнекорневые растения с одноглавым простым каудексом.

Общая продолжительность прегенеративного периода составляет 3–8 лет.

Генеративный период. На 4-й–9-й год большинство растений переходят в репродуктивное состояние. Надземная часть молодых генеративных растений представлена одним ортотропным розеточным вегетативно-генеративным побегом. Пазушные почки средних и нижних метамеров побега трогаются в рост и образуют безлистные генеративные побеги, которые заканчиваются зонтиковидными соцветиями с 2–3 цветками. На растении образуется 1–3 генеративных побега. Вегетативная часть побега несет 3–7 непарно-перистосложных листьев взрослого типа с 4–8 парами листочков. Молодые генеративные растения имеют хорошо развитый одноглавый каудекс. Диаметр каудекса составляет 0.4–0.7 см, он погружается в почву на 2–3 см за счет контрактильной деятельности корня. Абсолютный возраст молодых генеративных растений от 4 до 15 лет.

Средневозрастные генеративные растения достигают наибольшего развития. В начале этого состояния

Таблица 1

Морфологическая характеристика особей разных возрастных состояний *Gueldenstaedtia verna*

Возрастное состояние	Высота растения, см	Диаметр каудекса, см	Число генеративных побегов	Число вегетативных побегов	Число листьев на побег	Длина листа с черешком, см	Длина листочка, см	Ширина листочка, см	Число пар листочков	Число цветков на побег	Число бобов на побег
Прегенеративный период											
j*	7.01 ± 0.71	0.13 ± 0.03	–	1	2.75 ± 0.25	5.78 ± 0.44	1.26 ± 0.14	0.34 ± 0.03	Простые листья	–	–
im	8.42 ± 0.55	0.23 ± 0.02	–	1	3.62 ± 0.27	7.43 ± 0.34	1.18 ± 0.06	0.30 ± 0.01	Тройчатые	–	–
v	14.64 ± 0.60	0.41 ± 0.05	–	1.17 ± 0.17	4.33 ± 0.31	12.58 ± 0.51	1.65 ± 0.05	0.37 ± 0.1	5.00 ± 0.23	–	–
Генеративный период											
g_1	16.21 ± 0.8	0.52 ± 0.03	1.78 ± 0.22	1.78 ± 0.22	4.89 ± 0.39	13.49 ± 0.5	1.81 ± 0.11	0.39 ± 0.02	5.44 ± 0.23	2.11 ± 0.11	1.89 ± 0.11
g_2	17.65 ± 0.64	1.48 ± 0.10	3.39 ± 0.23	1.98 ± 0.16	6.86 ± 0.32	14.95 ± 0.47	1.95 ± 0.06	0.48 ± 0.02	6.19 ± 0.11	2.53 ± 0.08	1.74 ± 0.12
g_3	15.29 ± 1.05	0.94 ± 0.11	1.25 ± 0.25	1.57 ± 0.20	3.64 ± 0.49	13.76 ± 0.81	1.78 ± 0.13	0.43 ± 0.03	5.15 ± 0.36	2.4 ± 0.24	2
Постгенеративный период											
ss	12.33 ± 0.33	1.08 ± 0.08	–	1	4.2 ± 0.49	11.36 ± 0.69	1.58 ± 0.07	0.32 ± 0.02	5.25 ± 0.75	–	–

* Пояснения см. рис. 2.

Таблица 2

Морфологические параметры средневозрастных генеративных (g_2) растений в разных ценопопуляциях

Морфологические признаки	Ценопопуляции					
	Ниж. Цасучей	Единение	Степь	Карымское	Арзгун	Сахули
Высота растения, см	18.61 ± 1.45	17.67 ± 0.70	13.06 ± 0.80	16.8 ± 0.84	21.12 ± 0.59	19.89 ± 0.46
Диаметр каудекса, см	1.00 ± 0.15	1.06 ± 0.12	1.23 ± 0.42	1.38 ± 0.13	1.7 ± 0.11	1.44 ± 0.11
Число генеративных побегов	2.00 ± 0.37	2.38 ± 0.27	2.64 ± 0.29	4.60 ± 0.31	3.86 ± 0.43	4.33 ± 0.45
Число вегетативных побегов	1.67 ± 0.33	2.87 ± 0.55	1.50 ± 0.22	1.90 ± 0.41	2.36 ± 0.17	2.53 ± 0.27
Число листьев	6.23 ± 0.53	3.90 ± 0.34	5.79 ± 0.53	9.10 ± 0.62	6.71 ± 0.34	6.00 ± 0.42
Длина листа, см	14.72 ± 1.42	15.38 ± 0.71	12.07 ± 0.53	13.26 ± 0.91	18.14 ± 0.53	15.54 ± 0.44
Длина листочка, см	1.89 ± 0.20	1.65 ± 0.09	1.85 ± 0.11	1.78 ± 0.12	2.14 ± 0.08	2.08 ± 0.07
Ширина листочка, см	0.45 ± 0.04	0.44 ± 0.02	0.39 ± 0.02	0.46 ± 0.02	0.58 ± 0.03	0.61 ± 0.02
Число цветков в соцветии	2.83 ± 0.31	2.97 ± 0.14	1.95 ± 0.15	2.45 ± 0.11	2.85 ± 0.11	2.97 ± 0.08
Число бобов	1.25 ± 0.48	2.41 ± 0.18	1.35 ± 0.13	2.25 ± 0.16	1.6 ± 0.24	–

трогаются в рост пазушные почки, формирующие боковые розеточные побеги (от 2 до 8), нарастающие также моноподиально. Генеративных побегов – 3–7. Листья взрослого типа (от 3–5 на годичном побеге) непарно-перистосложные, с 4–8 парами листочков. Каудекс маловетвистый (2–3 главы, редко 4). Диаметр каудекса – 0.7–2.5 см. Главный корень достигает максимального развития, его диаметр составляет 0.8–1.2 см. Абсолютный возраст – 15–30 лет.

В возрасте 25–30 лет растения переходят в старое генеративное состояние. Каудекс обычно представлен 1–2 каудикулами (остальные каудикулы отмирают), его диаметр составляет 0.6–1.3 см. На каудексе появляются мертвые участки и полости, полной партикуляции нет. Вегетативных розеточных моноподиально нарастающих побегов – 1–2. Как правило, формируется один генеративный побег, очень редко два. Листья непарно-перистосложные взрослого типа с 3–7 парами листочков. Абсолютный возраст примерно от 25 до 32 лет.

В постгенеративном периоде *G. verna* быстро стареет. Субсенильные особи не имеют генеративных побегов. Они формируют один вегетативный розеточный побег с 3–6-парными листьями взрослого и(или) сенильного типа. Особи этого онтогенетического состояния представляют собой растения с одноглавым моноподиально нарастающим каудексом. Каудекс и главный корень имеют мертвые участки и полости, отмершие главы каудекса частично сохраняются. В течение 1–3 лет растения полностью отмирают, абсолютный возраст субсенильных особей составляет 26–35 лет. В большинстве ценопопуляций субсенильные особи отсутствуют.

Сенильные растения не обнаружены. Отсутствие особей сенильного состояния, по-видимому, связано с быстрой элиминацией растений в постгенеративном периоде, о чем свидетельствует малая доля особей субсенильного состояния в ценопопуляциях.

Таким образом, онтогенез *G. verna* простой, неполный (p-ss), в различных местообитаниях остается неизменным, но вместе с тем наблюдается размерная поливариантность особей различных онтогенетических состояний. Наиболее заметно различаются особи средневозрастного генеративного состояния (табл. 2). Анализ морфометрических данных в шести ЦП показал, что максимальной мощностью обладают среднегенеративные растения в злаково-разнотравной степи с *Thymus mongolicus* (ЦП Арзгун) и в сосняке разнотравном с *Potentilla acaulis* (ЦП Сахули). Растения минимального размера и мощности росли в осоково-злаково-разнотравной степи (ЦП Нижний Цасучей) и в разнотравной степи с *Aconogonon divaricatum* (ЦП Степь). Средние значения изученных признаков наблюдались у растений из хамеродосово-полынной степи с *Lespedeza juncea* (ЦП Карымское) и злаково-разнотравной степи с *Aconogonon divaricatum* (ЦП Единение).

Морфологические параметры, характеризующие мощность растений, достигают максимальных значений в сообществах луговых степей с меньшим оптимумом увлажнения. Для особей *G. verna* в сегетальных сообществах свойственны средние и низкие показатели мощности растений.

ВЫВОДЫ

Вид *G. verna* относится к типу моноцентрических каудексообразующих биоморф. Онтогенез изученного вида – простой, неполный, включает четыре периода и девять онтогенетических состояний. Средняя продолжительность онтогенеза вида около 35 лет. Размерные показатели, характеризующие мощность растений, зависят от эколого-ценотических условий обитания. Так, наибольшей мощностью обладают растения, обитающие в сообществах луговых степей.

ЛИТЕРАТУРА

Заугольнова Л.Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: Автореф. дис. … д-ра биол. наук. СПб., 1994. 70 с.

Зверев А.А. Информационные технологии в исследовании растительного покрова. Томск, 2007. 304 с.

Королюк А.Ю., Намзалов Б.Б. Эколого-ценотические элементы степной флоры гор Южной Сибири // Сиб. экол. журн. 1999. № 5. С. 495–500.

Красная книга Амурской области. Благовещенск, 2009. 444 с.

Красная книга Еврейской автономной области. Новосибирск, 2006. 247 с.

Красная книга Красноярского края. Растения и грибы. Красноярск, 2005. 368 с.

Красная книга Республики Алтай (растения). Горно-Алтайск, 2007. 271 с.

Красная книга Республика Хакасия. Новосибирск, 2002. 264 с.

Красная книга Приморского края. Владивосток, 2008. 688 с.

Онтогенетический атлас лекарственных растений. Йошкар-Ола, 1997. Т. 1. 239 с.

Положий А.В. К познанию генезиса степной флоры на юге Приенисейской Сибири // Krylovia. 2001. № 2. С. 58–62.

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

Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 3. Геоботаника. М.; Л., 1950. С. 176.

Растения Центральной Азии / Отв. ред. В.И. Грубов. Л., 1988. Вып. 8а. С. 44–45.

Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. Т. 3. Л., 1964. С. 146–208.

Серебрякова Т.И. Учение о жизненных формах на современном этапе // Итоги науки и техники. Сер. Ботаника. ВИНИТИ. М., 1972. Т. 1. С. 84–169.

Смирнова О.В. Поведение видов и функциональная организация травяного покрова широколиственных лесов европейской части СССР // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1980. Т. 85, вып. 5. С. 53–67.

Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. 1975. № 2. С. 7–34.

Цаценкин И.А., Дмитриева С.И., Беляева Н.В., Савченко И.В. Методические указания по экологической оценке кормовых угодий лесостепной и степной зон Сибири по растительному покрову. М., 1974. 247 с.

Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). М., 1988. 84 с.

Zhu X.-Y. A revision of the genus *Gueldenstaedtia* (*Fabaceae*) // Ann. Bot. Fennici. 2004. V. 41. P. 283–291.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 33–38 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 581.41:581.19:582.736

СРАВНИТЕЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И ХЕМОТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВИДОВ СЕКЦИИ *ONOBRYCHIUM* РОДА *ASTRAGALUS* (*FABACEAE*)

О.В. Коцупий, Е.П. Храмова, Г.И. Высочина

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: olnevaster@gmail.com, khramova@ngs.ru

Изучен комплекс морфологических, географических и биохимических признаков видов секции *Onobrychium* Bunge рода *Astragalus* L. – *A. adsurgens* Pallas, *A. austrosibiricus* Schischkin, *A. inopinatus* Boriss. и *A. onobrychis* L. Исследованы корреляционные связи признаков – длина прицветников, длина трубки чашечки, длина зубцов чашечки, длина флага, ширина флага и соотношение содержания кверцетина к сумме агликонов – кемпферола, изорамнетина, рамноцитрина. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) у *A. austrosibiricus*, *A. inopinatus* и *A. onobrychis* обнаружено четыре агликона флавонолов – кверцетин, кемпферол, изорамнетин и минорное количество рамноцитрина; у *A. adsurgens* – только два агликона (кверцетин и кемпферол). На существенное отличие *A. adsurgens* от изученных видов секции указывает и соотношение этих агликонов, которое коррелирует с морфологическими признаками (короткими прицветниками и зубцами чашечки). Между диагностическими признаками *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* связь слабая, недостоверная, отличий в соотношении агликонов не обнаружено. *A. onobrychis* имеет четкие морфологические и географические отличия и свойственное только ему соотношение агликонов.

Ключевые слова: *морфология, ареал, хемотаксономия, агликоны флавонолов, Astragalus L.*

COMPARATIVE-MORPHOLOGICAL AND CHEMOTAXONOMIC STUDY OF THE *ASTRAGALUS* SPECIES OF THE SECTION *ONOBRYCHIUM* (*FABACEAE*)

O.V. Kotsupiy, E.P. Khramova, G.I. Vysochina

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: olnevaster@gmail.com, khramova@ ngs.ru

Morphology, areas, composition and content of the flavonoid aglycons have been studied in *A. adsurgens* Pallas, *A. austrosibiricus* Schischkin, *A. inopinatus* Boriss. and *A. onobrychis* L. of the section *Onobrychium* Bunge of the genus *Astragalus* L. Quercetin and kaempferol were found in composition of the aglycons in *A. adsurgens*; quercetin, kaempferol, isorhamnetin and rhamnocitrin – in the other species of the section. The ratio quercetin/kaempferol in *A. adsurgens* correlates with diagnostic characters – short bracts and teeth of the calyx. In *A. austrosibiricus* and *A. inopinatus* correlation between of their diagnostic characters is weak, there are no in the composition of the flavonoid aglycons and quantitative relationship. *A. onobrychis* has an aglycon ratio distinct from other species and clear-cut morphological characters.

Key words: *morphology, areas, chemotaxonomy, aglycons of flavonol, Astragalus L.*

ВВЕДЕНИЕ

Один из крупнейших родов цветковых растений семейства *Fabaceae* Lindl. – род *Astragalus* L. – отличается полиморфизмом и экологической пластичностью, что создает проблемы в таксономии рода.

Секция *Onobrychium* Bunge – древне-средиземноморская, на территории Сибири произрастает шесть видов (Никифорова, 2005). А.В. Положий (1964) рассматривает виды ряда Sibirici Boriss. (*A. adsurgens* Pallas, *A. austrosibiricus* Schischkin, *A. inopinatus* Boriss.) как один вид *A. adsurgens* с широким монголо-сибирским ареалом. М.Г. Попов (1957) выделяет последний в качестве вида, а *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* в качестве подвидов. Г.А. Пешкова (1979), С.Н. Выдрина (1994) и Г.П. Яковлев с соавторами (Yakovlev et al., 1996) признают рассматриваемые виды самостоятельными.

При выборе биохимических соединений для целей хемотаксономии необходимо знать, на каком систематическом уровне данные вещества могут быть полезны в качестве маркеров. Большую прогностическую ценность представляют продукты вторичного метаболизма – алкалоиды, флавоноиды, терпеноиды и др., содержание и интенсивность биосинтеза которых у разных видов более специфичны по сравнению с продуктами первичного обмена. В хемосистематике цветковых чаще всего используют флавоноиды, кото-

© О.В. Коцупий, Е.П. Храмова, Г.И. Высочина, 2012

рые легко выделяются и химически стабильны, а их содержание часто коррелирует с определенными морфологическими изменениями (Лесная энциклопедия, 1986). Ранее установлено, что агликоны флавоноидов специфичны на уровне родов и секций, а гликозиды – на уровне видов (Высочина, 1969, 1999, 2004). На примере растений рода *Astragalus* нами показано, что независимо от фаз развития, эколого-географических условий агликоны флавоноидов имеют постоянный для вида состав (Сиднева, 2005).

В листьях *A. adsurgens*, *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* найдены кверцетин, кемпферол и изорамнетин (Кадырова, 1989). По данным других исследователей, в надземной части растений *A. adsurgens* и *A. austrosibiricus* содержатся гликозиды изорамнетина и кемпферола (Комиссаренко, Полякова, 1987). В надземной части *A. inopinatus* обнаружен апигенин (Gromova et al., 2001). Из хемотаксономических работ известно исследование Р.Б. Кадыровой (1989): в гидролизатах экстрактов из листьев растений *A. adsurgens* из Тувы, *A. austrosibiricus* с Алтая и из Хакасии, *A. inopinatus* из Якутии и *A. marinus* Boriss. из Приморского края ею было определено соотношение агликонов флавоноидов и получены спектры энзимограмм эстеразы и малатдегидрогиназы. У *A. adsurgens* обнаружено высокое содержание кверцетина, у трех других видов – высокое содержание изорамнетина по сравнению с кверцетином. *A. adsurgens* отличается от *A. austrosibiricus* спектром энзимограмм эстеразы и малатдегидрогиназы, *A. inopinatus* по этому признаку оказался ближе к *A. adsurgens*.

Цель настоящей работы – изучение морфологической, географической и биохимической дифференциации у видов секции *Onobrychium* рода *Astragalus*, произрастающих в Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на материале, собранном в фазах цветения в 2000–2002, 2005 гг. на территории Забайкальского края, Республики Алтай и Новосибирской области. Использовали также материалы Гербария им. М.Г. Попова Центрального сибирского ботанического сада (г. Новосибирск) (NS).

Состав и содержание агликонов флавоноидов исследованы в 25 образцах 4 видов секции *Onobrychium*: *A. adsurgens*, *A. austrosibiricus*, *A. inopinatus*, *A. onobrychis*. Для корреляционного анализа выбрано шесть признаков – длина прицветников, трубки чашечки, зубцов чашечки, флага, ширина флага и соотношение содержания кверцетина к сумме агликонов – кемпферола, изорамнетина, рамноцитрина.

Состав и содержание агликонов флавонолов, образующихся после кислотного гидролиза гликозидов, анализировали с помощью метода обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ). Анализ проводили на аналитической ВЭЖХ-системе, состоящей из жидкостного хроматографа "Agilent 1100" с УФ-спектрофотометрическим детектором и системы для сбора и обработки хроматографических данных (Германия). Условия хроматографирования и методика анализа подробно приведены в работе Е.П. Храмовой, Е.К. Комаревцевой (2008). В качестве метчиков использовали стандартные образцы кверцетина и кемпферола производства фирмы "Fluka", а также образцы рамноцитрина и изорамнетина, ранее выделенные из *A. membranaceus* и идентифицированные по результатам хроматографического анализа и данным УФ-спектроскопии О.В. Сидневой (Коцупий) (2004). Анализ каждого образца проводили в двухкратной повторности. Относительная ошибка выборочной средней составляет 2–3 %.

Использовали также методы хроматографии на бумаге и УФ-спектроскопии (Клышев и др., 1978; Высочина и др., 1987; Mabry et al., 1970).

Корреляционный анализ проведен при помощи стандартной программы STATISTICA (v. 5.5). С использованием шкалы, приведенной в работе Г.Ф. Лакина (1980), были выделены следующие степени корреляционной связи в зависимости от коэффициента корреляции Пирсона: слабая, умеренная, значительная, тесная, очень тесная.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По материалам С.Н. Выдриной (1994) и собственным данным определены диагностические признаки морфологической структуры цветка (табл. 1). *A. adsurgens* отличается короткими прицветниками, чашечкой и ее зубцами, имеет красно-фиолетовый, пурпуровый венчик. Виды *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* отличимы по размеру флага венчика (у *A. austrosibiricus* флаг немного длиннее и шире) и по цвету венчика – у *A. austrosibiricus* он фиолетовых тонов, редко белый, у *A. inopinatus* – грязно-белый, с фиолетовым тоном. *A. onobrychis* L. имеет длинный флаг, который в верхней части сужен, в отличие от обратнояйцевидной пластинки флага остальных видов секции.

Ареалогическая характеристика *A. adsurgens*, *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* дана по данным Г.А. Пешковой (2001) (см. табл. 1), распространение видов описано по данным С.Н. Выдриной (1994).

Восточно-азиатский вид *A. adsurgens* распространен в Монголии, Средней и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке, в Северо-Восточном Китае, на Корейском п-ове, в Японии. В Сибири произрастает в Хакасии и Туве, далее его дизъюнктивный ареал простирается от юго-западного побережья оз. Байкал через долину р. Селенга до юга Забайкальского края включительно.

Таблица 1

Морфологические и географические отличия видов *A. adsurgens*, *A. austrosibiricus*, *A. inopinatus* и *A. onobrychis*, по С.Н. Выдриной (1994)

Признак	*A. adsurgens*	*A. austrosibiricus*	*A. inopinatus*	*A. onobrychis*
Форма пластинки флага	Обратнояйцевидная, в верхней части несуженная			Ромбическая, в верхней части суженная
Форма прицветников, соотношение с размерами чашечки	Короче чашечки, у нижних цветков достигают только ее основания	Ланцетно-линейные, равны трубке чашечки или в 1.5 (2) раза короче		
Длина чашечки, мм	5–6 (7)	7–8		6–9
Длина зубцов чашечки, мм	В 1.5–3.5 раза короче трубки (в 3–5)	½ длины трубки или меньше		4, ½ длины трубки или равны
Цвет венчика	Красно-фиолетовый, пурпуровый	Фиолетовых тонов, редко белый	Грязно-белый, с фиолетовым тоном	Лилово-пурпурный
		Желтеющий при сушке		
Длина, ширина флага венчика, мм	До 15	14–16, 6–7	13–15, 4–5 (6)	(13) 16–28
Ареал	Восточно-азиатский	Южно-сибирский и монгольский	Североазиатский	Евразийский

Вид *A. austrosibiricus* распространен в Казахстане и Северной Монголии, на территории России произрастает в Кемеровской области, Алтайском крае и Республике Алтай, далее на восток – в Хакасии и Туве, поднимаясь до верховья Енисея, менее часто встречается в Иркутской области, в Бурятии – по западному и южному побережью оз. Байкал, в Забайкалье отмечен лишь в окрестностях станции Чара.

Североазиатский *A. inopinatus* на территории России имеет основной ареал в Прибайкалье (Иркутская область, Бурятия) и Забайкалье (север Забайкальского края), в Якутии (кроме Колымы и нижнего течения р. Лены) и на Дальнем Востоке, также распространен в Туве, точечно – в Красноярском крае (Тунгусский флористический район). Кроме России встречается в Северной Монголии.

Таким образом, ареалы трех описываемых видов пересекаются на южном и юго-западном побережье оз. Байкал. Кроме того, *A. adsurgens* и *A. austrosibiricus* совместно произрастают в Хакасии и Туве, *A. adsurgens* и *A. inopinatus* – по р. Селенга в Бурятии, *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* – на севере Забайкальского края (окр. с. Чара). Ареал евразийского *A. onobrychis* достаточно обособлен от ареалов этих трех видов. На российской территории вид произрастает на юге Западной Сибири – юге Тюменской, в Курганской, Омской, Новосибирской областях, а также в Алтайском крае и западной части Горного Алтая, где пересекается с ареалом *A. austrosibiricus*.

По данным ВЭЖХ и хроматографии на бумаге, в гидролизатах трех видов секции *Onobrychium* – *A. austrosibiricus*, *A. inopinatus* и *A. onobrychis* – нами обнаружены флавонолы: кверцетин, кемпферол, изорамнетин и рамноцитрин (минорное количество), у *A. adsurgens* – кверцетин и кемпферол. Последний вид также отличает и высокое содержание кверцетина, что по отношению к содержанию кемпферола составляет 1:0.05–1:0.06 (табл. 2). У *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* преобладают кверцетин или изорамнетин. Соотношение кверцетина к сумме остальных агликонов у этих видов не таксоноспецифично. Так, у двух образцов *A. austrosibiricus* из Горного Алтая с четкими морфологическими признаками соотношение кверцетина к сумме остальных агликонов (кемпферолу, изорамнетину и рамноцитрину) составило 1:2.9 и 1:9.0. У образцов, отнесенных по морфологии и ареалу к *A. inopinatus*, вышеуказанное соотношение составило 1:0.8–1:6.0. Образцы с переходными между *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* морфологическими признаками имеют соотношение 1:0.6 и 1:2.6 (о. Большой Ушканий на Байкале и хр. Удокан соответственно; из перекрывающихся частей ареалов этих видов), 1:4.5 (Новосибирская область, окр. пос. Юрты, из ареала *A. austrosibiricus*). У двух изученных образцов *A. onobrychis* соотношение кверцетина к сумме остальных агликонов составило 1:4.8 и 1:2.0, преобладают кемпферол либо изорамнетин, содержание изорамнетина больше, чем кверцетина (см. табл. 2).

Для выяснения роли биохимических признаков в видовой дифференциации изученных таксонов был проведен корреляционный анализ (табл. 3).

Значимые коэффициенты корреляции свидетельствуют об обратной связи количественного биохимического признака с длиной прицветников и длиной зубцов чашечки (r = –0.62 и –0.49 соответственно). Из изученных таксонов такая корреляция указывает на диагностические признаки *A. adsurgens* (короткие прицветники и зубцы чашечки) и четкие отличия от других видов по составу и содержанию агликонов. Из морфологических признаков, коррелирующих между собой, достоверно значима прямая связь длины прицветников с длиной трубки чашечки (r = 0.57), что

Таблица 2

Содержание агликонов флавонолов в листьях видов секции *Onobrychium* рода *Astragalus* (в % от массы абсолютно сухого сырья)

Вид	Место сбора	Кверцетин	Кемпферол	Рамноцитрин	Изорамнетин
A. adsurgens	Забайкальский край, окр. с. Могзон, березово-лиственничный лес, у дороги	0.44	0.02	Н. о.*	Н. о.
	Забайкальский край, побережье оз. Ножий, степь	0.63	0.03	Н. о.	Н. о.
	Бурятия, оз. Малое Еравное	0.76	0.04	Н. о.	Н. о.
	Иркутская обл., истоки р. Малая Белая, на опушке соснового леса	1.04	0.06	Н. о.	Н. о.
A. austrosibiricus	Республика Алтай, окр. пос. Язула, разнотравный луг на южном склоне	0.07	0.01	0.03	0.16
	Республика Алтай, верховье р. Башкаус, поляна в лиственничном лесу	0.01	0.01	0.01	0.07
A. austrosibiricus?	Иркутская обл., оз. Байкал, юго-восточная часть о. Бол. Ушканий, степная марена	0.44	0.02	0.01	0.25
	Забайкальский край, хр. Удокан, левобережная терраса р. Калар, лиственничный лес	0.07	0.01	0.03	0.14
	Новосибирская область, окр. пос. Юрты, мелкотравно-типчаковая степь	0.06	0.01	0.03	0.23
A. inopinatus	Иркутская обл., долина р. Лены, окр. д. Макарово, остепненная опушка леса	0.37	0.04	0.01	0.29
	Иркутская обл., окр. пос. Введенщина, пойма р. Иркут, на песке	0.09	0.03	0.01	0.17
	Иркутская обл., окр. с. Тугутуй, степь	0.20	0.02	0.01	0.16
	Иркутская обл., правый берег р. Урика, окр. д. Шанхар, на вырубке соснового леса	0.09	0.03	0.01	0.22
	Иркутская обл., окр. пос. Большие Коты, редкий сосновый лес	0.19	0.02	Н. о.	0.13
	Иркутская обл., правый берег р. Витим, юго-западный скалистый склон к реке	0.02	0.01	0.02	0.10
	Иркутская обл., улус Ланхой, юго-восточный склон, залежь	0.12	0.02	0.01	0.12
	Иркутская обл., юго-восточный берег оз. Байкал, песчаная пойма р. Слюдянка	0.15	0.02	0.01	0.20
	Бурятия, Муйская долина, окр. пос. Таксимо, на опушке леса	0.06	0.01	0.01	0.28
	Бурятия, Байкальский хребет, окр. с. Байкальское, мыс Лударь	0.20	0.03	0.01	0.35
	Иркутская обл., долина р. Лены, окр. д. Козлово, кустарник на склоне	0.09	0.03	0.01	0.14
	Иркутская обл., окр. д. Кукукут, опушка леса	0.12	0.02	0.01	0.08
	Бурятия, хр. Баргузинский, р. Ина – приток р. Баргузин, первая степная терраса	0.08	0.03	0.01	0.44
	Иркутская обл., окр. г. Бодайбо, нижняя луговая часть южного склона горы	0.17	0.01	0.01	0.20
A. onobrychis	Новосибирская обл., окр. с. Решеты, злаково-полынная степь	0.04	0.08	Сл.**	0.06
	НСО, окр. с. Шилово-Курья, разнотравная степь	0.10	0.08	Сл.	0.12

* Н.о. – вещество не обнаружено.
** Сл. – следы.

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между морфолого-биохимическими признаками для *A. adsurgens, A. austrosibiricus, A. inopinatus* и *A. onobrychis*, *n* = 25

Параметры		Длина, мм			Ширина флага, мм	Содержание кверцетина/содержание остальных агликонов, %
		трубки чашечки	зубцов чашечки	флага		
Длина, мм	прицветников	0.57**	0.37	0.17	–0.01	–0.62***
	трубки чашечки	–	0.12	0.11	0.16	–0.14
	зубцов чашечки	–	–	0.42*	0.17	–0.49**
	флага	–	–	–	0.32	–0.10
Ширина флага, мм		–	–	–	–	0.15

* Достоверность на 5%-м уровне значимости.
** Достоверность на 1%-м уровне значимости.
*** Достоверность на 0.1%-м уровне значимости.

подтверждает морфологические диагностические отличия *A. adsurgens* от *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus*. Между длиной и шириной флага венчика (диагностического признака для последних двух видов) связь слабая, недостоверная ($r = 0.32$). Длина флага достоверно умеренно коррелирует с длиной зубцов чашечки, что может указывать на достаточно длинный флаг (от 16 мм) *A. onobrychis*.

Таким образом, данное исследование подтвердило диагностические морфологические признаки для *A. adsurgens* и *A. onobrychis*, выявило биохимические признаки для дифференциации видов – состав и содержание агликонов флавоноидов для *A. adsurgens*, соотношение агликонов для *A. onobrychis*. Для изученных образцов *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus* из разных мест их ареала, в том числе из пересекающихся, не обнаружено каких-либо четких отличий в составе и содержании агликонов флавоноидов, также их трудно дифференцировать по морфологическим признакам. Поскольку гликозиды флавоноидов показывают бóльшую видоспецифичность в отличие от агликонов флавоноидов, необходимо дальнейшее исследование состава и содержания гликозидов флавоноидов таксонов этой секции.

ВЫВОДЫ

Изучен комплекс морфологических, ареалогических и биохимических признаков (состав и содержание агликонов флавоноидов) четырех видов секции *Onobrychium* рода *Astragalus*, произрастающих в Сибири.

Вид *A. adsurgens*, близкий к *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus*, имеет достаточно четкие отличия по составу и содержанию агликонов, коррелирующие с морфологическими признаками (короткими прицветниками и зубцами чашечки). У *A. onobrychis*, достаточно легко диагностируемого по морфологическим признакам, обнаружено отличное от других видов соотношение агликонов. В данном случае биохимические признаки наряду с географическими и морфологическими данными могут стать дополнительным критерием при определении видовой принадлежности.

Для *A. austrosibiricus* и *A. inopinatus*, имеющих недостаточно четкие морфологические диагностические признаки, отличий в составе агликонов флавоноидов и в соотношении индивидуальных компонентов не обнаружено.

ЛИТЕРАТУРА

Выдрина С.Н. *Astragalus* L. – Астрагал // Флора Сибири. Новосибирск, 1994. Т. 9. С. 21–73.

Высочина Г.И. Флавоноиды сибирских видов рода *Polygonum* L. в связи с систематикой рода: Дис. … канд. биол. наук. Новосибирск, 1969. С. 104–105.

Высочина Г.И. Биохимические подходы к познанию биоразнообразия растительного мира // Сиб. экол. журн. 1999. № 3. С. 207–211.

Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства Гречишных. Новосибирск, 2004. 204 с.

Высочина Г.И., Кульпина Т.Г., Березовская Т.П. Содержание флавоноидов в некоторых видах *Polygonum* L. секции *Persicaria* (Mill.) DC. Флоры Сибири // Раст. ресурсы. 1987. Т. 23, № 2. С. 229–234.

Кадырова Р.Б. Флавоноидный состав некоторых сибирских видов *Astragalus* L. // Раст. ресурсы. 1989. Т. 25, № 4. С. 552–557.

Клышев Л.К., Бандюкова В.А., Алюкина Л.С. Флавоноиды растений (распространение, физико-химические свойства, методы исследования). Алма-Ата, 1978. 220 с.

Комиссаренко Н.Ф., Полякова Л.В. Флавоноиды *Astragalus adsurgens* // Химия природ. соединений. 1987. № 2. С. 302–304.

Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1980. 293 с.

Лесная энциклопедия / Гл. ред. Г.И. Воробьев. М., 1986. Т. 2. 631 с.

Никифорова О.Д. Семейство *Fabaceae*, или *Leguminosae* – Бобовые // Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения. Новосибирск, 2005. С. 135–156.

Пешкова Г.А. Семейство *Fabaceae*, или *Leguminosae* – Бобовые // Флора Центральной Сибири. Новосибирск, 1979. Т. 2. С. 585–639.

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

Положий А.В. Флорогенетический анализ среднесибирских астрагалов // Изв. Том. отд-ния Всесоюз. бот. о-ва. Красноярск, 1964. Т. 5. С. 61–75.

Попов М.Г. Флора Средней Сибири. М.; Л., 1957. Т. 1. 555 с.

Сиднева О.В. Состав и содержание флавоноидов в надземной части *Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bunge, произрастающего в Восточном Забайкалье // Флора и растительность Даурии: исследования и охрана. Чита, 2004. С. 79–86.

Сиднева О.В. Биохимическая специфичность сибирских видов секции *Cenantrum* Koch рода *Astragalus* L. (*Fabaceae*) // Turczaninowia. 2005. Т. 8, № 4. С. 73–82.

Храмова Е.П., Комаревцева Е.К. Изменчивость флавоноидного состава листьев *Potentilla fruticosa* (*Rosaceae*) разных возрастных состояний в условиях Горного Алтая // Раст. ресурсы. 2008. Т. 44, № 3. С. 96–102.

Gromova A.S., Lutsky V.I., Cannon J.G., Li D., Owen N.L. Secondary metabolites of *Astragalus danicus* Retz. and *A. inopinatus* Boriss. // Russian Chem. Bull., International Ed. 2001. V. 50, N 6. P. 1107–1112.

Mabry T.J., Markham K.R., Thomas M.B. The systematic identification of flavonoid. Berlin; Heidelberg; N.Y., 1970. 345 p.

Yakovlev G.P., Sytin A.K., Roskov Yu.R. Legumes of Northern Eurasia: A Checklist. Royal Botanic Gardens, Kew, 1996. 724 p.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 39–43 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 582.936.1 (571)

МОРФОЛОГИЯ ПЛОДОВ И СКУЛЬПТУРА ПОВЕРХНОСТИ МЕРИКАРПИЕВ ВИДОВ ИЗ СЕКЦИИ *GALIUM* РОДА *GALIUM* (*RUBIACEAE*)

Е.А. Балде

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: baldk21@ngs.ru

Впервые с помощью сканирующего электронного микроскопа изучены морфология плодов и скульптура поверхности мерикарпиев у *Galium verum*, *G. wirtgenii*, *G. ruthenicum*, *G. densiflorum* из типовой секции рода *Galium* (*Rubiaceae*). Для первых двух видов характерна голая поверхность мерикарпиев, а для вторых – щетинистая. Сетчатая скульптура перикарпия одинакова у всех видов, что указывает на их родство.

Ключевые слова: *Rubiaceae, Galium, секция Galium, фрагмокарпий, поверхность мерикарпия, скульптура перикарпия.*

MORPHOLOGY OF FRUITS AND SCULPTURE SURFACE OF MERICARPS FROM THE SECTION *GALIUM* GENUS *GALIUM* (*RUBIACEAE*)

E.A. Balde

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: baldk21@ngs.ru

The results of detailed SEM study of mericarp morphology and surface of *Galium verum*, *G. wirtgenii*, *G. ruthenicum*, *G. densiflorum* species of the typical section of the genus *Galium* (*Rubiaceae*) are presented. Species *G. verum* and *G. wirtgenii* have glabrate surface of mericarp, *G. ruthenicum*, *G. densiflorum* have bristly surface of mericarp. Identical netted pericarp sculpture for all species shows their relationship.

Key words: *Rubiaceae, Galium, section Galium, fragmocarp, surface of mericarp, sculpture of pericarp.*

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая работа является продолжением публикации результатов сравнительно-морфологического изучения плодов у видов рода *Galium* L. с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). В ней обсуждаются морфологические особенности плодов и мерикарпиев видов типовой секции, распространенных в Азиатской России.

Типовая секция рода *Galium* включает многолетние высокие травы с прямыми крепкими голыми или коротковолосистыми стеблями и большим числом (6–14) остроконечных листьев в мутовке. Характерным признаком секции являются желтые или желтозеленые цветки, собранные в конечные, верхушечные многоцветковые метелки. Виды секции широко распространены в Евразии и Северной Америке, произрастают на каменистых склонах гор, альпийских и субальпийских лугах, в степях, на сухих лугах, по берегам рек. На территории Азиатской России секция представлена четырьмя видами – *G. verum* L., *G. ruthenicum* Willd., *G. densiflorum* Ledeb., *G. wirtgenii* F.W. Schultz.

Первоначально A.P. de Candolle (1830) многолетние виды *G. rupestre* Visiani ex Biasol, *G. verum*, *G. mollugo* Wallr., *G. tunetanum* Lam., *G. minutum* L., *G. humifusum* Bieb., *G. arenarium* Lois. с желтыми цветками и 6–10 листьями в мутовке поместил в секцию *Xanthogalia* DC. При типификации рода вид *G. verum* был выбран лектотипом рода, и секция *Xanthogalia* становится типовой (Phillips, 1951).

C.F. Ledebour (1829) для территории Алтая привел три вида этой секции – *G. verum*, *G. ruthenicum*, *G. densiflorum*. Во "Flora Rossica" в секцию *Xanthogalia* он включил два вида – *G. verum* и *G. minutum* L., а *G. densiflorum* отнес в родство к *G. boreale* L. из секции *Trichogalium* DC. Вслед за A.P. de Candolle C.F. Ledebour (1844–1846) не признал *G. ruthenicum*, считая его лишь разновидностью *G. verum* γ *trachycarpum* DC.

Во "Флоре СССР" Е.Г. Победимова (1958) в секцию *Xanthogalia* поместила 14 видов, в том числе 6 видов, произрастающих в Азиатской России – *G. verum*, *G. wirtgenii*, *G. ruthenicum*, *G. densiflorum*, *G. lacteum* (Maxim.) Pobed., *G. saurense* Litw. Она восстановила *G. ruthenicum*, но большую часть растений этого вида отнесла к *G. verum* var. *sibiricum* Pobed. Все виды секции Е.Г. Победимова разделила по признакам вегетативных и генеративных органов на три ряда – *Vera*

© Е.А. Балде, 2012

Pobed., *Aurea* Pobed. и *Ruthenica* Pobed. В первый ряд она включила виды с голыми плодами, желтыми пыльниками и горизонтально расположенными по отцветании листьями. Из азиатских видов такими признаками обладают *G. verum* и *G. wirtgenii*. Во второй ряд – средиземноморско-кавказские виды, которые характеризуются голыми плодами, черными пыльниками и вниз отогнутыми по отцветании листьями. В ряд *Ruthenica* вошли *G. ruthenicum*, *G. densiflorum*, *G. saurense*, *G. lacteum*, у которых опушенные плоды, желтые или бурые пыльники и горизонтально отставленные по отцветании листья.

Д.А. Петелин (1991) для советского Дальнего Востока привел три вида типовой секции – *G. verum*, *G. ruthenicum*, *G. densiflorum*, а *G. lacteum*, описанный Е.Г. Победимовой из Приморского края (зал. Посьет), свел в синонимы к *G. ruthenicum*.

П.Н. Крылов (1939) во "Флоре Западной Сибири" *G. ruthenicum* оставил в качестве разновидности *G. verum* var. *trachycarpum* DC. По мнению П.Н. Крылова, на указанной территории более часто встречаются растения с опушенными плодами.

Особое значение для познания таксономии и систематики сложной группы видов родства *G. verum* имела работа Н.Н. Цвелева (1986). Он впервые показал, что наиболее важными для разделения близкородственных видов *G. verum* и *G. ruthenicum* являются диагностические признаки плодов, а не вегетативных органов, по которым их обычно разделяли. *G. ruthenicum* и *G. verum* – самостоятельные виды со сходной экологией и хорошо различаются по морфологии мерикарпиев. Плоды *G. verum* имеют голые мерикарпии, *G. ruthenicum* – опушенные. Оба вида произрастают в лесостепной полосе, нередко совместно, но без "переходов" между ними. По мнению Н.Н. Цвелева, *G. ruthenicum* по восточному склону Уральских гор в полосе лесостепи полностью замещает *G. verum*. В горах Центральной Сибири более обычен становится *G. verum*, но на территории Якутии этот вид не встречается, уступая место *G. ruthenicum*, который достигает Арктики и обильно произрастает на Дальнем Востоке.

Кроме этого в секции *Galium* имеются два близких вида – *G. densiflorum* и *G. wirtgenii*, которые сходны по внешнему облику. Оба они являются корневищными многолетними растениями с коротко опушенными стеблями, с продолговато-линейными остроконечными листьями, собранными по 6–8 в широко расставленные мутовки; метельчатым соцветием и желтыми или желто-зелеными цветками. Н.Н. Цвелев также доказал, что эти виды хорошо различаются по опушению плодов: у *G. wirtgenii* мерикарпии голые, а у *G. densiflorum* – опушенные прямыми щетинками. Кроме того, они экологически и географически обособлены: *G. wirtgenii* произрастает по лугам, лесным опушкам, а *G. densiflorum* предпочитает тундровые сообщества и нижние зоны альпийского пояса. *G. wirtgenii* имеет западно-евразиатский ареал, а *G. densiflorum* – восточно-евразиатский. В "Арктической флоре СССР" Н.Н. Цвелев (1987) *G. wirtgenii* приводит для Кузнецкого Алатау, Западного Саяна и низовьев Лены. Подобно многим другим сибирским видам *G. densiflorum* заходит в северо-восточную Европу (Мало- и Большеземельская тундра, Полярный, Приполярный и Северный Урал, известняковые обнажения по р. Уса), но основная часть его ареала находится в горах Алтая, Восточной Сибири, северовостока Средней Азии и Восточного Казахстана, где этот вид доходит на севере до низовьев Енисея, рек Пясины, Хатанги, низовьев Лены и Колымы, Чаунской губы и Чукотского п-ова. В низовьях Лены *G. densiflorum* встречается совместно с *G. wirtgenii*, хотя эти виды, вероятно, разновозрастные (Цвелев, 1986).

Сложность разграничения видов типовой секции, произрастающих на территории Азиатской России, выдвинула задачу поиска новых диагностических признаков плодов и их частей мерикарпиев как наиболее важных признаков для разграничения видов и познания степени их родства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили зрелые плоды из коллекций гербария Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NS, NSK), Гербария им. П.Н. Крылова (TK) и Южно-Сибирского ботанического сада (ALTB).

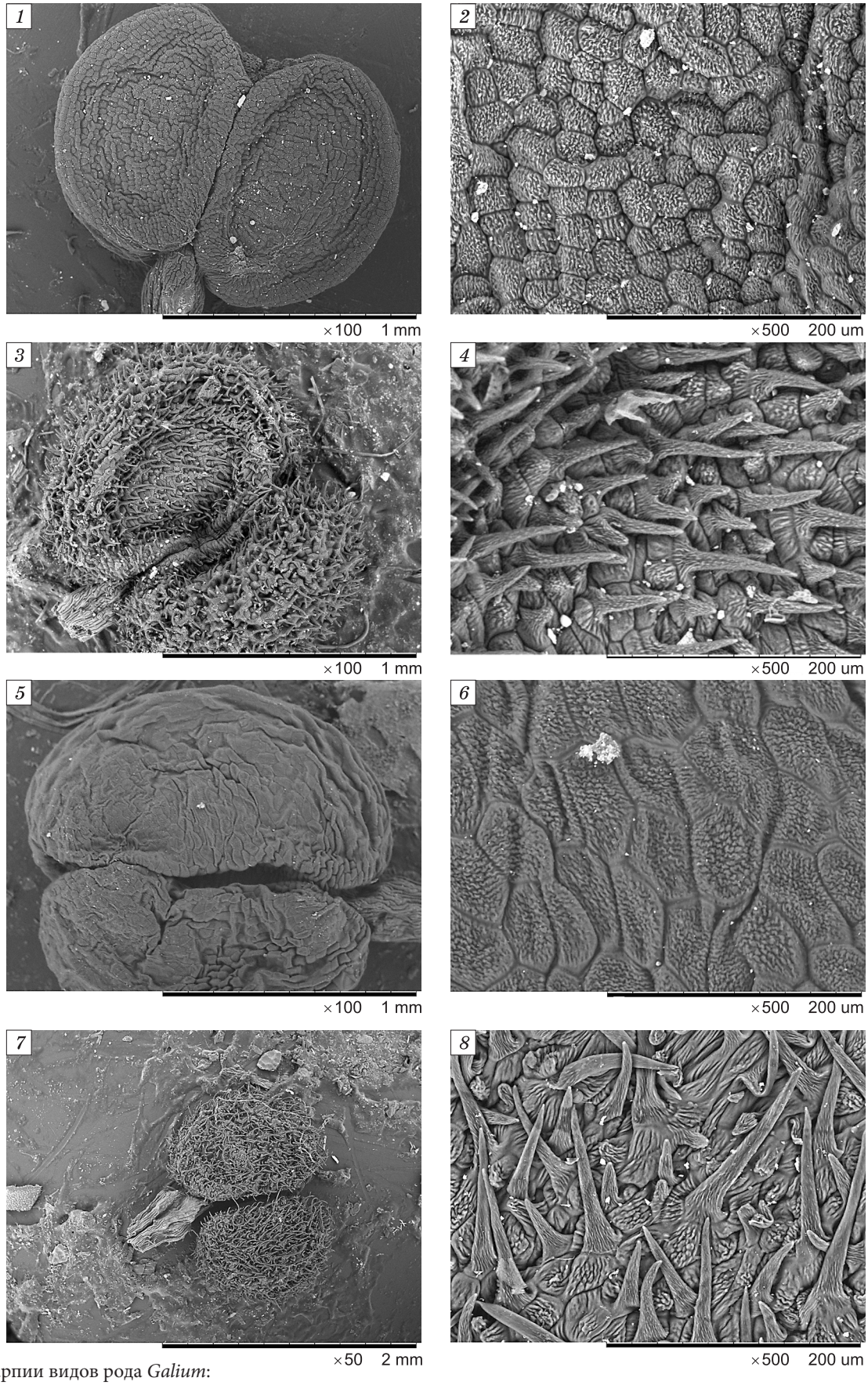
Методика исследований и данные по видам из секций *Depauperata* Pobed., *Leptogalium* Lange, *Trachygalium* Schum. рода *Galium* содержатся в первой статье этой серии (Балде, 2011).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Род *Galium*

Секция *Galium*

1. *G. verum* L. Фрагмокарпии округлые, около 1.0–1.4 мм дл., 1.0–1.3 мм шир., плотно прилегают к плодоножке. Мерикарпии округлой или неясно-почковидной формы, около 1.0–1.4 мм дл., 1.0–1.2 мм шир., соединены по внутренней стенке. Поверхность мерикарпия голая. Скульптура перикарпия сетчатая. Клетки экзокарпия крупные, полигональные, неправильной формы, расположены рядами. Антиклинальные стенки (АС) тонкие, сильно погруженные; наружные периклинальные стенки (НПС) выпуклые, складчато-



Фрагмокарпии видов рода *Galium*:

1, *2* – *G. verum*; *3*, *4* – *G. ruthenicum*; *5*, *6* – *G. wirtgenii*; *7*, *8* – *G. densiflorum*. *1*, *3*, *5*, *7* – общий вид фрагмокарпиев; *2*, *4*, *6*, *8* – скульптура поверхности мерикарпиев. Масштабная линейка: *1*, *3*, *5* – 1 мм; *2*, *4*, *6*, *8* – 200 мкм; *7* – 2 мм.

морщинистые, складки широкие, невысокие, короткие, извилистые (см. рисунок, *1*, *2*).

Исследованные образцы: Республика Алтай, Шебалинский р-н, 3 км юго-западнее с. Камлак, 51°37′ с.ш., 85°37′ в.д., южный макросклон, 30 VIII 2001, А.И. Шмаков, М.Г. Куцев, И.Н. Чубаров, Е.В. Антонюк (ALTB); Алтайский край, Целинный р-н, окр. пос. Победа, 5 км ниже по р. Чумаш, 53°09′ с.ш., 86°00′ в.д., высота 190 м, березовый лес, 09 IX 2000, И.М. Красноборов, А.И. Шмаков, Д. Герман, С. Костюков, П. Косачев (ALTB); Новосибирская область, Маслянинский р-н, окр. пос. Егорьевский, плакор высокий, мелкотравно-полевициевый луг, 22 VII 1985, Н. Лащинский (NSK); на р. Зея (Амурская область) около Зейской резиденции, 1988, М.Н. Немчикова (TK).

2. *G. ruthenicum* Willd. Фрагмокарпии почти округлые, около 1.0–1.7 мм дл., 0.7–1.4 мм шир., плотно прилегают к плодоножке. Мерикарпии почковидной или неясно-почковидной формы, около 1.0–1.7 мм дл., 0.4–1 мм шир., с приподнятыми в виде ободка краями, примерно на 2/3 соединены по внутренней стенке. Поверхность мерикарпия щетинистая. Щетинки прижатые, прямые, конусовидные, короткие, расширенные у основания, с продольными складками в восходящей части шипа и мелкозернистой поверхностью. Скульптура перикарпия сетчатая; клетки экзокарпия крупные, полигональные, неправильной формы, расположены рядами. АС сильно погруженные, прямые; НПС слегка выпуклые, складчато-морщинистые, с широкими, невысокими, слегка морщинисто-извилистыми складками (см. рисунок, *3*, *4*).

Исследованные образцы: Хакасская а.о., Алтайский р-н, окр. с. Кирово, северный склон увала, тимофеевко-мятликовая луговая степь, 25 VII 1969, А. Королева (ALTB); Красноярский край, Канский р-н, окр. с. Бол. Уря, березовый лес, 18 VIII 1963, Э. Ершова, Н. Алексеева (NS); Приморский край, Пограничный р-н, окр. с. Ново-Украинка, 20 VIII 1974, Г.В. Шелковникова (NS).

3. *G. wirtgenii* F.W. Schultz. Фрагмокарпии округлой формы, 1.0–1.6 мм дл., около 1.5 мм шир., плотно прилегают к плодоножке. Мерикарпии почковидные или неясно-почковидные, 1.0–1.6 мм дл., 0.6–1.2 мм шир., соприкасаются только верхней и нижней частями. Поверхность мерикарпия голая. Скульптура перикарпия сетчатая. Клетки экзокарпия крупные, полигональные, неправильной формы, вытянутые. АС тонкие, погруженные; НПС плоские, складчато-морщинистые, с широкими, приплюснутыми, невысокими, сильноизвилистыми складками (см. рисунок, *5*, *6*).

Исследованный образец: Алтайский край, Чарышский р-н, верховье р. Сентелек, гора Короткая, 51°04′ с.ш., 83°39′ в.д., 19 VIII 1996, А.И. Шмаков, Г.Г. Соколова, С. Смирнов. О. Торчаков, М. Кащеев, Е. Антонюк (ALTB).

4. *G. densiflorum* Ledeb. Фрагмокарпии округлые, около 1.0–1.5 мм дл., 1.2–1.6 мм шир., плотно прилегают к плодоножке. Мерикарпии почковидной или неясно-почковидной формы, плоские, 1.0–1.5 мм дл., 0.6–1.2 мм шир., примерно на 2/3 соединены по внутренней стенке. Поверхность мерикарпия щетинистая. Щетинки короткие, косо направленные, прямые, конусовидные, расширенные у основания, с продольными складками, которые занимают около 1/4 части щетинки, а оставшаяся поверхность – мелкозернистая. Скульптура перикарпия сетчатая. Клетки экзокарпия крупные, полигональные, неправильной формы. АС тонкие, сильно погруженные; НПС плоские, складчато-морщинистые, с широкими, короткими, извилистыми складками (см. рисунок, *7*, *8*).

Исследованные образцы: Тува, Овюрский р-н, окр. пос. Саглы, высота 1900 м над ур. м., разнотравный луг на берегу ручья, 08 VIII 1989, Н. Фризен (NSK); Якутия, Кобяйский р-н, окр. пос. Сеген, сырая низина осоково-злаковая в кедрово-лиственничном лесу, 20 VIII 1985, К. Байков (NSK); Приморский край, Пограничный р-н, с. Ново-Украинка, 20 VIII 1974, Г.В. Шелковникова (NS); Западная Чукотка, Анюйское нагорье, в среднем течении р. Погынден близ устья р. Янрымкываам, на подпойменной террасе реки среди разнотравья, обильно, 23 VIII 1974, Т. Королева, В. Петровский (NS).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Исследование плодов, поверхности мерикарпиев и скульптуры перикарпия *G. verum*, *G. ruthenicum*, *G. wirtgenii*, *G. densiflorum* из типовой секции рода *Galium* показало, что они имеют одинаковый тип фрагмокарпия, который состоит из двух мерикарпиев, различающихся по форме, размерам, степени соединения друг с другом и особенностям их поверхности.

Выделены два типа поверхности мерикарпиев: I тип – голая (см. рисунок, *1, 2, 5, 6*), характерна для видов *G. verum*, *G. wirtgenii*; II тип – щетинистая (см. рисунок, *3, 4, 7, 8*), которая отмечена у видов *G. ruthenicum*, *G. densiflorum*. Скульптура перикарпия у всех видов сходная – сетчатая, что указывает на их родство.

У всех исследованных видов периклинальные стенки клеток морфологически сходные: они имеют морщинисто-извилистые складки, которые незначительно отличаются формой и размерами (см. рисунок, *2, 4, 6, 8*). Выделено две пары видов: к первой относятся *G. verum*, *G. ruthenicum*, клетки их экзокарпия одинаковые: полигональные, выпуклые, складчато-морщинистые, с извилистыми складками (см. рисунок, *2, 4*). У видов *G. wirtgenii* и *G. densiflorum* клетки экзокарпия более крупные, полигональные, вытянутые, плоские, складчато-морщинистые, с сильноизвилистыми складками (см. рисунок, *6, 8*).

Признак “тип поверхности мерикарпиев” проявляет изменчивость: от голой к щетинистой, при

этом он имеется в каждой паре близкородственных видов (*G. verum–G. ruthenicum* (см. рисунок, *1, 2, 5, 6*), *G. wirtgenii–G. densiflorum* (см. рисунок, *3, 4, 7, 8*)).

Отмечено, что у каждого вида тип фрагмокарпия и скульптура перикарпия меркарпиев – это стабильные признаки на всем ареале и могут быть использованы для выявления родства у видов рода *Galium*.

Благодарности

Работа выполнена в Центре коллективного пользования микроскопических исследований ЦСБС СО РАН. Выражаю благодарность А.А. Красникову за помощь при работе на сканирующем электронном микроскопе.

ЛИТЕРАТУРА

Балде Е.А. Морфология плодов и скульптура поверхности меркарпиев представителей рода *Galium* (*Rubiaceae*) // Раст. мир Азиатской России. 2011. № 1. С. 17–22.

Крылов П.Н. Род *Galium* L. // Флора Западной Сибири. Томск, 1939. Т. 10. С. 2576–2591.

Петелин Д.А. Род *Galium* L. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб., 1991. Т. 5. С. 212–234.

Победимова Е.Г. Род *Galium* L. // Флора СССР. М.; Л., 1958. Т. 23. С. 287–381.

Цвелев Н.Н. Заметки о некоторых видах подмаренника (*Galium* L., *Rubiaceae*) флоры СССР // Новости сист. высш. раст. 1986. Т. 23. С. 153–160.

Цвелев Н.Н. Род *Galium* L. // Арктическая флора СССР. Л., 1987. Т. 10. С. 8–23.

De Candolle A.P. Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. Parisiis, 1830. V. 4. P. 593–614.

Ledebour C.F. *Galium* L. // Flora Altaica. Berolini, 1829. V. 1. P. 132–139.

Ledebour C.F. *Galium* L. // Flora Rossica. Stuttgartiae, 1844–1846. V. 2. P. 406–422.

Phillips E.P. The genera of South African flowering plants. Ed. 2. Pretoria, 1951. 923 p.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 44–49 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 582.572.7:581.48(571.1/.5)

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *IRIS* (*IRIDACEAE*) ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е.Н. Кайгородова, О.В. Дорогина, Т.В. Елисафенко

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: global@ngs.ru; olga-dorogina@yandex.ru; tveli@ngs.ru

Исследованы морфологические признаки и структура поверхности семян рода *Iris* L. с помощью сканирующего электронного микроскопа. У семян *I. humilis* Georgi выражен присемянник, у *I. tigridia* Bunge и *I. potaninii* Maxim. присемянник незначителен, а у семян *I. glaucescens* Bunge он не обнаружен. Обработка паром семян *I. glaucescens*, характеризующихся плотной кутикулой, привела к ее элиминации.

Ключевые слова*: Iridaceae, Iris, структура поверхности семян, морфологические признаки.*

MORPHOLOGY FEATURES OF SEEDS IN SOME SPECIES *IRIS* (*IRIDACEAE*) OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

E.N. Kaygorodova, O.V. Dorogina, T.V. Elisafenko

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: global@ngs.ru; olga-dorogina@yandex.ru; tveli@ngs.ru

Morphology features and seed surface of coat structure of the genus *Iris* L. were examined using the scaning electron microscope. In seeds of *I. humilis* present well expressed aril, in seeds of *I. tigridia* and *I. potaninii* it is poorly formed but for seeds of *I. glaucescens* it was absent. Treatment of steam *I. glaucescens* seeds having of thik cuticle led to the elimination of cuticle.

Key words*: Iridaceae, Iris, seed surface of coat structure, morphology features.*

ВВЕДЕНИЕ

Род ирис (*Iris* L.) широко распространен в Северном полушарии, в его состав входит около 200 видов. На территории России произрастает 40 дикорастущих видов этого рода, а в Сибири – 22 вида и 2 подвида (Конспект флоры Сибири, 2005). Богатейшее разнообразие дикорастущих видов является не только основой для введения наиболее ценных видов в культуру, но и источником биологически активных веществ.

Виды подрода *Iris* представляют собой сложную в ботаническом и наиболее интересную в цветоводческом отношениях группу. Главная их отличительная особенность – полоска из густых волосков, так называемая бородка, на центральной жилке наружных, а иногда и внутренних долей околоцветника. Виды этого подрода эволюционно молодые. Многие из них достигли наибольшего совершенства в приспособлении цветка к опылению.

Некоторые виды широко распространены, но в связи с усиливающейся антропогенной дигрессией природных фитоценозов и их распашкой, число природных популяций этих видов неуклонно сокращается (Доронькин, 1989).

Наши исследования проводились на следующих видах подрода *Iris:*

I. glaucescens Bunge (Касатик сизоватый) произрастает в Западной Сибири, Казахстане, Монголии и Китае. В России проходит северная граница ареала. Произрастает в полынно-дерновинно-злаковых степях на солонцеватых песках, сухих каменистых и щебнистых склонах (Доронькин, 1987). Цветет в конце весны–начале лета, плодоносит в середине лета. Редкий вид флоры Сибири, нуждается в местной охране, включен в список "Редкие и исчезающие растения Сибири" (1980), в "Красную книгу Новосибирской области" (2008) со статусом 2 и в "Красную книгу Алтайского края" (2006) со статусом 2. В естественных условиях популяции, приуроченные к степным участкам, подвержены сильному антропогенному воздействию (выпас и пашни), что приводит к неуклонному сокращению площадей его произрастания. Вид имеет декоративную ценность, фармакологическое значение слабо изучено. В условиях интродукции проявил себя как среднеперспективный вид (Семенова, 2007).

Ирис *I. humilis* Georgi (К. низкий) широко распространен в России и за ее пределами, относится к

© Е.Н. Кайгородова, О.В. Дорогина, Т.В. Елисафенко, 2012

азиатской ареалогической группе. В России встречается в Восточной и Западной Сибири. Произрастает по степным (преимущественно песчаным), нередко каменистым склонам, в борах, на лесных полянах и прибрежных лугах, среди кустарников. Цветет в середине весны, плодоносит в середине лета. Исчезающий вид, сокращается численность популяций и ареал из-за распашки земель степных и лесостепных районов (Редкие… растения…, 1980). В условиях интродукции – среднеперспективный вид (Семенова, 2007).

Вид *I. potaninii* Maxim. (К. Потанина) широко распространен в России, но представлен относительно небольшими популяциями, относится к центральноазиатской ареалогической группе. В Сибири встречается на Алтае и в Забайкалье, где произрастает в каменистых степях, по скалистым и щебнистым склонам гор, поднимается до 3000 м над ур. м. Образует дерновины. Цветет в середине весны, плодоносит в середине лета. Интродукция в другие ботанические сады не выявлена.

Центрально-азиатский вид *I. tigridia* Bunge (К. тигровый) – субэндемичный. В России растет в Республиках Алтай и Тыва на каменистых, щебнистых или песчаных склонах и на осыпях, поднимается до высоты 3500 м над ур. м. Встречается редко, в основном единичными особями. Листья зимой остаются зелеными. Цветет в начале–середине весны, плодоносит летом. Редкий вид флоры Сибири, нуждается в государственной охране, включен во все кадастры государственного и общесибирского уровня (Редкие… растения…, 1980; Редкие… виды…, 1981; Красная книга РФ, 1988). Биохимические и полезные свойства не изучены. В условиях интродукции – малоперспективный вид (Семенова, 2007).

Несмотря на то что многие виды этого подрода активно изучаются в отношении систематики, таксономии и эволюции, репродуктивные системы остаются мало изученными или не изучены совсем. Данных по морфологии семян и структуре семенной кожуры у представителей этих сибирских видов недостаточно. Кроме того, размножение этих видов, особенно *Iris potaninii*, *I. tigridia*, в условиях интродукции Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск) затруднено.

Цель настоящей работы – изучение морфологических признаков семян и скульптуры поверхности семенной кожуры у редких сибирских видов *I. humilis, I. glaucescens*, *I. potaninii*, *I. tigridia.*

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве материала были взяты зрелые семена четырех видов подрода *Iris* (табл. 1). Первоначально морфологические признаки семян *I. humilis* и *I. glaucescens* (в 20-кратной повторности каждой популяции) изучали под световой бинокулярной лупой МБС-1 при 2-кратном увеличении. Определяли цвет семян, длину и ширину семени, эндосперма и зародыша, соотношение их показателей. Поверхность семенной кожуры исследовали у 4 видов с помощью СЭМ марки HITACHI TM-1000 (Япония) при увеличении от 25 до 1000 раз. Для удаления кутикулы семена обрабатывались в 4 вариантах растворителей – ацетоном, бензином, хлороформом и смесью кислот концентрированной серной и ледяной уксусной в соотношении 1:9 в течение суток. Кроме этого проводилась также обработка семян паром в течение 10 мин. Для описания семян и поверхности структуры семенной кожуры использовали терминологию, предложенную W. Barthlott, N. Ehler (1977), З.Т. Артюшенко (1990), Э.С. Терехиным (1996). Математический анализ полученных данных проводили по Г.Н. Зайцеву (1991).

Таблица 1

Происхождение исходного материала видов подрода *Iris*

Вид	Место сбора	Дата, коллектор
Iris glaucescens	Алтайский край, Третьяковский р-н, окр. пос. Екатеринское, каменистый склон	Июнь–июль 2010 г. Т.В. Елисафенко, Е.В. Жмудь
	Алтайский край, Благовещенский р-н, южный берег оз. Кучукское, понижение на остепненном берегу	
	Алтайский край, Локтевский р-н, окр. д. Устьянка, каменистая степь, склон южной экспозиции	
	Алтайский край, Волчихинский р-н, окр. д. Вострово, курган	
Iris potaninii	Республика Алтай, Онгудайский р-н, устье р. Яломан, каменистый склон северной экспозиции	Июль 2010 г. Т.В. Елисафенко, Е.В. Жмудь
Iris tigridia	Республика Алтай, Чемальский р-н, створ Чемальской ГЭС, скалы, юго-восточная экспозиция	
Iris humilis	Республика Алтай, Онгудайский р-н, устье р. Чуя, степь	

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Семена *I. humilis* 3.8–5.0 мм длиной, 2.5–3.1 мм шириной (табл. 2), темно-бурые. Имеется светло-желтый присемянник, который составляет около 30 % от длины семени. Эндосперм плотный, белого цвета, составляет от 60 до 75 % размера семени. Зародыш молочного цвета, не дифференцирован от 1.27 до 1.8 мм длины и 0.27–0.40 мм ширины, т. е. составляет около 35 % длины семени и 50 % длины эндосперма. Длина зародыша более чем в 4 раза превышает ширину.

Семена *I. glaucescens* темно-бурые, значительно крупнее, чем у предыдущего вида, 5.0–6.7 мм длиной, 3.2–4.5 мм шириной (табл. 3), присемянник не сформирован. Эндосперм более плотный, чем у *I. humilis*, белый, составляет от 70 до 88 % размера семени. Зародыш молочного цвета, не дифференцирован, в 2 раза больше, чем у предыдущего вида, однако его относительные параметры незначительно больше, чем у *I. humilis*, и составляют 39–54 % длины семени. Длина зародыша превышает ширину более чем в 5 раз.

Семена *I. potaninii* – светло-коричневые, а семена *I. tigridia* – коричневые, присемянник у первого вида – желтый, у второго – светло-желтый, в обоих случаях он слабо выражен. Морфологический анализ семян этих видов не проводился.

Сравнительный анализа морфологических признаков семян показал, что семена у *I. glaucescens* в

Таблица 2

Морфометрические признаки семян *I. humilis* Georgi

Признак		*M* ± *m*	*V*, %	Минимальное значение	Максимальное значение
Семя	Длина, мм	4.45 ± 0.06	6.5	3.80	5.00
	Ширина, мм	2.69 ± 0.03	6.3	2.47	3.07
	Толщина, мм	2.63 ± 0.03	6.8	2.40	3.07
	Ширина/длина	0.61 ± 0.00	6.6	0.52	0.72
Ариллус	Длина, мм	1.29 ± 0.04	14.7	0.80	1.60
	Ширина, мм	1.31 ± 0.03	12.3	1.00	1.53
	Ширина/длина	1.02 ± 0.03	14.7	0.70	1.30
	Длина ариллуса/длина семени	0.29 ± 0.01	17.2	0.17	0.37
Эндосперм	Длина, мм	3.0 ± 0.03	5.4	2.67	3.33
	Ширина, мм	2.23 ± 0.04	9.0	1.93	2.60
	Ширина/длина	0.74 ± 0.01	6.8	0.64	0.88
	Длина эндосперма/длина семени	0.67 ± 0.01	6.0	0.60	0.75
Зародыш	Длина, мм	1.54 ± 0.03	9.7	1.27	1.80
	Ширина, мм	0.36 ± 0.00	11.1	0.27	0.40
	Длина/ширина	4.32 ± 0.07	7.9	3.67	4.7
	Длина зародыша/длина семени	0.35 ± 0.00	8.6	0.30	0.40
	Длина зародыша/длина эндосперма	0.51 ± 0.01	9.8	0.45	0.61
	Ширина зародыша/ширина семени	0.13 ± 0.00	7.7	0.11	0.16

Таблица 3

Морфометрические признаки семян *I. glaucescens* Bunge

Признак		*M* ± *m*	*V*, %	Минимальное значение	Максимальное значение
Семя	Длина, мм	5.86 ± 0.10	8.0	5.0	6.73
	Ширина, мм	3.81 ± 0.07	9.2	3.2	4.47
	Толщина, мм	3.86 ± 0.06	7.5	3.33	4.4
	Ширина/длина	0.65 ± 0.01	9.2	0.51	0.76
Эндосперм	Длина, мм	4.64 ± 0.08	8.4	3.87	5.33
	Ширина, мм	3.29 ± 0.07	9.4	2.87	3.93
	Ширина/длина	0.71 ± 0.01	7.0	0.59	0.83
	Длина эндосперма/длина семени	0.79 ± 0.01	6.3	0.7	0.88
Зародыш	Длина, мм	2.68 ± 0.06	10.5	2.2	3.27
	Ширина, мм	0.51 ± 0.01	10.0	0.4	0.6
	Длина/ширина	5.29 ± 0.1	8.7	4.53	6.17
	Длина зародыша/длина семени	0.46 ± 0.00	8.7	0.39	0.54
	Длина зародыша/длина эндосперма	0.58 ± 0.01	10.3	0.49	0.71
	Ширина зародыша/ширина семени	0.13 ± 0.00	7.7	0.11	0.17

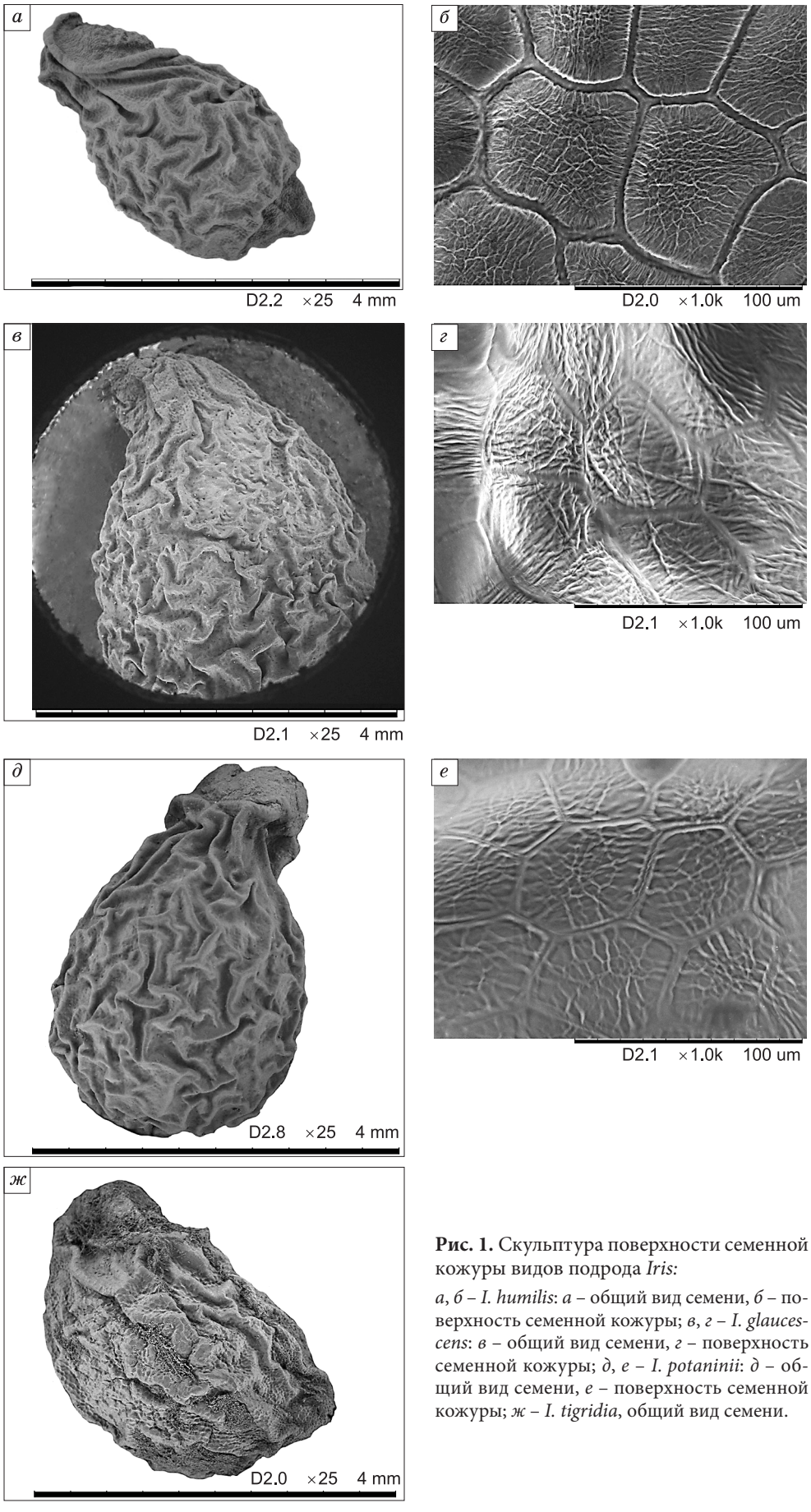


Рис. 1. Скульптура поверхности семенной кожуры видов подрода *Iris:*

а, *б* – *I. humilis*: *а* – общий вид семени, *б* – поверхность семенной кожуры; *в*, *г* – *I. glaucescens*: *в* – общий вид семени, *г* – поверхность семенной кожуры; *д*, *е* – *I. potaninii*: *д* – общий вид семени, *е* – поверхность семенной кожуры; *ж* – *I. tigridia*, общий вид семени.

1.5 раза крупнее, чем у *I. humilis*, при этом ширина семени у обоих видов составила около 60 % от длины семени, что свидетельствует о постоянстве формы семени. Эндосперм у этих видов занимает от 60 до 88 % длины семени, а зародыш – более половины длины эндосперма, что указывает на достаточное развитие зародыша. Зародыш молочного цвета, палочковидный; у *I. humilis* длиной 1.5 мм (см. табл. 2), у *I. glaucescens* – 2.7 мм (см. табл. 3). Граница между семядолей и зародышевым корешком не заметна. Длина зародыша в 4–5 раз больше его ширины.

Все изученные признаки слабо изменчивы, имеют нормальное варьирование – от 5 до 10 %. Только признаки присемянника у *I. humilis* варьируют до 17 %. Среди двух изученных видов у *I. humilis* хорошо выражен присемянник и составляет четверть длины семени. Присемянник может использоваться в пищу муравьями, что обусловливает специфическое распространение семян этого вида (мирмекохорию). Кроме этого у обоих видов наблюдается барохория – осыпание семян под действием силы тяжести (Левина, 1987).

Диплохорный вид *I. humilis* более широко распространен на территории Сибири и его популяции занимают большие площади. Для уточнения вопросов, связанных со стратегией жизни этих видов, требуются дальнейшие исследования.

Сканирование поверхности семенной кожуры проводили у исследуемых четырех видов (рис. 1).

Семена *I. humilis* обратногрушевидной формы, с присемянником, поверхность морщинистая. Клетки по форме изодиаметрические. Кутикула слабо выражена. Рельеф клеточных границ четкий, углубленный. Поверхность внешних периклинальных стенок слегка вогнутая, сетчато-морщинистая (рис. 1, *а*, *б*).

Семена *I. glaucescens* обратногрушевидные, присемянник слабо выражен, поверхность семени морщинистая. На поверхности семени имеются пятна, возможно органического происхождения, так как они исчезали при обработке органическим растворителем. Границы клеток нечеткие. Кутикула плотная. Клетки экзотесты по форме и структуре такие же, как у *I. humilis* (см. рис. 1, *в*, *г*).

Семена *I. potaninii* по форме обратногрушевидные, с присемянником, поверхность семенной кожуры морщинистая. Клетки экзотесты изодиаметрические. Границы клеток видны, кутикула неплотная. Периклинальная стенка клеток экзотесты слегка вогнутая, ее поверхность сетчато-морщинистая (см. рис. 1, *д*, *е*).

Семена *I. tigridia* неправильной формы (возможно, потому, что семена были не полностью созревшие) с небольшим присемянником, поверхность извилисто-складчатая. Некоторые семена поражены гифами грибов, по этой причине невозможно было подробно исследовать структуру клеток экзотесты (см. рис. 1, *ж*). Клетки экзотесты изодиаметрические. Границы клеток видны, кутикула плотная. Периклинальная стенка клеток экзотесты слегка вогнутая.

Анализ результатов сканирования поверхности семенной кожуры показал, что по форме семена эллипсоидальные, обратногрушевидные или продолговатые, в основном с присемянником, за исключением *I. glaucescens*. Рельеф клеточных границ либо углубленный, либо нечеткий из-за наличия кутикулы. Предполагая, что плотная кутикула может в какой-то степени препятствовать прорастанию семян, мы попытались подобрать вещества, способные ее растворять. В качестве модельного объекта использовали семена *I. glaucescens*. В результате проведенных исследований обнаружено, что воздействие вышеуказанных веществ на семена не привело к растворению ку-

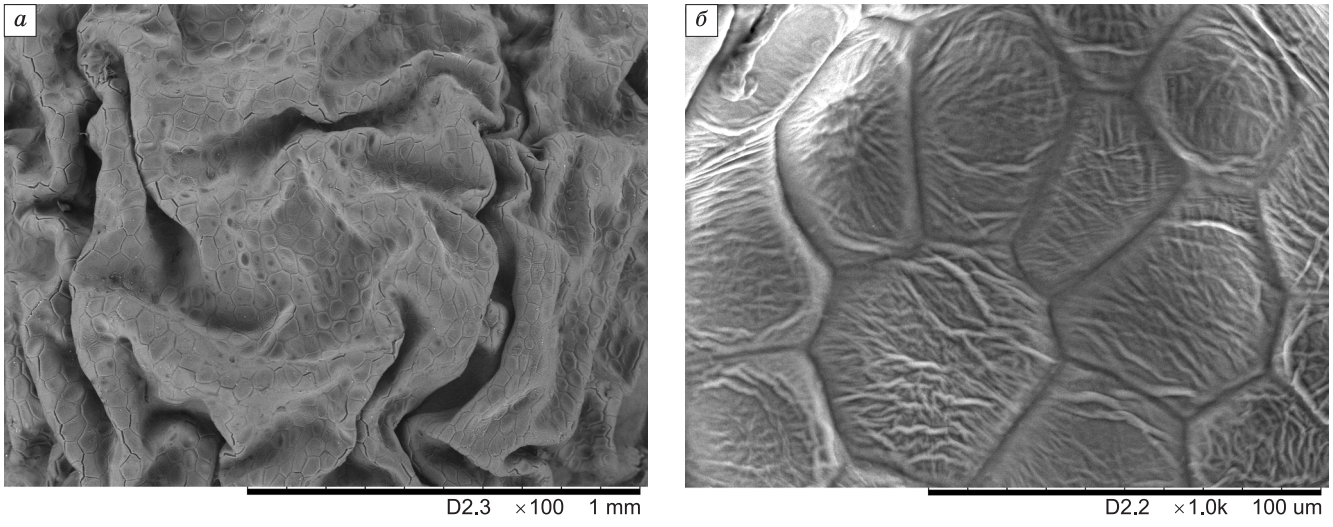


Рис. 2. Скульптура поверхности семенной кожуры *I. glaucescens* после обработки паром:
а – общий вид семени, *б* – поверхность семенной кожуры.

тикулы. А у семян, обработанных паром, кутикула отсутствовала, поскольку при сканировании на препаратах семян этого вида хорошо видны клетки и их границы, в то время как в необработанных паром семенах рельеф клеточных границ был нечетким (см. рис. 1, *в*, *г*; 2, *а*, *б*).

ВЫВОДЫ

1. В результате исследований обнаружено, что цвет семян изученных видов подрода *Iris* колебался от светло-коричневого до темно-бурого; по форме семена эллипсоидальные, обратногрушевидные или продолговатые.

2. Длина семян от 3.8 мм (*I. humilis*) до 6.7 мм (*I. glaucescens*). Зародыш составил более 50 % от длины эндосперма, его длина в 4–5 раз больше ширины.

3. Для семян *I. humilis*, *I. potaninii* и *I. tigridia* характерно наличие светло-желтого или желтого присемянника, причем у семян *I. potaninii* и *I. tigridia* он незначительный, а у семян *I. glaucescens* не сформирован.

4. Поверхность семян либо морщинистая, либо извилисто-складчатая. У всех исследованных видов клетки экзотесты изодиаметрические, периклинальные стенки сетчато-морщинистые, антиклинальные – ровные, углубленные.

Благодарности

Авторы выражают благодарность А.А. Красникову за помощь в работе на сканирующем микроскопе в Центре коллективного пользования ЦСБС СО РАН.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта № 23 по Программе Президиума РАН "Биологическое разнообразие" и Интеграционному проекту СО РАН № 20.

ЛИТЕРАТУРА

Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. Л., 1990. 204 с.

Доронькин В.М. Семейство *Iridaceae* – Касатиковые // Флора Сибири. Т. 4. Новосибирск, 1987. С. 113–125.

Доронькин В.М. Состояние и перспективы охраны касатиковых (*Iridaceae*) в Сибири // Изв. СО РАН. Сер. биол. наук. 1989. Вып. 2. С. 56–62.

Зайцев Г.Н. Математический анализ биологических данных. М.: Наука, 1991. 184 с.

Конспект флоры Сибири: Сосудистые растения / Сост. Л.И. Малышев, Г.А. Пешкова, К.С. Байков и др. Новосибирск, 2005. 362 с.

Красная книга Алтайского края. Растения / Под ред. Р.В. Камелина. Барнаул, 2009. 262 с.

Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы / Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области. 2-е изд. перераб. и доп. Новосибирск, 2008. 528 с.

Красная книга РСФСР. Т. 2. Растения. М., 1988. 590 с.

Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. Л., 1987. 159 с.

Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране / Под ред. А.Л. Тахтаджяна. Л., 1981. 264 с.

Редкие и исчезающие растения Сибири. Новосибирск, 1980. 224 с.

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

Терехин Э.С. Семя и семенное размножение. СПб., 1996, 377 с.

Barthlott W., Ehler N. Raster-Elektronenmikroskopie der Epidermis-Oberflachen von Spermatophyten. Trop. substrop // Pflansenwelt. 1977. Bd. 19. S. 1–110.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 50–54 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 581.95 (571.15/151)

НОВЫЕ НАХОДКИ АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ НА АЛТАЕ

Е.Ю. Зыкова

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: elena.yu.zykova@gmail.com

Рассмотрены новые для Республики Алтай виды – *Vicia hirsuta*, *Sinapis alba*, *Senecio vulgaris*, *Solidago canadensis*, *Xanthium albinum*, а также редкие для этой территории и Алтайского края – *Brassica napus*, *Raphanus sativus*, *Thladiantha dubia*, *Centaurea pseudomaculosa*, *Lapsana communis*. Отмечены активное расселение и натурализация *Sisymbrium officinale* и *Lactuca serriola* в северных районах Республики Алтай.

Ключевые слова: *Алтай, адвентивные виды, флористические находки.*

NEW FINDINGS OF ADVENTIVE SPECIES IN ALTAI

E.Yu. Zykova

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: elena.yu.zykova@gmail.com

It is reported on the distribution of new for the Altai Republic species: *Vicia hirsuta*, *Sinapis alba*, *Senecio vulgaris*, *Solidago canadensis*, *Xanthium albinum*, as well as the rare for Altai species: *Brassica napus*, *Raphanus sativus*, *Thladiantha dubia*, *Centaurea pseudomaculosa*, *Lapsana communis*. It is noted that active distribution and naturalization of *Sisymbrium officinale* and *Lactuca serriola* take place in the northern parts of the Altai Republic.

Key words: *Altai, adventives species, floristic findings.*

ВВЕДЕНИЕ

В основе сообщения лежат результаты обработки гербарных материалов, полученных в ходе исследований антропофильной флоры Республики Алтай, которые проводятся с 1995 г. Все найденные виды адвентивные. Большинство из них обнаружены на севере региона, который в настоящее время испытывает значительную антропогенную нагрузку, обусловленную увеличивающимся здесь с каждым годом потоком автотуристов. Весь собранный материал хранится в Гербарии Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NS), г. Новосибирск.

Vicia hirsuta (L.) Gray: Республика Алтай, Майминский р-н, с. Майма, 52°02′ с.ш., 85°54′ в.д., обочина дороги, 15.08.2010, Е. Зыкова.

Естественный ареал вида охватывает Европу, Западную Азию и Северную Африку (Федченко, 1934). В последнее время он расселился по всему земному шару, чему способствовало введение *V. hirsuta* в культуру в качестве кормового растения. В Сибири вид впервые был найден в 1912 г. в Томской области, немного позднее – в окрестностях г. Омска, Тобольской и Иркутской областях (Крылов, 1933). К 60-м годам XX в. *V. hirsuta* обнаружен в Новосибирской области, Красноярском крае и Бурятии (Крылов, Сергиевская, 1964). В настоящее время этот однолетник известен во всех регионах Сибири (Никифорова, 1994а). Первое упоминание о произрастании вида на Алтае, без указания точного местонахождения, имеется во "Флоре СССР" (Федченко, 1948). Встречается он в западной части Алтайского края, хотя и очень редко. В восточной части до недавнего времени было известно единственное местонахождение в Алтайском районе (Жихарева, Силантьева, 2003; Шауло, 2003; Силантьева, 2006). Нами *V. hirsuta* обнаружен в Тальменском районе, что свидетельствует о продвижении вида на восток: Алтайский край, Тальменский р-н, с. Тальменка, 53°46′ с.ш., 83°31′ в.д., у дороги, 07.08.2010, Е. Зыкова. Для Республики Алтай *V. hirsuta* приводится впервые.

Brassica napus L.: Республика Алтай, Майминский р-н, у моста через р. Катунь к с. Платово, 52°05′ с.ш., 85°55′ в.д., поле, 26.07.2009, Е. Зыкова.

Возделывается в качестве масличного и кормового растения (Синская, 1939), имеет широкий, почти космополитный ареал. В качестве сорного вида в Сибири редок, отмечен на полях и вдоль дорог в Томской области, Красноярском крае и Бурятии (Крылов, 1931; Никифорова, 1994б), а также в Алтайском крае (Ревушкин и др., 1997; Эбель, 1997; Дорофеев и др., 2000; Силантьева, 2006). Ранее указывался для Шебалинского района Республики Алтай, из долины р. Марчела на Семинском хребте (Герман, 2002).

© Е.Ю. Зыкова, 2012

Raphanus sativus L.: Республика Алтай, Майминский р-н, у моста через р. Катунь к с. Платово, 52°05′ с.ш., 85°55′ в.д., посевы рапса, 26.07.2009, Е. Зыкова; Республика Алтай, Майминский р-н, окр. с. Майма, 52°05′ с.ш., 85°55′ в.д., придорожная канава, 22.08.2010, Е. Зыкова.

Вид умеренной зоны Северного полушария (Ярмоленко, Васильченко, 1934). Культивируется в качестве овощного растения, дичает. Как сорный вид встречается в посевах, по межам, обочинам дорог. Ближайшее местонахождение указано для с. Алтайское Алтайского района Алтайского края (Эбель, 1997). В Республике Алтай ранее был известен из Алтайского заповедника (Золотухин, 1983).

Sinapis alba L.: Республика Алтай, Чемальский р-н, с. Узнезя, 51°32′ с.ш., 85°56′ в.д., по улицам села, 26.07.2008, Е. Зыкова; Республика Алтай, Усть-Коксинский р-н, с. Усть-Кокса, 50°16′ с.ш., 85°37′ в.д., у дороги, 18.07.2009, Е. Зыкова.

Родиной вида, вероятно, является Средиземноморье (Котов, 1979), откуда он в качестве ценного масличного растения был интродуцирован во многие регионы, дичал и сейчас в качестве сорного растения встречается в Европе, на Кавказе, в Средней Азии и Северной Африке. В Сибири этот сорный однолетник был обнаружен к 30-м годам XX в. на полях в окрестностях городов Томска и Барнаула, а также в Тобольской области, Красноярском крае и Якутии (Крылов, 1931). К настоящему времени найден в большинстве регионов Сибири (Никифорова, 1994б). Для Республики Алтай *S. alba* приводится впервые. Вид неустойчив, так как несмотря на довольно высокую семенную продуктивность (одно растение дает до 1800 семян), после зимовки всхожесть сохраняют не более 1 % семян (Ярмоленко, Васильченко, 1934).

Sisymbrium officinale (L.) Scop.: Республика Алтай, Майминский р-н, окр. с. Манжерок, 51°50′ с.ш., 85°45′ в.д., у дороги, 13.07.2008, Е. Зыкова; Республика Алтай, Чемальский р-н, окр. с. Усть-Сема, 51°39′ с.ш., 85°46′ в.д., у дороги, 28.06.2008, Е. Зыкова; Республика Алтай, Чемальский р-н, окр. с. Узнезя, 51°32′ с.ш., 85°56′ в.д., по улицам села, 26.07.2008, Е. Зыкова; Республика Алтай, Турочакский р-н, окр. с. Дайбово, 52°22′ с.ш., 86°54′ в.д., опушка черневого леса, у дороги, 16.08.1997, Е. Студеникина; Республика Алтай, Турочакский р-н, пос. Артыбаш, 51°47′ с.ш., 87°15′ в.д., берег оз. Телецкое, обочина дороги, 22.07.2003, Е. Зыкова.

Сорный однолетник, широко расселившийся в умеренной зоне земного шара (Котов, 1979). В Сибири первые находки зафиксированы в конце XIX в. в Томской области, а также в окрестностях городов Тобольска, Тюмени, Омска и Красноярска (Крылов, 1901). К настоящему времени *S. officinale* является обычным практически во всех сибирских регионах (Овчинникова, 1994). В Алтайском крае вид появился в 30-х годах прошлого века, тогда же он был впервые найден на территории Республики Алтай – в с. Улала (сейчас г. Горно-Алтайск) (Крылов, 1931). К концу XX в. стало известно о произрастании вида в с. Элекмонар Чемальского района (Овчинникова, 1994), позднее был найден в Онгудайском и Шебалинском районах (Пяк и др., 2000). К настоящему времени, по нашим наблюдениям, широко расселился и натурализовался в северных районах республики (Майминском, Чойском, Турочакском, Чемальском), чему способствуют высокая семенная продуктивность вида (одно растение дает около 2700 семян, из которых более 10 % сохраняют всхожесть после зимовки) и неприхотливость к условиям произрастания (Ярмоленко, Васильченко, 1934).

Thladiantha dubia Bunge: Республика Алтай, Майминский р-н, с. Дубровка, 51°56′ с.ш., 85°51′ в.д., улицы села, по заборам вдоль дороги, 29.08.2010, Е. Зыкова.

Восточно-азиатский декоративный вьющийся многолетник, культивируемый и дичающий в Восточной Европе (Васильченко, 1957; Майоров, 2006), на Дальнем Востоке, в Японии (Пробатова, 1985). В Сибири появился в конце XX в., к настоящему времени известны единичные местонахождения вида в Тюменской, Курганской (Доронькин, 1996; Науменко, 2008; Шауло и др., 2010), Омской (Бекишева и др., 2009), Томской (Эбель, 2007), Иркутской (Зарубин и др., 2001) областях и Алтайском крае (Игнатов, Игнатова, 1982; Эбель А., Эбель Т., 1997; Силантьева, 2006; Шауло и др., 2010). В Республике Алтай это второе местонахождение *Th. dubia*, впервые вид был обнаружен в Чемальском районе (Эбель, 2008).

Centaurea pseudomaculosa Dobrocz.: Алтайский край, Первомайский р-н, окр. г. Новоалтайск, 53°19′ с.ш., 84°00′ в.д., во дворе котельной на песчано-галечниковой почве, 07.08.2010, Е. Зыкова.

Весьма декоративный сорный малолетник, занесенный в Сибирь из Юго-Восточной Европы в конце XX в. До недавнего времени вид был известен лишь из Курганской и Читинской областей (Жирова, 1997). В 2000-х годах обнаружен в Омской (Бекишева и др., 2003), Иркутской (Чепинога, Верхозина, 2007) и Кемеровской (Эбель и др., 2009) областях. В Алтайском крае впервые обнаружен в 2000 г. в Усть-Калманском районе (Камелин и др., 2001) и до сих пор регулярно фиксируется на территории края (Смирнов, 2003; Золотов, 2005; Силантьева, 2006). Для окрестностей г. Новоалтайска ранее не указывался. Это еще одно местонахождение довольно агрессивного адвентика, проникновение которого возможно и на территорию Республики Алтай.

Lactuca serriola L.: Республика Алтай, Майминский р-н, окр. с. Карлушка, 51°59′ с.ш., 85°52′ в.д., у дороги, 20.09.1995, Е. Студеникина; Республика Алтай, Чойский р-н, окр. с. Соузга, 51°52′ с.ш., 85°51′ в.д., у дороги, 11.08.1996, Е. Студеникина; Республика Алтай, Майминский р-н, окр. с. Черемшанка, 51°52′ с.ш., 85°46′ в.д., заброшенный садовый питомник, 19.07.2008, Е. Зыкова; Республика Алтай, Майминский р-н, окр. с. Черемшанка, 51°52′ с.ш., 85°46′ в.д., у дороги, 02.08.2008, Е. Зыкова.

Двулетник с естественным ареалом в Европе, Северной Африке и Западной Азии (Невский, 1935), расселившийся по всему земному шару. В Западной Сибири встречается в большинстве регионов (Ломоносова, 1997), в том числе изредка по всему Алтайскому краю (Крылов, 1949; Силантьева, 2006). В Республике Алтай впервые был обнаружен в г. Горно-Алтайске (Студеникина, 1999), где к настоящему времени натурализовался и встречается достаточно часто по обочинам дорог, на пустырях, полях, в огородах. Отмечается продвижение *L. serriola* на юг и восток Республики Алтай.

Lapsana communis L.: Республика Алтай, Майминский р-н, 10 км севернее с. Манжерок, у памятника В.Я. Шишкову, 51°50′ с.ш., 85°45′ в.д., у дороги, 02.08.2008, Е. Зыкова; Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, 51°55′ с.ш., 85°57′ в.д., поля совхоза-завода "Подгорный", зарастающая залежь, 10.08.2008, Е. Зыкова.

Вид с естественным ареалом в Европе, на Кавказе, в Средиземноморье и Западной Азии (Цвелев, 1989), к настоящему времени расселился по всему Северному полушарию (Ломоносова, 1997). В Сибири был найден в начале XX в. на Алтае и в Красноярском крае (Крылов, 1904), позднее обнаружен в Томской, Тобольской (Крылов, 1949), Иркутской (Зарубин и др., 1989), Омской (Ломоносова, 1997) и Кемеровской (Фомина и др., 2000) областях. В Республике Алтай до наших сборов было известно единственное, более чем столетней давности, местонахождение *L. communis* из окрестностей с. Усть-Кан (Крылов, 1904). Из недавних находок ближайшим к Республике Алтай был сбор из окрестностей пос. Катунь на берегу оз. Ая в Алтайском районе Алтайского края (Силантьева и др., 2003).

Senecio vulgaris L.: Республика Алтай, Шебалинский р-н, окр. с. Шебалино, 50°18′ с.ш., 85°40′ в.д., зарастающие отвалы, 17.07.2009, Е. Зыкова.

Сорный однолетник, распространенный во многих районах Северного полушария, в том числе в большинстве регионов Сибири (Вибе, 1997). В Алтайском крае редок, к настоящему времени на территории края известно лишь несколько местонахождений вида (Крылов, 1949; Вибе, 2003; Силантьева, 2006). Для Республики Алтай *S. vulgaris* приводится впервые.

Solidago canadensis L.: Республика Алтай, Майминский р-н, с. Майма, 52°02′ с.ш., 85°54′ в.д., улица, пустырь, 15.08.2010, Е. Зыкова.

Декоративный многолетник с естественным ареалом в Северной Америке, интродуцированный в Европу. Это одно из самых старых декоративных растений, в Англии вид известен с 1645 г. (Виноградова и др., 2009). В Россию был ввезен в начале XX в. как каучуконосный вид, однако в таком качестве оказался непригоден, но акклиматизировался и далее распространялся через ботанические сады. В Средней России с начала XXI в. ведет себя как инвазивный вид, внедряясь в естественные ценозы (Виноградова и др., 2009). В Сибири в качестве дичающего из культуры вида отмечается с конца XX в. Встречается в Новосибирской области (Шауло, 1997) и Алтайском крае (Шауло, 1997; Силантьева, 2006). Для Республики Алтай *S. canadensis* приводится впервые. В обнаруженных местонахождениях произрастает в течение двух лет, площадь не расширяется.

Xanthium albinum (Widd.) H. Scholz: Республика Алтай, Чойский р-н, окр. с. Паспаул, 51°56′ с.ш., 86°23′ в.д., берег реки, 01.08.1998, Е. Студеникина; Республика Алтай, г. Горно-Алтайск, 51°56′ с.ш., 85°59′ в.д., улица, у ручья, 10.08.2009, Е. Зыкова.

Заносный однолетник с естественным ареалом в Центральной и Южной Америке (Виноградова и др., 2009), расселившийся вначале по всему американскому континенту, а затем проникший на евразийский материк. В европейской части России впервые обнаружен в 1922 г., к настоящему времени распространился по всем областям средней полосы, селясь по берегам водоемов, на полях, пустырях, вдоль дорог (Майоров, 2006; Виноградова и др., 2009). В Сибири впервые был собран в 1915 г. в Тюмени (Эбель, 2003). К настоящему времени найден в Алтайском крае (Эбель А., Эбель Т., 1997; Копытина, 2003; Смирнов, 2003; Силантьева и др., 2005), Новосибирской (Красноборов, Вибе, 2003) и Томской областях (Эбель, 2007). Для Республики Алтай *X. albinum* приводится впервые.

Вероятно, вид распространен в Сибири гораздо шире, так как долгое время его не отделяли от *Xanthium strumarium* L. Вид *X. albinum* отличается от *X. strumarium* крупными (15–30 мм), железисто опушенными соплодиями, покрытыми до верхушки крючковидными шипами, тогда как соплодия *X. strumarium* мельче (10–15 мм), опушены простыми волосками и на верхушке их отсутствуют крючковидные шипы. Кроме того, стебель и черешки листьев у *X. albinum* покрыты жесткими щетинистыми, а у *X. strumarium* – сравнительно мягкими волосками (Майоров, 2006).

ЛИТЕРАТУРА

Бекишева И.В., Свириденко Б.Ф., Зарипов Р.Г., Буданова М.Г., Зябликова Ю.А. Флористические находки в Омской области // Бот. журн. 2003. Т. 88, № 4. С. 146–150.

Бекишева И.В., Свириденко Б.Ф., Зарипов Р.Г., Свириденко Т.В., Самойлова Г.В., Ефремов А.Н. Флористические находки в Омской области и в Ханты-Мансийском автономном округе // Бюл. МОИП. Отд. биол. 2009. Т. 114, № 3. С. 63–65.

Васильченко И.Т. Род Тладианта – *Thladiantha* Bunge // Флора СССР. Т. 24. М.; Л., 1957. С. 94–96.

Вибе Е.И. *Senecio* L. – Крестовник // Флора Сибири. Т. 13. Новосибирск, 1997. С. 163–169.

Вибе Е.И. Род Крестовник – *Senecio* L. // Определитель растений Алтайского края. Новосибирск, 2003. С. 431–432.

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.

Герман Д.А. Дополнения и уточнения к "Флоре Сибири" (сем. Крестоцветные) // Флора и растительность Алтая. 2002. Т. 7, № 1. С. 75–80.

Доронькин В.М. Семейство *Cucurbitaceae* – Тыквенные // Флора Сибири. Т. 12. Новосибирск. 1996. С. 145–147.

Дорофеев В.И., Герман Д.А., Копытина Т.М. Заметки о распространении крестоцветных в Алтайском крае // Turczaninowia. 2000. Т. 3, № 3. С. 50–58.

Жирова О.С. *Centaurea* L. – Василек // Флора Сибири. Т. 13. Новосибирск, 1997. С. 231–240.

Жихарева О.Н., Силантьева М.М. Конспект флоры северных предгорий Алтая // Флора и растительность Алтая. 2003. Т. 8. С. 5–109.

Зарубин А.М., Ивельская В.И., Ляхова И.Г. Некоторые интересные флористические находки в Центральной Сибири // Бот. журн. 1989. Т. 74, № 9. С. 1363–1372.

Зарубин А.М., Чепинога В.В., Шумкин П.В., Барицкая В.А., Виньковская О.П. Новые и редкие адвентивные растения в Иркутской области // Turczaninowia. 2001. Т. 3, № 3. С. 27–34.

Золотов Д.В. Новые виды для флоры бассейна реки Барнаулки // Turczaninowia. 2005. Т. 8, № 4. С. 58–72.

Золотухин Н.И. Адвентивные растения на территории Алтайского заповедника // Бот. журн. 1983. Т. 68, № 11. С. 1528–1533.

Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Новости адвентивной флоры Барнаула и его окрестностей (Алтайский край) // Бот. журн. 1982. Т. 67, № 10. С. 1421–1424.

Камелин Р.В., Шмаков А.И., Смирнов С.В., Куцев М.Г., Чубаров И.Н. Дополнения к флоре Алтая // Turczaninowia. 2001. Т. 4, № 1–2. С. 79–85.

Копытина Т.М. Конспект флоры Рубцовского района Алтайского края // Флора и растительность Алтая. 2003. Т. 8. С. 110–171.

Котов М.И. Горчица – *Sinapis* L., Гулявник – *Sisymbrium* L. // Флора европейской части СССР. Т. 4. Л., 1979. С. 40–41, 138–142.

Красноборов И.М., Вибе Е.И. Новинки во флоре Новосибирской области // Turczaninowia. 2003. Т. 6, № 2. С. 92–96.

Крылов П.Н. *Sisymbrium* L. – Гулявник // Флора Алтая и Томской губернии. Т. 1. Томск, 1901. С. 91–96.

Крылов П.Н. *Lapsana* L. – Бородавник // Флора Алтая и Томской губернии. Т. 3. Томск, 1904. С. 725.

Крылов П.Н. *Sisymbrium* L. – Гулявник, *Sinapis* L. – Горчица, *Brassica* L. – Репа // Флора Западной Сибири. Т. 6. Томск, 1931. С. 1278–1284, 1287–1289, 1289–1293.

Крылов П.Н. *Vicia* L. – Горошек, вика // Флора Западной Сибири. Т. 7. Томск, 1933. С. 1784–1801.

Крылов П.Н. *Senecio* L. – Крестовник, *Lapsana* L. – Бородавник, *Lactuca* L. – Латук, молокан // Флора Западной Сибири. Т. 11. Томск, 1949. С. 2835–2859, 2967–2968, 3022–3029.

Крылов П.Н., Сергиевская Л.П. *Vicia* L. – Горошек // Флора Западной Сибири. Т. 12 (2). Томск, 1964. С. 3379.

Ломоносова М.Н. *Lactuca* L. – Латук, салат, *Lapsana* L. – Бородавник // Флора Сибири. Т. 13. Новосибирск, 1997. С. 256–259, 263.

Майоров С.Р. *Thladiantha* Bunge – Тладианта, *Xanthium* L. – Дурнишник // П.Ф. Маевский. Флора средней полосы европейской части России. М., 2006. С. 479, 494–495.

Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья. Курган, 2008. 512 с.

Невский С.А. *Lactuca* L. – Салат дикий, молокан // Сорные растения СССР. Т. 4. Л., 1935. С. 341–344.

Никифорова О.Д. *Vicia* L. – Вика, горошек // Флора Сибири. Т. 9. Новосибирск, 1994а. С. 171–184.

Никифорова О.Д. *Brassica* L. – Капуста, *Sinapis* L. – Горчица // Флора Сибири. Т. 7. Новосибирск, 1994б. С. 134–135, 136–137.

Овчинникова С.В. *Sisymbrium* L. – Гулявник // Флора Сибири. Т. 7. Новосибирск, 1994. С. 52–56.

Пробатова Н.С. Сем. Тыквовые – *Cucurbitaceae* Juss. // Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Т. 2. СПб., 1985. С. 131–137.

Пяк А.И., Эбель А.Л., Эбель Т.В. Новые и редкие виды растений во флоре Алтайского края и Республики Алтай // Krylovia. 2000. Т. 2, № 1. С. 67–72.

Ревушкин А.С., Пяк А.И., Эбель А.Л. Флористические находки в Горном Алтае // Бот. журн. 1997. Т. 82, № 8. С. 130–133.

Силантьева М.М. Конспект флоры Алтайского края. Барнаул, 2006. 392 с.

Силантьева М.М., Шмаков А.И., Смирнов С.В. Дополнение к флорам Республики Алтай и Алтайского края // Turczaninowia. 2005. Т. 8, № 4. С. 36–40.

Силантьева М.М., Эбель А.Л., Эбель Т.В. Флористические находки в Алтайском районе Алтайского края // Turczaninowia. 2003. Т. 6, № 2. С. 42–50.

Синская Е.Н. Род Капуста – *Brassica* L. // Флора СССР. Т. 8. М.; Л., 1939. С. 459–466.

Смирнов С.В. Род Дурнишник – *Xanthium* L., род Василек – *Centaurea* L. // Определитель растений Алтайского края. Новосибирск, 2003. С. 411–412, 446–448.

Студеникина Е.Ю. Высшие сосудистые растения флоры Бие-Катунского междуречья в пределах предгорий и низкогорий Алтая. Барнаул, 1999. 121 с.

Федченко Б.А. *Vicia* L. – Вика // Сорные растения СССР. Т. 3. Л., 1934. С. 210–222.

Федченко Б.А. Род Горошек – *Vicia* L. // Флора СССР. Т. 13. М.; Л., 1948. С. 406–475.

Фомина Н.А., Яковлева Г.И., Буко Т.Е., Горшкова Л.А. Дополнения к конспекту флоры высших сосудистых растений заповедника "Кузнецкий Алатау" // Биологические исследования заповедника "Кузнецкий Алатау". Кемерово, 2000. С. 20–35.

Цвелев Н.Н. Род Бородавник – *Lapsana* L. // Флора европейской части СССР. Т. 8. Л., 1989. С. 18–20.

Чепинога В.В., Верхозина А.В. К флоре эргазиофитов Иркутской области // Материалы к флоре Байкальской Сибири. Вып. 1. Иркутск, 2007. С. 161–172.

Шауло Д.Н. *Solidago* L. – Золотарник // Флора Сибири. Т. 13. Новосибирск, 1997. С. 16–20.

Шауло Д.Н. Род Горошек (Вика) – *Vicia* L. // Определитель растений Алтайского края. Новосибирск, 2003. С. 271–273.

Шауло Д.Н., Зыкова Е.Ю., Драчев Н.С., Кузьмин И.В., Доронькин В.М. Флористические находки в Западной и Средней Сибири // Turczaninowia. 2010. Т. 13, № 3. С. 69–83.

Эбель А.Л. Новые данные о распространении крестоцветных (*Brassicaceae*) на юге Сибири // Бот. журн. 1997. Т. 82, № 12. С. 101–104.

Эбель А.Л. О распространении некоторых эукенофитов на юге Сибири // Проблемы изучения адвентивной и синантропной флоры в регионах СНГ: Материалы науч. конф. М.; Тула, 2003. С. 128–130.

Эбель А.Л. Новые находки адвентивных растений в Томской области // Бот. журн. 2007. Т. 92, № 5. С. 764–774.

Эбель А.Л. Новые и редкие виды растений для флоры Алтайской горной страны // Turczaninowia. 2008. Т. 11, № 4. С. 77–85.

Эбель А.Л., Эбель Т.В. Флористические находки в Алтайском крае // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. Барнаул, 1997. Вып. 3. С. 39–41.

Эбель А.Л., Буко Т.Е., Шереметова С.А., Яковлева Г.И., Куприянов А.Н. Новые для Кемеровской области виды сосудистых растений // Бот. журн. 2009. Т. 94, № 1. С. 106–113.

Ярмоленко А.В., Васильченко И.Т. *Sisymbrium* L. – Гулявник, *Sinapis* L. – Горчица, *Raphanus* L. – Редька // Сорные растения СССР. Т. 3. Л., 1934. С. 38–44, 59–65, 65–69.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 55–59 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 582.52(575.12)

ЭНДЕМИЧНЫЕ ОДНОДОЛЬНЫЕ ГЕОФИТЫ ФЛОРЫ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

К.Ш. Тожибаев, Ф.И. Каримов

Научно-производственный центр "Ботаника" АН РУз, Республика Узбекистан,
100125, Ташкент, ул. Ф. Ходжаева, 32, e-mail: botany@uzsci.net, http://www.botanika.uz

Определено 45 эндемичных и субэндемичных геофитов флоры Ферганской долины. Для каждого вида приведены сведения о типе, данные о экологии местообитаний и распространении.

Ключевые слова: *Ферганская долина, эндемизм, геофиты, однодольный, провинция, округ, растительность.*

ENDEMIC MONOCOTYLEDONOUS GEOPHYTES OF FERGANA VALLEY FLORA

K.Sh. Tozhibaev, F.I. Karimov

Uzbek Academy of Sciences, Scientific Centre of Plant Production "Botanika",
Republic of Uzbekistan, 700125, Tashkent, F. Khodjaev str., 32, e-mail: botany@uzsci.net, http://www.botanika.uz

In this article the data on 45 endemic and subendemic geophytes of Ferghana valley flora is given. Type, habitat and distribution for any of them are given.

Key words: *Fergana valley, endemic, geophytes, monocotyledonous, province, district, vegetation.*

ВВЕДЕНИЕ

Эндемизм – один из реальных показателей путей эволюции таксонов в конкретном флористическом районе. Однодольные геофиты, состоящие главным образом из представителей семейств *Alliaceae* J. G. Agardh, *Liliaceae* Juss., в условиях Средней Азии представлены большим количеством автохтонных видов. Горно-среднеазиатская провинция, по Р.В. Камелину (1973), является одним из мощных центров современного видообразования геофитов. Так, 133 видов (54.5 %) лука из 244 – это горно-среднеазиатские эндемики (Хасанов, 2008). Уровень эндемизма луков здесь может быть сопоставим с эндемизмом полиморфных древнесредиземноморских родов *Astragalus* L. и *Cousinia* L. К одному из характерных регионов Горно-среднеазиатской провинции относится территория Ферганской долины, а точнее ее горная часть.

Ферганская долина – межгорная впадина площадью около 22 тыс. км^2, а вместе с окружающими горами достигает 80 тыс. км^2. Долина обрамлена горными хребтами: на северо-западе – Кураминским и Чаткальским, на северо-востоке – Ферганским, на юге – Туркестанским и Алайским. Высота окружающих хребтов достигает 5000 м над ур. м. Поверхность Ферганской долины в основном равнинная, большая ее часть представляет собой древнюю террасу р. Сырдарья и обширные конусы выноса рек. Высота над уровнем моря в Ферганской долине колеблется от 300–400 м на западе до 900–1000 м на востоке. Для краевых частей характерны адыры, сложенные конгломератами, перекрытые лессами. В центральной и западной частях долины встречаются пески и солончаки.

В ботанико-географическом отношении горная территория Ферганской долины целиком относится к Горно-среднеазиатской провинции и состоит из трех округов – Ферганского (Алабугинский, Сары-Челекский, Арсланбобский, Кетмень-Тюбинский районы), Фергано-Алайского (Западно-Алайский, Восточно-Алайский районы), Моголтау-Кураминского (Моголтавский, Кураминский, Ангренский районы). Обширный по площади Кухистанский округ в пределах долины представлен частью одного Северо-Туркестанского района, куда входят северные склоны Туркестанского хребта (Камелин, 1973). Равнинная часть долины является эксклавом Туранской пустынной провинции.

Растительность – преимущественно ксерофильного характера, сочетающая как группы аридных (пустынных) типов: галофильных, псаммофильных, ксерофильных и гипсофильных полукустарников, так и группы гумидных типов с арчевниками, ореховыми и хвойными лесами. Флору Ферганской долины можно считать умеренно богатой. По данным М.М. Арифхановой (1967), здесь произрастает не менее 2625 видов, что соизмеримо с флорами бассейна р. Зарафшан (50 тыс. км^2, 2589 видов, по данным К.З. Закирова, 1961), Западного Тянь-Шаня (около 45 тыс. км^2, 2844 вида, согласно В.Н. Павлову, 1980).

© К.Ш. Тожибаев, Ф.И. Каримов, 2012

На основе изучения материала Гербария Научно-производственного центра "Ботаника" Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент (TASH), а также имеющихся литературных данных и результатов собственных полевых исследований был составлен список эндемичных однодольных геофитов Ферганской долины, приводимый ниже:

Сем. *Alliaceae* J.G. Agardh

1. *Allium alaicum* Vved. 1934, Бюл. Среднеаз. ун-та 19: 130.

Typus: "Fergana, distr. Osch; pr. Gulcza, 01 VI 1900, Transchel" (LE).

Щебнистые склоны в нижнем поясе.

Алайский хребет: кишлаки Вуадиль, Гульча, Араван, урочище Кун-Мурчи.

2. *A. arkitense* R.M. Fritsch, 2002, Stapfia 80: 385.

Typus: "Chatkal-Gebirge, Sarychilek-Tal bei Arkit, ca. 1300–1500 m, 28.05.1997, R.M. Fritsch, 1625" (GAT).

Каменистые склоны в нижнем поясе, 1300–1500 м над ур. м.

Чаткальский хребет: кишлак Аркит.

3. *A. chodsha-bakirganicum* Gaffarov et Turak. 1991, Узб. биол. журн. 2: 69.

Typus: "Памиро-Алай, северный склон Туркестанского хребта, басс. р. Ходжа-Бакирган (Ляйляк), окр. кишлака Баул, на выс. 1850–1900 м над ур. м., 09 IV 1986, Г. Гаффаров" (TASH).

Мелкоземистые, мелкоземисто-щебнистые склоны в среднем поясе.

Туркестанский хребет: басс. р. Ходжа-Бакирган.

4. *A. chorkessaricum* F.O. Khass. et Tojibaev, 2010, Stapfia 92: 1.

Typus: "Tien Shan Occidentalis, montes Kuramensis, Parda Tursun fl., N 41°07′13.9″, E 70°48′24.0″, 2900 msm, 28.06.2009, Tojibaev" (TASH, isotypus – LI).

Каменистые и скалистые склоны верхнего пояса, на выс. 2700–3100 м над ур. м.

Кураминский хребет: верховья кишлака Парда Турсун.

5. *A. chychkanense* R.M. Fritsch, 2009, Bot. Jahrb. Syst. 127, 4: 466, fig. 3.

Typus: "Cultivated in Gatersleben no. TAX5057, leg. 05.05.1999, plants collected in Kyrgyzstan, by R.M. Fritsch, K. Pistrick & F.O. Khassanov № 1206 on 03.07.1994, Talassischer Alatau, Rechter Hang am Chichkan-Fluss ca. 15 km unterhalb des Alabel Passes, ca. 2200 m, N 42°15′, E 73°, 05.05.1999" (GAT, isotypus – TASH).

Каменистые склоны гор.

Таласский Алатау: гора Чичкан-тепе, перевал Алабель.

6. *A. cisferganense* R.M. Fritsch, 2002, Stapfia 80: 382.

Typus: "Fergan-Gebirge c. 30 km NÖ Uzgen, ca. 1450 m, 20.05.1997, № 1614, R.M. Fritsch" (GAT).

Мелкоземисто-каменистые склоны в нижнем поясе, на выс. 1300–1500 м над ур. м.

Ферганский хребет: окр. г. Узген.

7. *A. confragosum* Vved. 1971, Опред. раст. Средн. Азии, 2: 315, 75.

Typus: "Tian-Schan occidentalis. In montibus Mogoltau, in detritu calcareo ad cacuminal montis Spa, inter fruticces Amygdali spinosissimae, 15 VI 1928, fl., Popov" (TASH).

Щебнистые склоны и скалы в нижнем поясе.

Могол-тау: гора Чешме-арзанак, урочище Кызбиви.

8. *A. elegans* Drob. 1917, Список раст. Герб. русск. фл. № 2790.

Typus: "Алайский хр.: р. Шахимардан, кишлак Пульган. Глинисто-щебнистые склоны" (LE, isotypus – TASH).

Щебнистые и каменистые склоны от предгорий до среднего пояса.

Алайский хребет: Сары-тау, Ошская обл., окр. Кадамжай, Туркестанский хребет.

9. *A. ferganicum* Vved. 1924, Бот. мат. (Ленинград) 5: 90.

Описан из предгорий Алайского и Туркестанского хребтов (LE).

Выходы пестроцветных пород, на солончаках в предгорьях.

Могол-тау, Акбель, предгорья близ г. Наманган; Туркестанский и Алайский хребты.

10. *A. filidentiforme* Vved. 1952, Бот. мат. (Ташкент) 13: 32.

Typus: "Сев. участок Сузака, нижн. отд. Сузакской гряды, вост. склоны, 04 VII 1945, fl., № 71, Калинина и Морева" (LE).

Выходы пестроцветных пород в предгорьях.

Фергана: окр. Джалал-Абада, сай Ишма, минер. источники; Сузакская гряда.

11. *A. haneltii* F.O. Khass. et R.M. Fritsch, 1998, Linzer Biol. Beitr. 30, 1: 282.

Typus: "Tien Shan Occidentalis, montes Kuramensis, prope pagum Charkesar, 30.05.1997, № 1637, F.O. Khassanov, R.M. Fritsch" (TASH, isotypus – GAT).

Каменистые и щебнистые склоны в нижнем поясе.

Кураминский хребет: окр. кишлака Чоркесар.

12. *A. isakulii* R.M. Fritsch et F.O. Khass. 2000, Pl. Life S.-W. & C. Asia Vth Internat. Symp. Tashkent, 1998: 65.

Typus: "Tajikistan, expedition to Mogoltau massiv, valley Boj-Bogush-Ata, 09 V 1924, N 566, M. Popov et A. Vvedensky" (TASH, isotypus – LE).

Каменистые и щебнистые склоны предгорий и нижнего пояса.

Могол-тау, Кураминский хребет: окр. кишлака Иессен.

13. *A. isphairamicum* O. Fedtsch. 1906, Бот. журн.: 194; et 1912, Acta Horti Petropol. 28: 67.

Neotypus (Seisums A., 1992: 79): "Алайский хребет: Лангар (Учкурганский), 28.VI.1904 Б.А. Федченко" (LE).

Каменистые и щебнистые склоны в нижнем поясе.

Алайский хребет: кишлак Лянгар (Учкурганский).

14. *A. kuramense* F.O. Khass. et N. Friesen, 1998, Linzer Biol. Beitr. 30, 1: 287.

Typus: "Montes Kuramensis, in fissuris rupium prope pagum Charkesar, *h* = 900 m, 30.05.1997, N 1636, F.O. Khassanov et R. Fritsch" (TASH, isotypus – GAT).

Каменистые и щебнистые склоны предгорий и нижнего пояса.

Кураминский хребет: окр. кишлака Чаркесар.

15. *A. michaelis* F.O. Khass. et Tojibaev, 2009, Linzer Biol. Beitr. 41, 2: 1059, figs.

Typus: "Tien-Shan Occidentalis, Montes Kuramensis, prope pagum Ujgursaj, N 40°54′54.1″, E 71°03′27.2″, *h* = 563 m.s.l., 24.05.2009, F.O. Khassanov, K. Tojibaev, M. Keusgen" (TASH, isotypus – LI).

Лессовые и мелкощебнистые склоны в предгорьях, на выс. 500–600 м над ур. м.

Кураминский хребет: окр. г. Чуст, кишлаков Уйгурсай, Чаркесар, Голиб.

16. *A. orunbaii* F.O. Khass. et R.M. Fritsch, 2002, Stapfia 80: 385.

Typus: "Tien-Shan Occidentalis, Montes Kuramensis, prope pagum Charkesar, 700 m, 25.05.1998, N 1676, R.M. Fritsch, O. Khassanov" (TASH, isotypus – GAT).

Каменистые и щебнистые склоны в предгорьях.

Кураминский хребет: окр. кишлака Чаркесар.

17. *A. pangasicum* Turak. 1986, Докл. АН ТаджССР 29, 3: 181.

Typus: "Северный Таджикистан, Кураминский хребет, верховья сая Задвод, левый приток Пангаз-сая, под кустарниками, на высоте 2010 м над ур. м, И. Туракулов" (TAD, isotypus – TASH).

Мелкоземистые склоны среднегорий, в сообществах кустарниковой растительности.

Кураминский хребет. Найдено новое местонахождение на Чаткальском хребте – Гавасай (Лазьков, Турдиматова, 2010).

18. *A. pseudowinklerianum* R.M. Fritsch et F.O. Khass. 2000, Pl. Life S.-W. & C. Asia Vth Internat. Symp. Tashkent, 1998: 66.

Typus: "Southwestern Fergan range, Zargersaj, 10 km from Vill. Zarger on the way to Kum-bel, c. 1350 m, 15.05.1990, N 195, A. Gazybaev" (TASH, isotypus – GAT).

Речные террасы среднего пояса, на выс. 1500–2500 м над ур. м.

Ферганский хребет: басс. р. Зергерсай.

19. *A. schachimardanicum* Vved. 1971, в Опред. раст. Средн. Азии 2: 317.

Typus: "Алайский хребет, басс. р. Шахимардан, ущелье Машаланг, в тени скал, 10 VI 1968, цв., Халкузиев" (TASH).

Каменистые и мелкоземистые склоны в среднем и верхнем поясах.

Ферганский хребет: басс. р. Шахимардан.

20. *A. scharobitdinii* F.O. Khass. et Tojibaev, 2010, Stapfia 92: 1.

Typus: "Tien-Shan Occidentalis, montes Kuramensis, prope pagum Chadak, N 41°06′51.7″, E 70°36′57.4″, 2169 msm, 28.06.2009, Tojibaev" (TASH, isotypus – LI).

Мелкоземистые склоны в среднем поясе.

Кураминский хребет: басс. р. Чадаксай.

21. *A. sochense* R.M. Fritsch et Turak. 2002, Stapfia 80: 387.

Typus: "Monti Alajici, sistema influentiis fluvii Sochensis, in decliviis schistoso-lapidosis monti Sandal, 26.06.1994, I. Turakulov" (TASH, isotypus – GAT).

Каменистые и мелкоземистые склоны в среднем поясе.

Алайский хребет.

22. *A. spathulatum* F.O. Khass. et R.M. Fritsch, 1998, Linzer Biol. Beitr. 30, 1: 286.

Typus: "Tien-Shan Occidentalis, Montes Chatkalensis, prope pagum Arkit, *h* = 950 msm, 29.05.1997, N 1634, F.O. Khassanov et R.M. Fritsch" (TASH, isotypus – GAT).

Мелкоземистые и щебнистые склоны предгорий, на выс. 800–900 м над ур. м.

Чаткальский хребет: окр. кишлака Аркит.

23. *A. taciturnum* Vved. 1971, в Опред. раст. Средн. Азии 2: 314.

Typus: "Verisimiliter planta e valle fl. Karavschin (Pamir-Alaj) oriunda" (TASH).

Выходы пестроцветных пород в верхнем поясе.

Туркестанский хребет: вероятно верх. течение р. Исфара и Алайский хребет.

24. *A. taeniopetalum* Popov et Vved. subsp. *turakulovii* R.M. Fritsch et F.O. Khass. 1998, Linzer Biol. Beitr. 30, 1: 290.

Typus: "Kirgizstan: Turkestan-Gebirge, Berge ca. 1 km oberhalb Dargun, Kalkfelsflur, ca. 1880 m NN, coll. R. Fritsch et K. Pistrick 1994". Ex culturae in horto Gaterslebensis, N TAX 5068/96, leg. 11.06.1996 (LI).

Каменистые и мелкоземистые склоны в среднем поясе, на выс. 1700–1900 м над ур. м.

Туркестанский хребет.

25. *A. viridiflorum* Pobed. 1949, Бот. мат. (Ленинград) 11: 64.

Typus: "Distr. Dshelalabad. In decliviis montium prope Arkit, culta in Horto Instituti botanici Academiae Scientiarum URSS, 1945, O. Neustrueva" (LE).

Дернистые склоны в среднем поясе.

Ферганский хребет: окр. кишлака Аркит.

26. *A. zergericum* F.O. Khass. et R.M. Fritsch, 1994, Linzer Biol. Beitr. 26, 2: 969.

Typus: "Ex horto Institute botanici Tashkent, 19.05.1992. Bulbis ex regione fluvii Zerger (dexter influxio Iassy, Montes Ferganenses) misit anno 1990" (TASH, isotypus – GAT).

Каменистые и мелкоземистые склоны в среднем поясе.

Ферганский хребет: басс. р. Зергерсай.

27. *A. adylovii* Tojibaev, R.M. Fritsch, F.O. Khass., пока неописанный вид из родства *A. isakulii,* произрастает на лессовых, щебнистых почвах нижней части предгорий Кураминского хребта в Чуст-Папских адырах.

Сем. *Asphodelaceae* Juss.

28. *Eremurus zenaidae* Vved. 1952, Бот. мат. (Ташкент) 13: 27.

Typus: «Выращено в опытном отделе Ботанического сада САГУ из корневищ, собранных З.П. Бочанцевой в 1933 году в долине р. Аубек (Ферганский хребет) выше пасеки № 12 колхоза "Красный пахарь", под скалами на щебне» (LE).

Мелкоземистые, щебнистые склоны в нижнем и среднем поясах.

Ферганский хребет: долина р. Кашка-су, Алайский хребет: окр. кишлаков Шахимардан, Сох и Каратокай.

Сем. *Iridaceae* Juss.

29. *Juno narynensis* (O. Fedtsch.) Vved. 1941, Фл. Узб. 1: 515.

Typus: "Щебнистые склоны в нижнем поясе гор, Ферганская область" (LE).

Щебнистые склоны в предгорьях и нижнем поясе.

Алайский хребет: окр. кишлака Вуадиль и г. Фергана, Чаткальский хребет: по берегу р. Подша-ата, г. Наманган.

Сем. *Ixioliriaceae* T. Nakai

30. *Ixiolirion ferganicum* Kovalevsk. et Vved. 1961, Бот. мат. (Ташкент) 16: 18.

Typus: "Дорога Коканд–Маргилан. Выходы конгломератов вдоль дороги между сел. Куйбышево и Горчакова, 18 IV 1959, цв., N 64, Ковалевская" (TASH).

Подгорные каменистые равнины, выходы конгломератов в предгорьях.

Алайский хребет: кишлак Вуадиль.

Сем. *Liliaceae* Juss.

31. *Gagea circumplexa* Vved. 1952, Бот. мат. (Ташкент) 13: 28.

Typus: "Окр. г. Фергана-Ярмазар, 22 II 1948, цв., Шафеев" (TASH).

Глинистые, видимо, гипсоносные склоны в предгорьях.

Алайский хребет: окр. кишлака Вуадиль, басс. р. Шахимардан.

32. *G. incrustata* Vved. 1941, Фл. Узб. 1: 416, 542.

Typus: "Ходжент, предгорья Могол-тау, 06 III 1934, цв., N 942, Комаров" (TASH).

Каменистые склоны предгорий.

Могол-тау, Кураминский хребет: басс. р. Кансай.

33. *G. multipedunculifera* Levichev, 2001, Turczaninowia 4, 1–2: 17.

Typus: "Киргизия, Ошская область, Алайский хребет, перевал 40 лет Киргизии, 3000 м над ур. м., 11 VII 1968, Убукеева, Арбаева, Мурсалиева, Б. Султанова" (LE, isotypus – FRU).

Высокогорья Алайского хребта.

34. *G. schachimardanica* Levichev, 2001, Turczaninowia 4, 1–2: 25.

Typus: "Выращен из луковиц, собранных 26 V 1981 на берегу Голубого озера в бассейн реки Шахимардан (Алайский хребет, Узбекистан), 16 IV 1985, N Г-25, И. Левичев" (LE, isotypus – TASH).

По склонам, конусам выноса и известняковым осыпям в среднем поясе.

Алайский хребет: басс. р. Шахимардан.

35. *Tulipa anadroma* Botschantz. 1961, Бот. мат. (Ташкент) 16: 7.

Typus: "Выращено в Ботаническом саду Академии наук УзССР (N 1967) из семян, собранных Р.М. Мурзовой в 1953 г. в Чаткальском хребте в окр. оз. Сары-Челек в лесничестве Аркит" (TASH).

На мелкоземистых склонах в среднем поясе.

Чаткальский хребет: оз. Сары-Челек.

36. *T. ferganica* Vved. 1935, Бюл. Среднеаз. ун-та 21: 148.

Typus: "Выращен в опытном отделе Ботанического сада САГУ из луковиц, привезенных З. Бочанцевой: верховья р. Кугарт, осыпи у первого перехода через р. Кугарт выше ее слияния с Аубеком, 24 VII 1933, N 592" (TASH).

Каменистые и мелкоземистые склоны среднего пояса.

Чаткальский, Ферганский и Алайский хребты.

37. *T. neustruevae* Pobed., 1949, Бот. мат. (Ленинград) 1: 64.

Typus: "Kirgizia in declivibus herbaceis montium prope Togus-bulak lecta, culta in Horto Instituti botanici Academiae Scientiarum URSS, 1945, Neustrueva" (TASH?).

Мелкоземистые склоны в среднем поясе.

Алайский хребет: урочище Тогуз-Булак.

38. *T. scharipovii* Tojibaev 2009, Linzer Biol. Beitr. 41, 2: 1063, figs.

Typus: "Tien-Shan Occidentalis, montes Kuramensis, propepagum Uygursay, N 40°54′54.7″, E 71°03′28.1″, *h* = 530 m.s.l., 20.03.2009, Tojibaev" (TASH, isotypus – LI).

Лессовые и щебнисто-каменистые склоны предгорий, на выс. 500–1400 м над ур. м.

Кураминский хребет: предгорья севера Ферганской долины.

Кроме строгих эндемиков во флоре однодольных геофитов Ферганской долины имеется семь субэндемичных видов с выходами в Алайскую долину, Ташкентский Алатау и Угамский, Пскемский хребты. К их числу относятся следующие виды:

39. *Allium aflatunense* B. Fedtsch., 1904, Bull. Herb. Boiss. 4: 917.

Typus: "Басс. реки Афлатун, крутые склоны" (LE).

Травянистые склоны и прирусловые террасы со слабым грунтовым увлажнением в среднем поясе.

За пределами Ферганской долины: басс. р. Ташкескан Чаткальского заповедника, Пскемский, Угамский хребты.

40. *A. anisotepalum* Vved., 1934, Бюл. Среднеаз. ун-та 19: 123.

Typus: Арсланбоб, 03 VI 1899, цв., Литвинов (LE).

Щебнистые и мелкоземистые склоны в среднем поясе.

За пределами Ферганской долины: басс. р. Ангрен.

41. *A. dodecodontum* Vved., 1971, в Опред. раст. Средн. Азии 2: 316.

Typus: "Аркит, Сары-Челек, ореховый лес, 1600–1700 м над ур. м., 25.05.1956, цв., 236, Галкина" (TASH).

Мелкоземистые склоны в среднем поясе.

За пределами Ферганской долины: басс. р. Чаткал, урочище Кумбель.

42. *A. gracillimum* Vved., 1946, Бот. мат. (Ленинград) 9: 243.

Typus: "Могол-тау, Сангиран-сай, в расщелинах скал, 06 VI 1939, цв., В. Комаров" (LE).

Каменистые склоны в среднем поясе.

За пределами Ферганской долины: Чаткальский хребет, долина р. Ахангаран, юго-западные отроги хр. Бабайтаг.

43. *A. litvinovii* Drob. ex Vved., 1971, в Опред. раст. Средн. Азии 2: 314.

Typus: "In declive, argilloso-lapidosis jugi Alajici pr. Pulgan, 21 V 1916, fl., et fr., immat, N 2789, Drobov" (TASH).

Мелкоземистые и мелкоземисто-щебнистые склоны в среднем поясе.

За пределами Ферганской долины: Алайская долина, Дараут-Таг, сев. склон.

44. *A. mogoltavicum* Vved., 1946, Бот. мат. (Ленинград) 9: 240.

Typus: "Горы Могол-тау, ущелье на восток от ущелья Мамрансай, 04 V 1927, цв. и пл. мол., N 28735, Н. Гранитов" (TASH).

Каменистые склоны в нижнем поясе.

За пределами Ферганской долины: басс. р. Ангрен: река Кичкина-Янгоклик-сай и междуречье Чирчик–Ангрен.

45. *A. rudolfii* Turak., 1986, Докл. АН ТаджССР 29, 3: 180.

Typus: "Северный Таджикистан, Кураминский хребет, горы Калкан-Ата, окр. кишлака Кочкарли, на щебнистом склоне высоких предгорий, 24.05.1984, цв. и пл., И. Туракулов" (TAD).

Каменисто-щебнистые склоны высоких предгорий.

За пределами Ферганской долины: басс. р. Ангрен.

В целом в составе этой флоры определено 45 эндемичных и субэндемичных видов. Они распределены между 5 семействами и 6 родами. Основное количество видов (34) относится к сем. *Alliaceae* (род *Allium* L.). Сем. *Liliaceae* с 8 видами занимает второе место, где роды *Tulipa* L. и *Gagea* Salisb. представлены одинаковым количеством видов – по 4; остальные 3 семейства – одним родом и видом. Основное количество эндемичных геофитов сосредоточено в предгорьях (14 видов), нижнем (11) и среднем (15) поясах гор. Равнины и высокогорья Ферганской долины относительно бедны эндемиками. Только *Ixiolirion ferganicum* может считаться равнинно-предгорным видом. Чисто высокогорными являются всего лишь 3 вида.

Преобладающее количество видов произрастает на каменисто-щебнистых почвах, открытых склонах преимущественно южной экспозиции. Только некоторые эндемики Чаткальского и Ферганского хребтов приурочены к гумидным типам растительности – хвойным лесам с увлажненной почвой.

Из 45 эндемичных геофитов 23 вида – узколокальные образования с несколькими местообитаниями в пределах одного хребта. Особенно богат эндемиками Кураминский хребет – в окрестностях Чаркесара и Чадака, где сосредоточено 9 эндемичных видов. Подобное характерно и для Алайского хребта. В районе низовьев рек Вуадиль, Шахимардан и Сох произрастают 6 узких эндемиков. В гумидных районах Чаткальского (Сары-Челек, Аркит) и Ферганского (Зергерсай) хребтов узкоэндемичных видов намного меньше. Перечисленные эндемичные виды геофитов Ферганской долины по родственным связям тяготеют как к тяньшанским (преимущественно западно- и северо-тяньшанским видам), так и к памироалайским. Эндемизм геофитов Ферганской долины носит преимущественно молодой и прогрессивный характер.

Для сохранения редких и исчезающих видов в условиях *ex situ* в Ботаническом саду АН РУз создается живая коллекция редких геофитов. В настоящее время (сборы 2009–2010 гг.) на Среднеазиатском участке выращиваются 27 видов, среди которых есть виды как с узким распространением, так и виды, эндемичные для Ферганской долины и Западного Тянь-Шаня.

Благодарности

Авторы выражают благодарность д-ру биол. наук Ф.О. Хасанову за ценные консультации и помощь при определении растений.

ЛИТЕРАТУРА

Арифханова М.М. Растительность Ферганской долины. Ташкент, 1967. 294 с.

Закиров К.З. Флора и растительность бассейна реки Зарафшан. Ч. II. Конспект флоры. Ташкент, 1961. 446 с.

Камелин Р.В. Флорогенетический анализ естественной флоры горной Средней Азии. Л., 1973. 356 с.

Лазьков Г.А., Турдиматова Н.К. Редкие и новые для Киргизии виды *Allium* (*Alliaceae*) // Бот. журн. 2010. Т. 95, № 11. С. 1637–1639.

Павлов В.Н. Растительный покров Западного Тянь-Шаня. М., 1980. 248 с.

Хасанов Ф.О. Род *Allium* L. во флоре Средней Азии: Автореф. дис. … д-ра биол. наук. Ташкент, 2008. 35 с.

Seisums A. Interspecific differens of two *Allium* taxa // Proc. Latvian Acad. Sci. B. 1992. N 4. P. 79–80.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 60–71 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 58.502.75 (571.52)

КЛЮЧЕВЫЕ БОТАНИЧЕСКИЕ ТЕРРИТОРИИ В РЕСПУБЛИКЕ ТЫВА

И.А. Артемов

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: Artemov_1@mail.ru

Составлен список охраняемых и эндемичных видов, квалифицирующих Ключевые ботанические территории (КБТ) Республики Тыва. Для этих видов создана база данных гербарных образцов, содержащая координаты их местонахождений, на основе которой составлены дополненные списки охраняемых и эндемичных видов для ранее выделенных тувинских КБТ, оценена их репрезентативность в отношении данных видов, предложены новые КБТ.

Ключевые слова*: Ключевые ботанические территории, Республика Тыва, находящиеся под угрозой виды, эндемичные виды.*

IMPORTANT PLANT AREAS IN THE TUVA REPUBLIC

I.A. Artemov

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: Artemov_1@mail.ru

A list of protected and endemic species qualifying the Important Plant Areas (IPA) of the Tuva Republic was compiled. A database of herbarium specimens and coordinates of their locations for these species was developed. By means of the database supplemented lists of protected and endemic species for the previously singled out Tuvinian IPA are compiled, representativeness of the IPA in respect of the given species was estimated, new IPA were proposed.

Key words*: Important Plant Areas, Tuva Republic, endangered species, endemic species.*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время не вызывает сомнений необходимость мониторинга и сохранения биоразнообразия, в том числе разнообразия растительного мира. Важным условием эффективной деятельности в этом направлении является определение таксономических и территориальных приоритетов, когда внимание и усилия концентрируются на охраняемых и эндемичных видах, произрастающих в пределах некрупных участков, число которых сравнительно невелико. В качестве таких участков рассматриваются Ключевые ботанические территории (КБТ), представляющие собой наиболее ценные, с ботанической точки зрения, выделы естественной растительности, выбранные специалистами на основе унифицированных критериев. Эти территории могут характеризоваться исключительным видовым разнообразием, включать местообитания растений, находящихся под угрозой, уязвимых, редких или эндемичных. Данные участки не являются каким-либо типом особо охраняемых природных территорий (ООПТ) и их границы не закреплены законодательно. Система КБТ той или иной страны или, в случае России, субъекта федерации представляет интерес в качестве информационной основы для выявления ботанической составляющей биологического разнообразия, эффективного мониторинга растений и растительных сообществ, оценки ботанической ценности и репрезентативности существующих и планируемых ООПТ. Актуальность выделения КБТ обусловлена тем, что до недавнего времени как в различных природоохранных программах, так и при создании новых ООПТ растениям уделялось сравнительно немного внимания, тогда как они составляют основу практически всех наземных экосистем и представляют значительную часть общего биоразнообразия. Идентификация КБТ в конечном счете способствует проведению политики, направленной на сохранение данных участков и, как следствие, биоразнообразия в целом (Андерсон, 2003).

Необходимость выявления КБТ была декларирована в 1995 г. на Первой конференции Planta Europa – действующей в Европе сети правительственных и неправительственных организаций, работающих в сфере сохранения растений. В 2001 г. вышел в свет первый вариант руководства по выделению КБТ, что позволило инициировать проекты в ряде стран Восточной и Западной Европы. К настоящему времени более или менее разветвленную сеть КБТ имеют Белоруссия, Чехия, Эстония, Польша, Румыния, Словения,

© И.А. Артемов, 2012

Болгария, Хорватия, Черногория, Турция, Великобритания. Так, в Белоруссии выделено 10 КБТ, в Турции их число составляет 122, а в Румынии – 276 (Андерсон, 2003; Масловский, Пронькина, 2004; Arii speciale…, 2007; Important Plant…, 2011).

В России первая попытка выделения КБТ была предпринята в 2006–2008 гг. в рамках проекта "Стратегия сохранения растений Алтае-Саянского экорегиона". На территории региона выделено 92 КБТ в 5 субъектах федерации, в том числе 19 КБТ в Республике Тыва (Ключевые… территории…, 2009). Выделение КБТ осуществлялось на основании стандартных критериев, разработанных для европейских стран (Андерсон, 2003) и адаптированных с учетом географических особенностей и особенностей природоохранного законодательства Российской Федерации (Ключевые… территории…, 2009). В качестве критерия для выделения КБТ в первую очередь принимались местонахождения видов из красных книг и эндемичных видов. Ниже такие виды называются критериальными.

Следует отметить, что это не первый опыт выявления в регионе и в Туве участков, на которых сосредоточено наибольшее число представляющих интерес видов растений. Так, в 1989 г. была опубликована коллективная монография "Редкие и исчезающие виды растений Тувинской АССР" (1989), где приводится характеристика 250 редких, эндемичных и находящихся под угрозой видов тувинской флоры и предлагается 25 участков, имеющих наибольшее значение для сохранения этих видов. В 2003 г. в рамках проекта WWF "Обеспечение долгосрочного сохранения биоразнообразия Алтае-Саянского экорегиона" нами выделены территории на основании их богатства эндемичными видами, занесенными в региональные Красные книги (Артемов, 2003).

Выделение тувинских КБТ осуществлялось главным образом посредством экспертной оценки, когда специалист предлагал те или иные территории в качестве КБТ на основании литературных данных, своего опыта и знаний о распространении и обилии видов. Не имея возможности на первом этапе работы охватить системой КБТ все критериальные виды, авторы придерживались следующих принципов: охватить системой КБТ местонахождения всех тувинских эндемиков; выделить КБТ с желательно наиболее большим числом критериальных видов; как можно более полно охватить системой КБТ природное разнообразие Тувы. При таком подходе выделенные КБТ не охватывали всего разнообразия критериальных видов и не все критериальные виды, произрастающие в пределах той или иной КБТ, отмечались при ее обосновании. Для оценки и повышения репрезентативности тувинских КБТ в отношении критериальных видов и наиболее полного использования исходных данных (гербарного материала) для обоснования этих территорий был предпринят второй этап работы: составлен список критериальных видов для Республики Тыва; создана база данных (БД) гербарных образцов этих видов, содержащая координаты их местонахождений; с использованием БД составлены дополненные списки критериальных видов для ранее выделенных тувинских КБТ; оценена их репрезентативность в отношении критериальных видов; предложены КБТ, включающие местообитания критериальных видов, не охваченных выделенными ранее КБТ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Методика выделения КБТ предполагает использование нескольких критериев: A – наличие на территории видов, находящихся под угрозой; B – общее высокое видовое богатство флоры или богатство видами, имеющими какое-либо особое значение (например, богатство редкими видами из красных книг и/или эндемичными видами); C – наличие на территории угрожаемых местообитаний. Критерий A, в свою очередь, подразделяется на четыре категории: Ai – виды, признанные находящимися под глобальной угрозой и внесенные в мировой Красный список Всемирного союза охраны природы (МСОП); Aii – виды, признанные находящимися под угрозой в Европе и внесенные в европейские Красные списки, в частности, в Приложение I к Бернской конвенции по сохранению естественных местообитаний (Convention…, 1979) и/или Приложения IIb и IVb к Директиве Европейского союза по сохранению естественных местообитаний, дикой фауны и флоры (Council directive…, 1992); Aiii – национальные эндемики, находящиеся под угрозой; Aiv – национальные субэндемики, находящиеся под угрозой (Андерсон, 2003).

При работе по выделению КБТ в субъектах Алтае-Саянского региона критерии и категории адаптировались с учетом особенностей российской природоохранной практики и природоохранного законодательства (Ключевые… территории…, 2009). Виды категории Ai для российской части Алтае-Саянского региона не могут быть выделены, так как в Красном списке МСОП не приводится ни одного вида высших сосудистых растений со статусом CR (находящийся в критическом состоянии), EN (находящийся в опасном состоянии) или VU (уязвимый) для данной территории (Категории и критерии…, 2002; The IUCN Red List…, 2010). К категории Aii было предложено относить все (а не только находящиеся под угрозой и уязвимые) виды, внесенные в Красную книгу Российской Федерации (2008). Это объясняется тем, что отношение площади того или иного субъекта Российской Федерации к площади России вполне сравнимо с отношением площадей какой-либо европейской страны и Европы. В данном случае также принималось во внимание значение Красной книги Российской Федерации (2008), которая в нашей стране является не толь-

ко информационным изданием, но и документом, регламентирущим охрану растений на общегосударственном уровне. В то же время к категории Aii отнесены не все виды из европейских красных списков, произрастающие в Алтае-Саянском регионе, а лишь те, которые являются более или менее редкими. Категорию Aiii составили эндемики субъектов федерации (например, Республики Тыва или Республики Алтай) и виды, включенные в Красные книги этих субъектов в качестве исчезнувших, находящихся под угрозой или уязвимых, т. е. со статусом 0(Ex), 1(E) или 2(V). Это объясняется тем, что субъекты федерации сравнимы по территории с европейскими странами. К категории Aiv относились виды, внесенные в региональные Красные книги в качестве угрожаемых и распространенные в пределах Алтае-Саянской флористической провинции, территория которой принималась в понимании А.Л. Тахтаджяна (1978) с дополнениями А.С. Ревушкина (1987). В этот фитохорион входят: Русский, Казахстанский и Монгольский Алтай, Салаир, Кузнецкий Алатау, Западный и Восточный Саян, Западный и Восточный Танну-Ола, Сенгилен, Восточно-Тувинское нагорье, Хамар-Дабан, Прихубсугулье, Хангай, северные макросклоны Саура, Тарбагатая, Джунгарского Алатау и Гобийского Алтая, Кузнецкая, Минусинская, Тувинская и Чуйская межгорные котловины. Критерию B (богатство видами, имеющими какое-либо значение) соответствовали виды, внесенные в региональные Красные книги в качестве редких, т. е. со статусом 3(R), а также эндемики Алтае-Саянской флористической провинции, не включенные в Красные книги. Таким образом, для субъектов Российской Федерации в Алтае-Саянском регионе в качестве видов, соответствующих разным категориям критерия A и критерию B, рассматривались виды, внесенные в Красную книгу Российской Федерации (2008), Красные книги субъектов и эндемики Алтае-Саянской флористической провинции (Ключевые… территории…, 2009).

В настоящей работе в качестве критериальных видов тувинских КБТ принимались виды, включенные в Красную книгу Российской Федерации (2008), Красную книгу Республики Тыва (1999), редкие в Туве виды из европейских красных списков (Convention…, 1979; Council directive, 1992), эндемики Алтае-Саянской флористической провинции, а также субэндемики Алтае-Саянской флористической провинции, ареал которых заходит на тувинскую часть Убсунурской котловины. Для составления списка критериальных видов использовались литературные источники: Красная книга Российской Федерации (2008), Красная книга Республики Тыва (1999), а также публикации, содержащие информацию о распространении видов, на основании которой можно было судить, является ли тот или иной вид тувинской флоры эндемиком Тывы или эндемиком/субэндемиком Алтае-Саянской флористической провинции (Флора Сибири, 1987–2003; Губанов, 1996; Определитель…, 2007).

База данных гербарных образцов критериальных видов создана в системе управления базами данных Microsoft Access 2002. Основу БД составляет таблица из 2382 записей, поля которой содержат всю информацию гербарной этикетки: семейство, род и вид образца, географическое и экологическое описание местонахождения, дату сбора и имена коллекторов, а также координаты точки сбора. Для заполнения БД использовались главным образом образцы из тувинского отдела Гербария Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NS), который в настоящее время является наиболее крупной коллекцией тувинских растений. Из образцов, использованных при заполнении БД, 136 собраны автором статьи. Для ряда критериальных видов, образцы которых отсутствовали в Гербарии ЦСБС СО РАН, использовались образцы из фондов Гербария им. М.Г. Попова ЦСБС СО РАН (NSK), Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета (TK), а также литературные источники, содержащие более или менее подробные описания местонахождений редких видов: Красная книга Республики Тыва (1999), Определитель растений Республики Тывы (2007), флоры (Соболевская, 1953; Ревушкин, 1981; Флора Сибири, 1987–2003; Шауло, 1998) и протологи (Красноборов и др., 1984; Зуев, 1992; Овчинникова, 2000; Никитин, 2002; Kadota, 1994).

Ключевой и наиболее трудоемкой задачей при заполнении БД было определение координат местонахождений в тех случаях, когда они в тексте этикетки не приводились. Следует отметить, что лишь в последнее время полевые ботаники получили возможность достаточно точно определять координаты местонахождений, для этого в поле используются навигаторы GPS, а в лаборатории – система Google Earth. Существенная же часть гербарных образцов, собранных ранее, либо содержит координаты, проставленные с помощью карты масштаба 1:1 000 000, либо словесное описание местонахождения. В тех случаях, когда координаты в этикетке отсутствовали, их определяли на основании словесного описания местонахождения в этикетке, главным образом с использованием карты масштаба 1:1 000 000. В ряде случаев для выяснения или уточнения местонахождений приходилось использовать карты масштаба 1:100 000, либо обращаться за консультацией к коллекторам интересующих нас образцов – И.М. Красноборову, Д.Н. Шауло, М.Н. Ломоносовой, А.А. Красникову.

Иногда координаты в старых этикетках не соответствовали географическому описанию местонахождения. В этих случаях вводили в соответствующие поля БД исправленные координаты, сохраняя авторский текст этикетки (в том числе и приведенные коллектором координаты) в текстовом поле БД.

Например, для образца "*Oxytropis lanuginosa* Kom. Тувинская АССР, Тандинский р-н, окр. оз. Дус-Холь, 51°20′ с.ш., 94°30′ в.д., барханы. 20.07.1983 г. И.М. Красноборов. № 1012" указанные координаты соответствуют центральной части акватории расположенного восточнее оз. Хадын. В данном случае в БД были введены уточненные координаты 94°25′ в.д. Еще один пример – образец "*Frankenia tuvinica* Lomonosova. Тувинская АССР, Пий-Хемский р-н, оз. Белое, 52°05′ с.ш., 94°30′ в.д., солончак. 11.09.1989 г. М. Ломоносова, О. Жданова, Д. Шауло. № 101". Указанное в этикетке место – оз. Белое в Пий-Хемском районе, находится не на 94°30′ в.д., а на 93°40′ в.д. Очевидно, что в этикетке допущена опечатка-инверсия.

Гербарные образцы при заполнении БД, как правило, не переопределялись. В противном случае завершение работы отодвинулось бы на неопределенный срок. Исключение касалось некоторых случаев, когда правильность определения вызывала серьезные сомнения. Например, в Тувинском отделе Гербария ЦСБС СО РАН (NS) хранился единственный образец *Oxytropis polyphylla* Ledeb., собранный в 1979 г. на хр. Сенгилен и определенный студентом, проходившим в то время полевую практику. Принимая во внимание неопытность коллектора, а также то, что ареал *O. polyphylla* ограничен Юго-Восточным Алтаем и Юго-Западной Тувой, мы перепроверили определение образца, который оказался мелким экземпляром *Oxyrtopis tragacanthoides* Fisch.

Для получения списков критериальных видов тувинских КБТ на основании координат их местонахождений написана программа IPA1 на языке Visual Basic for Access (VBA), которая, используя таблицу БД, по координатам крайних точек КБТ выдавала список видов с местонахождениями в пределах заданного квадрата. Метод позволил пополнить число критериальных видов для ряда выделенных ранее КБТ. При этом некоторые виды, приведенные ранее для той или иной КБТ на основании экспертной оценки и дневниковых записей (Ключевые… территории…, 2009), данным методом не выявлены.

Для полного охвата системой КБТ критериальных видов следовало предложить дополнительные территории. При этом желательно ограничиться минимальным числом КБТ небольшого размера. Для этого написана программа IPA2, алгоритм которой заключался в том, что контур заданного размера (со стороной 0.4°, хотя программа предполагает возможность выбора) перемещался с заданным шагом (0.2°) по карте в направлениях запад–восток и север–юг. При этом на каждом шаге проверялось наличие в данном контуре местонахождений критериальных видов, не вошедших в выделенные ранее КБТ. Далее программа ранжировала контуры, в которых обнаружены требуемые критериальные виды, по убыванию их числа. Те контуры, в которых число местонахождений заданных критериальных видов было наибольшим, рассматривались в качестве кандидатов для выбора новой КБТ. Например, на первом прогоне программы для 62 видов, не вошедших в предложенные ранее КБТ, максимальное их число на контур со стороной 0.4° составило 7.

Для контуров с заданным (максимальным) числом видов программа выдавала списки видов и координаты их местонахожнений. На основании этих данных путем экспертной оценки выбиралась новая КБТ. Исходя из особенностей рельефа на карте очерчивались ее границы и задавались крайние точки.

Поскольку площадь выбранной КБТ (и площадь контура, заданного ее крайними точками) была, как правило, меньше исходного контура со стороной 0.4°, по координатам крайних точек КБТ с помощью программы IPA1 составлялся список критериальных видов новой КБТ. В данный список обычно входили как виды, не отмеченные для выбранных ранее КБТ, так и виды, уже охваченные системой КБТ. Например, для первой дополнительной КБТ "Южный склон хр. Академика Обручева в междуречье рек Куген, Шуй и Ка-Хем" с координатами крайних точек 51°17′–51°30′ с.ш., 95°40′–96°03′ в.д. отмечено 18 критериальных видов, из которых 7 не приводились для выделенных ранее КБТ: *Festuca extremiorientalis* Ohwi, *Cypripedium macranthon* Sw., *Neottianthe cucullata* (L.) Schlecht., *Caragana altaica* Pojark., *Viola dactyloides* Roem. et Schult., *Scutellaria mongolica* K. Sobol., *Thymus elegans* Serg.

Критериальные виды, вошедшие в новую КБТ впервые (не отмеченные в предыдущих КБТ), исключались из числа видов, не охваченных системой КБТ. Так, после выбора первой дополнительной КБТ список видов, не охваченных имеющимися КБТ, сократился до 55.

Для выбора новой дополнительной КБТ алгоритм повторялся.

По мере выбора новых КБТ число не охваченных системой КБТ критериальных видов, местонахождения которых можно было бы ограничить одним контуром сравнительно небольшого размера, сокращалось с 7 до 1. При этом число контуров с одним неохваченным критериальным видом существенно превышало число контуров, в которые входило большее их число.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Критериальные виды. Общее число видов, квалифицирующих тувинские КБТ по критериям A и B, составляет 237 таксонов, что соответствует 11 % от общего числа видов тувинской флоры (Определитель…, 2007).

К категории Aii относятся 42 вида, из них 35 включены в Красную книгу Российской Федерации (2008), в том числе 1 вид (*Viola incisa* Turcz.) имеет статус 1 (находящийся под угрозой исчезновения), 9 – статус 2 (сокращающиеся в численности), 25 – ста-

тус 3 (редкие). Следует отметить, что некоторые виды, приводимые в Красной книге Российской Федерации для территории Тувы, нами в качестве критериальных не рассматривались. Это *Stipa consanguinea* Trin. et Rupr., *Saussurea ceterachifolia* Lipsch. и *Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova.

Stipa consanguinea указывается К.А. Соболевской в Конспекте флоры Тувы (1953) со ссылкой на сборы П.Н. Крылова ("…найдено П.Н. Крыловым лишь в окр. оз. Убса-Нур у арыка"). Принимая во внимание, что его маршрут проходил вдоль северо-западной оконечности оз. Убсу-Нур (Крылов, 1903), которая в настоящее время относится к территории Монголии, а сборы этого вида в Туве более не проводились, следует предположить, что данный вид во флоре республики отсутствует.

Saussurea ceterachifolia приводится для флоры Тувы и России на основании сборов К.А. Соболевской 1947 г. в местонахождении "падь Кошаты-Нур". Однако повторные наблюдения и сборы вида в Туве с тех пор не проводились, топоним "Кошаты-Нур" на российских картах отсутствует, но на территории Монголии в непосредственной близости от российско-монгольской границы есть небольшое озеро Хошо-Нур. Также следует принять во внимание, что в 1947 г. дорога Мугур-Аксы–Кызыл-Хая проходила южнее современной государственной границы. На основании этого можно предположить, что данное местонахождение в настоящее время относится к территории Монголии, а вид в российской флоре отсутствует.

Dactylorhiza baltica, по всей видимости, на территории Тувы не встречается. В Определителе растений Республики Тывы (2007) этот вид не приводится. В Гербарии ЦСБС СО РАН (NS) его образцы отсутствуют.

Число видов категории Aii, рассматриваемых в качестве критериальных на основании того, что они включены в европейские Красные списки, составляет семь таксонов: *Botrychium multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr., *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex G. Kunze) Kurata, *Arctagrostis latifolia* (R. Br.) Griseb., *Ranunculus lapponicus* L., *Draba cinerea* Adams, *Pedicularis sudetica* Willd., *Dendranthema zawadskii* (Herbich) Tzvel. Из них три вида внесены в Приложение I Бернской конвенции и 4 – в Приложение II Директивы ЕС по местообитаниям (Convention…, 1979; Council directive…, 1992).

Следует отметить, что в Туве произрастают 19 видов, включенных в указанные красные списки. Однако 10 видов из этих списков на территории Тувы являются обычными и в качестве критериальных нами не принимались. Это *Dryopteris fragrans* (L.) Schott, *Moehringia lateriflora* (L.) Fenzl, *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Saxifraga hirculus* L., *Agrimonia pilosa* Ledeb., *Primula nutans* Georgi, *Dracocephalum ruyschiana* L., *Artemisia laciniata* Willd., *Aster sibiricus* L., *Ligularia sibirica* (L.) Cass.

Также не принимался в качестве критериального вида *Typha minima* Funck ex Hoppe (Приложение I Бернской конвенции), приведенный для флоры Тувы в Определителе растений Тувинской АССР (1984) и его переиздании (Определитель…, 2007). Ни в каких других литературных источниках, в том числе во Флоре Сибири (1987–2003), данный вид для Тувы не указывается, а его сборы из Республики в Гербарии ЦСБС СО РАН (NS) отсутствуют. По-видимому, вид был включен в тувинские определители на основании того, что он приводится для монгольской части Убсунурской котловины (Грубов, 1982) и потенциально может произрастать в ее тувинской части.

Вид *Cypripedium calceolus* L., включенный в Приложение I Бернской конвенции и Приложение II Директивы ЕС по местообитаниям (Convention…, 1979; Council directive…, 1992), занесен также в Красную книгу РФ (2008) и на основании этого принимался в качестве критериального вида категории Aii.

К категории Aiii относятся три тувинских эндемика, включенных в Красную книгу Республики Тыва в качестве уязвимых: *Aconitum krasnoboroffii* Kadota, *Hedysarum chaiyrakanikum* Kurbatsky, *Eritrichium tuvinense* M. Pop.

Следует отметить, что оценка состояния видов в Красной книге Республики Тыва (1999) в качестве уязвимых или находящихся под угрозой имеет в значительной степени субъективный характер. Дело в том, что в нашем распоряжении имеются лишь гербарные сборы и реже геоботанические описания тувинских видов из красных книг. На основании этих данных можно делать выводы только о редкости или обычности видов и их обилии в сообществах на момент составления описания. Количественные оценки численности особей в ценопопуляциях и площади ценопопуляций, а также повторные наблюдения, на основании чего можно было бы судить о динамике численности и наличии угроз, как правило, не проводились. В качестве лимитирующего или угрожающего фактора в Красной книге Республики Тыва (1999) чаще всего указывается выпас или перевыпас. Однако в Туве, где скотоводство в течение столетий представляло основной тип хозяйственной деятельности, оно вряд ли может быть причиной современного сокращения численности видов, тем более что в 90-е годы прошлого столетия поголовье скота в Республике сократилось и лишь к настоящему времени скотоводство начинает приобретать былые масштабы. Таким образом, виды, внесенные к Красную книгу Республики Тыва (1999) в качестве уязвимых, в большинстве случаев являются лишь редкими или очень редкими.

К категории Aiv относятся семь эндемиков, произрастающих в пределах Алтае-Саянской флористической провинции и включенных в Красную книгу Республики Тыва (1999) в качестве уязвимых: *Gagea altaica* Schischk. et Sumn., *Aphragmus involucratus*

(Bunge) O.E. Schulz, *Hylotelephium populifolium* (Pall.) H. Ohba, *Astragalus politovii* Kryl., *Oxytropis ammophila* Turcz., *Veronica reverdattoi* Krasnob., *Saussurea orgaadayi* V. Khan. et Krasnob.

К критерию B относятся 185 видов, включенных в Красную книгу Республики Тыва (1999) в качестве редких и/или являющихся эндемиками/субэндемиками, произрастающими в пределах Алтае-Саянской флористической провинции, которые не удовлетворяют требованиям категорий Aii, Aiii, Aiv.

Ниже приводится обобщенный список критериальных видов, квалифицирующих КБТ Республики Тыва. Семейства в списке расположены по системе Энглера. Роды и виды в пределах семейств расположены по алфавиту. Для каждого вида в скобках приводится его критерий и категория, а также данные, на основании которых он отнесен к соответствующему критерию и категории: статус таксона в Красной книге Росийской Федерации (2008) и/или Красной книге Республики Тыва (1999), внесен ли он в Приложение I Бернской конвенции (Convention…, 1979) и/или Приложение II Директивы ЕС по местообитаниям (Council Directive…, 1992), является ли тувинским эндемиком, либо эндемиком или субэндемиком Алтае-Саянской флористической провинции.

Принятые в списке сокращения: КР – Красная книга Российской Федерации (2008); КТ – Красная книга Республики Тыва (1999); П1 – Приложение I Бернской конвенции (Convention…, 1979); П2 – Приложение II Директивы ЕС по местообитаниям (Council Directive…, 1992); ЭТ – тувинский эндемик; ЭАС – эндемик Алтае-Саянской флористической провинции; СЭАС – субэндемик Алтае-Саянской флористической провинции.

Ophioglossaceae: *Ophioglossum vulgatum* L. (B, KT(3)).

Botrychiaceae: *Botrychium multifidum* (S.G. Gmel.) Rupr. (Aii, П1).

Aspleniaceae: *Asplenium altajense* (Kom.) Grub. (Aii, KP(3), KT(1)); *A. septentrionale* (L.) Hoffm. (B, KT(2)).

Athyriaceae: *Diplazium sibiricum* (Turcz. ex Kunze) Kurata (Aii, П2).

Dryopteridaceae: *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott. (B, KT(3)).

Poaceae: *Arctagrostis latifolia* (R. Br.) Griseb. (Aii, П2); *Bromopsis altaica* Peschkova (B, ЭАС); *B. pavlovii* (Roshev.) Peschkova (B, СЭАС); *Deschampsia altaica* (Schischk.) Nikiforova (B, ЭАС); *Elymus sajanensis* (Nevski) Tzvel. (B, ЭАС); *Festuca extremiorientalis* Ohwi (B, KT(3)); *F. malyschevii* E. Alexeev (B, ЭАС); *F. ovina* L. subsp. *sphagnicola* (B. Keller) Tzvel. (B, ЭАС); *F. tristis* Krylov et Ivanitzk. (B, ЭАС); *Helictotrichon mongolicum* (Roshev.) Henrard. subsp. *sajanense* Lomonosova (B, ЭАС); *H. sangilense* Krasnob. (B, ЭТ); *Hierochloë glabra* Trin. subsp. *chakassica* Peschkova (B, ЭАС); *Koeleria chakassica* Reverd. (B, ЭАС); *Melica turczaninowiana* Ohwi (B, KT(2)); *Poa mariae* Reverd. (B, ЭАС); *Puccinellia kreczetoviczii* Bubnova (B, СЭАС); *Stipa pennata* L. (Aii, KP(3), KT(2)); *S. zalesskii* Wilensky (Aii, KP(3), KT(2)).

Cyperaceae: *Carex krausei* Boeck. (B, KT(1)); *C. williamsii* Britt. (B, KT(3)); *Kobresia smirnovii* Ivanova (B, ЭАС).

Araceae: *Acorus calamus* L. (B, KT(3)).

Liliaceae: *Erythronium sibiricum* (Fisch. et C.A. Mey.) Kryl. (Aii, KP(3), KT(3)); *Fritillaria dagana* Turcz. ex Trautv. (Aii, KP(3), KT(3)); *Gagea altaica* Schischk. et Sumn. (Aiv, KT(2), ЭАС); *Lilium pumilum* DC. (B, KT(2)); *Tulipa heteropetala* Ledeb. (B, ЭАС).

Alliaceae: *Allium altaicum* Pall. (B, KT(3)); *A. austrosibiricum* Friesen (B, СЭАС); *A. bellulum* Proch. (Aii, KP(3), KT(3), ЭАС); *A. pumilum* Vved. (Aii, KP(3), KT(3), ЭАС); *A. tuvinicum* (Friesen) Friesen (B, KT(3), СЭАС); *A. tytthocephalum* Schult. et Schult. fil. (B, ЭАС).

Iridaceae: *Iris bloudowii* Ledeb. (B, ЭАС); *I. loczyi* Kanitz (B, KT(2)); *I. tigridia* Bunge (Aii, KP(3), KT(2)).

Orchidaceae: *Cypripedium calceolus* L. (Aii, KP(3), KT(3), П1, П2); *C. macranthon* Sw. (Aii, KP(3), KT(3)); *Epipogium aphyllum* Sw. (Aii, KP(2), KT(3)); *Neottianthe cucullata* (L.) Schlecht. (Aii, KP(3), KT(3)); *Orchis militaris* L. (Aii, KP(3), KT(3)).

Polygonaceae: *Rheum compactum* L. (*Rh. altaicum* Losinsk.) (Aii, KP(2), KT(3)).

Chenopodiaceae: *Chenopodium frutescens* C.A. Mey. (B, KT(3), СЭАС); *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb. (B, KT(3)); *Salsola abrotanoides* Bunge (B, KT(3)).

Caryophyllaceae: *Eremogone mongholica* (Schischk.) Ikonn. (B, ЭАС); *Gypsophila sericea* (Ser.) Kryl. (B, ЭАС); *Silene turgida* Bieb. ex Bunge (B, ЭАС); *Stellaria bungeana* Fenzl subsp. *glandulifera* (N. Zolot.) N. Vlassova (B, ЭАС).

Nymphaeaceae: *Nymphaea candida* J. et C. Presl. (B, KT(3)); *N. tetragona* Georgi (B, KT(3)); *Nuphar pumila* (Timm) DC. (B, KT(3)).

Ranunculaceae: *Aconitum biflorum* Fisch. ex DC. (Aii, KP(3), KT(3), ЭАС); *A. decipiens* Worosch. et Anfalov (Aii, KP(2), KT(3), ЭАС); *A. krasnoboroffii* Kadota (Aiii, KT(2), ЭТ); *A. krylovii* Steinb. (B, ЭАС); *A. paskoi* Worosch. (Aii, KP(3), KT(3)); *A. sajanense* Kumin. (Aii, KP(2), KT(2), ЭАС); *Aquilegia borodinii* Schischk. (B, ЭАС); *Delphinium barlykense* Lomonosova et Khan. (B, KT(3), ЭАС); *D. inconspicuum* Serg. (B, ЭАС); *D. mirabile* Serg. (B, ЭАС); *D. ukokense* Serg. (B, ЭАС); *Eranthis sibirica* DC. (B, ЭАС); *Ranunculus akkemensis* Polozh. et Revyakina (B, ЭАС); *R. lapponicus* L. (Aii, П2); *R. lasiocarpus* C.A. Mey. (B, ЭАС); *Thalictrum schischkinii* Friesen (B, ЭАС).

Papaveraceae: *Papaver chakassicum* Peschkova (B, ЭАС); *P. kuvajevii* Schaulo et Sonnikova (B, ЭАС); *P. sajchanense* Grubov (B, ЭАС).

Brassicaceae: *Aphragmus involucratus* (Bunge) O.E. Schulz (Aiv, KT(2), ЭАС); *Cardamine trifida* (Lam. ex Poir.) B.M.G. Jones (B, KT(2)); *Draba cinerea* Adams (Aii, П2); *D. czuensis* Revusch. et A.L. Ebel (B, ЭАС); *Goldbachia ikonnikovii* Vass. (B, KT(3)); *Hedinia altaica* Pobed. (B, ЭАС); *Leiospora excapa* (C.A. Mey.) Dvorak (B, ЭАС); *Microstigma deflexum* (Bunge) Juz. (B, KT(2)); *Pachyneurum grandiflorum* (C.A. Mey.) Bunge (B, ЭАС); *Ptilotrichum canescens* (DC.) C.A. Mey. (B, KT(2)); *Pugonium pterocarpum* Kom.

(B, KT(3)); *Stevenia sergievskajae* (Krasnob.) R. Kam. et Gubanov (Aii, KP(2), KT(2), ЭАС).

Crassulaceae: *Hylotelephium populifolium* (Pall.) H. Ohba (Aiv, KT(2), ЭАС); *Rhodiola algida* (Ledeb.) Fisch. et Mey. (B, ЭАС); *Rh. krylovii* Polozhij et Revjak. (B, ЭАС).

Grossulariaceae: *Ribes graveolens* Bunge (B, ЭАС).

Saxifragaceae: *Chrysosplenium filipes* Kom. (B, KT(3), ЭАС).

Rosaceae: *Alchemilla appressipila* Juz. (B, ЭАС); *A. bungei* Juz. (B, ЭАС); *A. dasyclada* Juz. (B, ЭАС); *A. hians* Juz. (B, СЭАС); *A. rubens* Juz. (B, ЭАС); *Coluria geoides* (Pall.) Ledeb. (B, СЭАС); *Potentilla astragalifolia* Bunge. (B, KT(3)); *P. elegantissima* Polozh. (B, ЭАС); *P. gracillima* R. Kam. (B, KT(3), ЭАС); *P. jenissejensis* Polozh. et W. Smirn. (B, СЭАС); *P. kryloviana* Th. Wolf. (B, ЭАС); *P. tericholica* K. Sobol. (B, ЭТ); *P. tuvinica* Artemov (B, ЭТ).

Fabaceae: *Astragalus multicaulis* Ledeb. (B, ЭАС); *A. politovii* Kryl. (Aiv, KT(2), ЭАС); *A. polozhiae* Timoch. (B, KT(3), СЭАС); *A. puberulus* Ledeb. (B, KT(3)); *A. teskhemicus* Sytin et Shaulo (B, ЭТ); *A. tschuensis* Bunge (B, ЭАС); *A. tuvinicus* Timoch. (B, KT(3)); *A. vaginatus* Pall. (B, ЭАС); *Caragana altaica* Pojark. (B, СЭАС); *Gueldenstaedtia monophylla* Fisch. (Aii, KP(3), KT(2)); *Hedysarum austrosibiricum* B. Fedtsch. (B, ЭАС); *H. chaiyrakanikum* Kurbatsky (Aiii, KT(2), ЭТ); *H. consanguineum* DC. (B, ЭАС); *H. sangilense* Krasnob. et Timoch. (B, СЭАС); *H. turczaninovii* Peschkova (B, ЭАС); *Lathyrus frolovii* Rupr. (B, ЭАС); *Oxytropis acanthacea* Jurtz. (Aii, KP(3), KT(3), ЭАС); *O. alpestris* Schischk. (Aii, KP(3)); *O. ammophila* Turcz. (Aiv, KT(2), ЭАС); *O. ampullata* (Pall.) Pers. (B, KT(3)); *O. borissoviae* Polozh. (B, KT(3), ЭТ); *O. eriocarpa* Bunge (B, ЭАС); *O. gebleri* Fisch. ex Bunge (B, ЭАС); *O. includens* Basil. (Aii, KP(3), KT(2), ЭАС); *O. intermedia* Bunge (B, СЭАС); *O. jurtzevii* Malysch. (B, ЭАС); *O. kusnetzovii* Kryl. et Steinb. (B, ЭАС); *O. ladyginii* Kryl. (B, ЭАС); *O. lanuginosa* Kom. (Aii, KP(3), KT(3)); *O. macrosema* Bunge (B, ЭАС); *O. martjanovii* Kryl. (B, KT(3), СЭАС); *O. mongolica* Kom. (B, KT(3)); *O. muricata* (Pall.) DC. (B, KT(2)); *O. oligantha* Bunge (B, ЭАС); *O. pauciflora* Bunge (B, ЭАС); *O. physocarpa* Ledeb. (Aii, KP(3), KT(3), ЭАС); *O. polyphylla* Ledeb. (B, ЭАС); *O. sajanensis* Jurtz. (B, ЭАС); *O. saposhnikovii* Kryl. (B, ЭАС); *O. squamulosa* DC. (B, KT(3)); *O. trichophysa* Bunge (Aii, KP(3), KT(3), СЭАС); *O. tschujae* Bunge (Aii, KP(3), KT(3), ЭАС).

Geraniaceae: *Geranium laetum* Ledeb. (B, ЭАС).

Zygophyllaceae: *Zygophyllum pterocarpum* Bunge subsp. *tuvinicum* Peschkova (B, ЭТ).

Euphorbiaceae: *Euphorbia potaninii* Proch. (Aii, KP(2)); *E. sajanensis* (Boiss.) Baikov (B, ЭАС); *E. tshuiensis* (Proch.) Serg. (B, СЭАС).

Frankeniaceae: *Frankenia tuvinica* Lomonosova (B, KT(3)).

Violaceae: *Viola dactyloides* Roem. et Schult. (B, KT(3)); *V. incisa* Turcz. (Aii, KP(1), KT(1)); *V. patrinii* Ging. (B, KT(3)); *V. tuvinica* Vl. Nikit. (B, ЭАС).

Apiaceae: *Bupleurum martjanovii* Kryl. (Aii, KP(3), KT(3), ЭАС); *Stenocoelium athamanthoides* (Bieb.) Ledeb. (B, KT(3)).

Limoniaceae: *Limonium aureum* (L.) Hill. et Kuntze (B, KT(3)).

Gentianaceae: *Gentiana sangilenica* (V. Zuev) Czer. (B, ЭТ); *Gentianella sibirica* (Kusn.) Holub (B, СЭАС).

Polemoniaceae: *Phlox sibirica* L. (B, KT(2)).

Boraginaceae: *Anoplocaryum turczaninovii* Krasnob. (B, KT(2)); *Brunnera sibirica* Stev. (B, KT(3), ЭАС); *Craniospermum tuvinicum* Ovczinnikova (B, KT(3), ЭАС); *Eritrichium alpinum* Ovczinnikova (B, ЭАС); *E. jenisseense* Turcz. (B, ЭАС); *E. pectinatum* (Pall.) DC. (B, СЭАС); *E. pulviniforme* M. Pop. (B, ЭАС); *E. tuvinense* M. Pop. (Aiii, KT(2), ЭТ).

Lamiaceae: *Dracocephalum bungeanum* Schischk. et Serg. (B, ЭАС); *D. fragile* Turcz. ex Benth. (B, ЭАС); *Lagochilus ilicifolius* Bunge (B, KT(3)); *Lagopsis marrubiastrum* (Steph.) Ik.-Gal. (B, ЭАС); *Panzerina canescens* (Bunge) Soják (B, ЭАС); *Phlomis tuvinica* A. Schroeter (B, KT(3)); *Scutellaria mongolica* K. Sobol. (B, KT(3), ЭАС); *S. tuvensis* Juz. (B, ЭТ); *Thymus elegans* Serg. (B, СЭАС); *T. krylovii* Byczennikova (B, СЭАС); *T. narymensis* Serg. (B, ЭАС); *T. schischkinii* Serg. (B, СЭАС).

Scrophulariaceae: *Euphrasia altaica* Serg. (B, ЭАС); *E. krylovii* Serg. (B, ЭАС); *Pedicularis abrotanifolia* Bieb. ex Stev. (B, ЭАС); *P. altaica* Steph. ex Stev. (B, СЭАС); *P. brachystachys* Bunge (B, ЭАС); *P. moschata* Maxim. (B, ЭАС); *P. sudetica* Willd. (Aii, П1); *Scrophularia altaica* Murr. (B, ЭАС); *Veronica pinnata* L. subsp. *nana* Polozh. (B, СЭАС); *V. polozhiae* Revuschin (B, ЭАС); *V. reverdattoi* Krasnob. (Aiv, KT(2), ЭАС); *V. sajanensis* Printz. (Aii, KP(3), KT(3), ЭАС); *V. sessiliflora* Bunge (B, ЭАС).

Orobanchaceae: *Mannagettaea hummelii* H. Smith. (Aii, KP(2), KT(2)).

Rubiaceae: *Galium coriaceum* Bunge (B, ЭАС).

Plantaginaceae: *Plantago komarovii* Pavlov (B, ЭАС).

Valerianaceae: *Valeriana dubia* Bunge (B, ЭАС); *V. paucijuga* Sumn. (B, ЭАС); *V. petrophila* Bunge (B, ЭАС).

Asteraceae: *Artemisia obtusiloba* Ledeb. subsp. *altaiensis* (Krasch.) Krasnob. (B, ЭАС); *A. xerophytica* Krasch. (B, KT(3)); *Asterothamnus heteropappoides* Novopokr. (B, KT(3)); *A. poliifolius* Novopokr. (B, KT(3)); *Cancrinia krasnoborovii* V. Khan. (Aii, KP(3), KT(3), ЭТ); *Cirsium schischkinii* Serg. (B, ЭАС); *Dendranthema sinuatum* (Ledeb.) Tzvel. (Aii, KP(2), KT(2), ЭАС); *D. zawadskyi* (Herbich) Tzvel. (Aii, П1); *Echinops humilis* Bieb. (B, СЭАС); *Galatella altaica* Tzvel. (B, ЭАС); *Hieracium czadanense* Tupitzina (B, ЭТ); *H. krylovii* Nevski ex Schljak. (B, ЭАС); *H. tuvinicum* Krasnob. et Schaulo (B, ЭАС); *Ligularia altaica* DC. (B, ЭАС); *Pyrethrum lanuginosum* (Sch. Bip. et Herd.) Tzvel. (B, ЭАС); *Rhinactinidia eremophila* (Bunge) Novopokr. ex Botsch. subsp. *tuvinica* Koroljuk (B, ЭАС); *Saussurea congesta* Turcz. (B, ЭАС); *S. czichaczevii* Maneev et Krasnob. (B, ЭТ); *S. dorogostaiskii* Palib. (Aii, KP(2), KT(2)); *S. foliosa* Ledeb. (B, ЭАС); *S. frolovii* Ledeb. (B, ЭАС); *S. glacialis* Herd. (B, KT(3)); *S. krylovii* Schischk. et Serg. (B, ЭАС); *S. orgaadayi* V. Khan. et Krasnob. (Aiv, KT(2), ЭАС); *Stemmacantha carthamoides* (Willd.) M. Dittrich (B, ЭАС); *S. orientalis* (Serg.) Czer. (B, ЭАС); *Taraxacum altaicum* Schischk. (B, ЭАС); *T. chamarense* Peschkova (B, СЭАС); *T. krylovii* Krasnikov et V. Khan. (B, KT(3), ЭАС); *T. lyratum* (Ledeb.) DC. (B, ЭАС); *T. pingue* Schischk. (B, ЭАС); *T. sangilense* Krasnob. et V. Khan. (B, KT(3), ЭАС); *T. tuvense* Krasnob. et Krasnikov (B, KT(3), ЭТ).

Критериальные виды ранее выделенных тувинских КБТ. Благодаря использованию БД гербарных образцов критериальных видов, содержащую координаты местонахождений, стало возможным дополнить списки этих видов для большинства из выделенных ранее 19 тувинских КБТ (Ключевые… территории…, 2009). В результате число критериальных видов, охваченных системой КБТ, возросло со 135 до 175, что составило 74 % от их общего числа. При этом местонахождения 62 критериальных видов остались за рамками КБТ.

Некоторые виды, приведенные ранее для той или иной КБТ на основании экспертной оценки и дневниковых записей, данным методом не выявлены.

Для КБТ "Междуречье р. Сесерлиг и руч. Каменный" предложено переместить западную границу до 94°09′ в.д. Это позволило добавить к списку критериальных видов данной КБТ *Erythronium sibiricum*, *Alchemilla bungei* и *A. rubens*.

Ниже приводятся дополненные списки критериальных видов для 19 тувинских КБТ. В скобках в конце списков перечисляются виды, приведенные на основании экспертной оценки, дневниковых записей либо литературных источников в монографии "Ключевые ботанические территории Алтае-Саянского экорегиона" (2009), но не выявленные с помощью предложенного нами метода.

КБТ "Саянский перевал" (51°38′–51°43′ с.ш., 89°50′–90°10′ в.д., 21 вид): *Arctagrostis latifolia*, *Festuca malyschevii*, *F. ovina* subsp. *sphagnicola*, *F. tristis*, *Erythronium sibiricum*, *Gypsophila sericea*, *Stellaria bungeana* subsp. *glandulifera*, *Aconitum biflorum*, *A. krylovii*, *A. paskoi*, *Aquilegia borodinii*, *Eranthis sibirica*, *Ribes graveolens*, *Hedysarum consanguineum*, *Bupleurum martjanovii*, *Saussurea dorogostaiskii*, *S. frolovii*, *Stemmacantha carthamoides* (*Allium tytthocephalum*, *Rhodiola krylovii*, *Anoplocaryum turczaninovii*).

КБТ "Хребет Таскыл" (52°19′–52°24′ с.ш., 94°34′–94°42′ в.д., 17 видов): *Diplasium sibiricum*, *Festuca malyschevii*, *Melica turczaninowiana*, *Fritillaria dagana*, *Gypsophila sericea*, *Aconitum paskoi*, *Alchemilla hians*, *Hedysarum consanguineum, Bupleurum martjanovii*, *Scrophularia altaica* (*Festuca ovina* subsp. *sphagnicola*, *Rheum compactum*, *Hylotelephium populifolium*, *Ribes graveolens*, *Dendranthema sinuatum*, *Saussurea congesta*, *S. dorogostaiskii*).

КБТ "Долина р. Сыстыг-Хем в среднем течении" (52°56′–53°02′ с.ш., 95°03′–95°16′ в.д., 12 видов): *Botrychium multifidum*, *Diplasium sibiricum*, *Dryopteris filix-mas*, *Gypsophila sericea*, *Ranunculus lapponicus*, *Lathyrus frolovii*, *Viola tuvinica*, *Scrophularia altaica*, *Valeriana paucijuga*, *Hieracium krylovii* (*Brunnera sibirica*, *Cirsium schischkinii*).

КБТ "Долина р. Усту-Гимате в нижнем течении" (50°07′–50°09′ с.ш., 89°43′–89°47′ в.д., 26 видов): *Bromopsis altaica*, *Allium tuvinicum*, *A. tytthocephalum*, *Rheum compactum*, *Aconitum decipiens*, *Papaver chakassicum*, *Rhodiola krylovii*, *Potentilla elegantissima*, *P. tericholica*, *Hedysarum consanguineum*, *Oxytropis intermedia*, *O. macrosema*, *O. martjanovii*, *O. oligantha*, *O. tschujae*, *Panzerina canescens*, *Pedicularis altaica*, *Veronica pinnata* subsp. *nana*, *Valeriana dubia*, *Artemisia obtusiloba* subsp. *altaiensis*, *Galatella altaica*, *Ligularia altaica*, *Saussurea czichaczevii*, *Taraxacum altaicum* (*Allium altaicum*, *Oxytropis acanthacea*).

КБТ "Междуречье рек Алты-Гимате и Аспайты" (49°57′–50°03′ с.ш., 89°41′–89°54′ в.д., 33 вида): *Bromopsis altaica*, *Allium tytthocephalum*, *Stellaria bungeana* subsp. *glandulifera*, *Aconitum decipiens*, *Papaver chakassicum*, *Pachyneurum grandiflorum*, *Astragalus multicaulis*, *A. politovii*, *A. tschuensis*, *Hedysarum consanguineum*, *Oxytropis eriocarpa*, *O. intermedia*, *O. macrosema*, *O. saposhnikovii*, *Pedicularis abrotanifolia*, *Veronica pinnata* subsp. *nana*, *Valeriana dubia*, *V. petrophila*, *Cancrinia krasnoborovii*, *Galatella altaica*, *Saussurea glacialis*, *Taraxacum sangilense* (*Allium altaicum*, *Rheum compactum*, *Leiospora excapa*, *Potentilla elegantissima*, *Astragalus puberulus*, *A. vaginatus*, *Oxytropis acanthacea*, *O. martjanovii*, *Stenocoelium athamanthoides*, *Anoplocaryum turczaninovii*, *Rhinactinidia eremophila* subsp. *tuvinica*).

КБТ "Бассейн р. Толайты" (50°09′–50°17′ с.ш., 90°02′–90°09′ в.д., 24 вида): *Festuca tristis*, *Poa mariae*, *Allium altaicum*, *Rheum compactum*, *Eremogone mongholica*, *Aconitum decipiens*, *Ranunculus lasiocarpus*, *Rhodiola algida*, *Rh. krylovii*, *Ribes graveolens*, *Astragalus multicaulis*, *Hedysarum consanguineum*, *Oxytropis oligantha*, *O. pauciflora*, *O. physocarpa*, *O. saposhnikovii*, *Eritrichium alpinum*, *Dracocephalum bungeanum*, *Lagopsis marrubiastrum*, *Pedicularis abrotanifolia*, *Artemisia obtusiloba* subsp. *altaiensis*, *Ligularia altaica*, *Saussurea orgaadayi* (*Leiospora excapa*).

КБТ "Верховья р. Барлык" (50°19′–50°29′ с.ш., 90°37′–90°50′ в.д., 39 видов): *Allium altaicum*, *A. pumilum*, *Rheum compactum*, *Silene turgida*, *Aconitum decipiens*, *A. paskoi*, *Delphinium barlykense*, *D. inconspicuum*, *Papaver chakassicum*, *Leiospora excapa*, *Pachyneurum grandiflorum*, *Rhodiola krylovii*, *Potentilla elegantissima*, *Hedysarum consanguineum*, *Oxytropis acanthacea*, *O. eriocarpa*, *O. intermedia*, *O. macrosema*, *Euphorbia potaninii*, *Anoplocaryum turczaninovii*, *Eritrichium pectinatum*, *E. pulviniforme*, *Lagopsis marrubiastrum*, *Pedicularis abrotanifolia*, *P. moschata*, *Plantago komarovii*, *Valeriana petrophila*, *Ligularia altaica*, *Taraxacum altaicum* (*Deschampsia altaica*, *Festuca ovina* subsp. *sphagnicola*, *F. tristis*, *Poa mariae*, *Allium tuvinicum*, *Aphragmus involucratus*, *Oxytropis saposhnikovii*, *O. trichophysa*, *Stenocoelium athamanthoides*, *Dracocephalum bungeanum*).

КБТ "Долина р. Шеми" (51°03′–51°07′ с.ш., 91°16′–91°21′ в.д., 4 вида): *Stipa pennata*, *Iris tigridia*, *Potentilla tuvinica*, *Craniospermum tuvinicum*.

КБТ "Бассейн р. Теректиг" (50°30′–50°34′ с.ш.; 91°04′–91°09′ в.д., 8 видов): *Allium pumilum*, *A. tuvinicum*, *Aconitum krasnoboroffii*, *Astragalus multicaulis*, *Oxytropis gebleri*, *O. intermedia*, *Euphorbia potaninii* (*Rheum compactum*).

КБТ "Перевал р. Улаатай–р. Кара-Суг" (50°54′–50°56′ с.ш., 92°18′–92°20′ в.д., 5 видов): *Festuca ovina* subsp. *sphagnicola* (*Allium pumilum*, *Eremogone mongholica*, *Oxytropis macrosema*, *O. tschujae*).

КБТ "Верховья рек Нарын и Балыктыг-Хем" (50°14′–50°25′ с.ш., 96°20′–96°42′ в.д., 42 вида): *Arctagrostis latifolia*, *Deschampsia altaica*, *Elymus sajanensis*, *Festuca ovina*

subsp. *sphagnicola*, *F. tristis*, *Helictotrichon mongolicum* subsp. *sajanense*, *H. sangilense*, *Poa mariae*, *Carex krausei*, *Allium altaicum*, *A. tytthocephalum*, *Rheum compactum*, *Aconitum decipiens*, *A. paskoi*, *Aquilegia borodinii*, *Ranunculus lasiocarpus*, *Stevenia sergievskajae, Rhodiola krylovii*, *Potentilla elegantissima*, *P. tericholica*, *Astragalus multicaulis*, *Hedysarum austrosibiricum*, *H. consanguineum*, *H. sangilense*, *Oxytropis ampullata*, *O. kusnetzovii*, *O. pauciflora*, *O. sajanensis*, *O. saposhnikovii*, *Geranium laetum*, *Gentiana sangilenica*, *Dracocephalum fragile*, *Euphrasia altaica*, *Pedicularis sudetica*, *Mannagettaea hummelii*, *Ligularia altaica*, *Pyrethrum lanuginosum*, *Saussurea krylovii*, *Taraxacum altaicum*, *T. sangilense*, *T. tuvense* (*Oxytropis trichophysa*).

КБТ "Низовья р. Качык" (49°56′–50°04′ с.ш., 96°15′–96°26′ в.д., 11 видов): *Oxytropis muricata* (*Allium altaicum*, *Rheum compactum*, *Coluria geoides*, *Potentilla tericholica*, *Hedysarum consanguineum*, *H. sangilense*, *Oxytropis intermedia*, *Gentianella sibirica*, *Thymus schischkinii*, *Euphrasia krylovii*).

КБТ "Озеро Азас" (52°24′–52°26′ с.ш., 96°24′–96°28′ в.д., 5 видов): *Acorus calamus*, *Nymphaea candida*, *N. tetragona*, *Nuphar pumila*, *Coluria geoides*.

КБТ "Междуречье р. Сесерлиг и руч. Каменный" (51°52′–51°56′ с.ш., 94°09′–94°27′ в.д., 25 видов): *Stipa pennata*, *Erythronium sibiricum*, *Allium austrosibiricum*, *A. bellulum*, *A. tuvinicum*, *Iris tigridia*, *Alchemilla bungei*, *A. rubens*, *Coluria geoides*, *Hedysarum turczaninovii*, *Oxytropis intermedia*, *Euphorbia tshuiensis*, *Viola tuvinica*, *Craniospermum tuvinicum*, *Eritrichium tuvinense*, *Thymus krylovii*, *Valeriana paucijuga*, *Asterothamnus heteropappoides*, *Echinops humilis* (*Gagea altaica*, *Oxytropis ampullata*, *O. borissoviae*, *O. squamulosa*, *Scutellaria tuvensis*, *Veronica pinnata* subsp. *nana*).

КБТ "Гора Хайыракан" (51°32′–51°36′ с.ш., 92°58′–93°04′ в.д., 15 видов): *Iris tigridia*, *Silene turgida*, *Stellaria bungeana* subsp. *glandulifera*, *Hylotelephium populifolium*, *Hedysarum chaiyrakanikum*, *Euphorbia tshuiensis*, *Eritrichium tuvinense*, *Phlomis tuvinica*, *Veronica reverdattoi*, *Galium coriaceum*, *Echinops humilis* (*Gypsophila sericea*, *Coluria geoides*, *Oxytropis includens*, *Scutellaria tuvensis*).

КБТ Озеро Чедер (51°22′–51°25′ с.ш., 94°45′–94°48′ в.д., 1 вид): *Frankenia tuvinica*.

КБТ "Озеро Амдайгын-Холь" (50°40′–50°46′ с.ш., 93°15′–93°23′ в.д., 17 видов): *Deschampsia altaica*, *Allium austrosibiricum*, *Chenopodium frutescens*, *Salsola abrotanoides*, *Silene turgida*, *Microstigma deflexum*, *Potentilla astragalifolia*, *Astragalus polozhiae*, *Zygophyllum pterocarpum* subsp. *tuvinicum*, *Euphorbia potaninii*, *E. tshuiensis*, *Limonium aureum*, *Lagochilus ilicifolius*, *Scutellaria tuvensis*, *Pedicularis altaica*, *Asterothamnus heteropappoides*, *A. poliifolius*.

КБТ "Долина р. Эрзин" (50°15′–50°18′ с.ш., 95°01′–95°17′ в.д., 13 видов): *Allium bellulum*, *Iris loczyi*, *Orchis militaris*, *Coluria geoides*, *Astragalus tuvinicus*, *Hedysarum sangilense*, *Oxytropis intermedia*, *Euphorbia tshuiensis*, *Thymus schischkinii*, *Asterothamnus heteropappoides*, *Dendranthema zawadskyi*, *Echinops humilis*, *Hieracium czadanense*.

КБТ "Пески Цугэр-Элс" (50°02′–50°09′ с.ш., 95°05′–95°18′ в.д., 13 видов): *Asplenium septentrionale*, *Bromopsis pavlovii*, *Puccinellia kreczetoviczii*, *Iris loczyi*, *Goldbachia ikonnikovii*, *Pugonium pterocarpum*, *Coluria geoides*, *Astragalus teskhemicus*, *Oxytropis intermedia*, *Artemisia xerophytica*, *Hieracium czadanense* (*Cypripedium calceolus*, *Orchis militaris*).

Дополнительные КБТ. Для полного охвата системой тувинских КБТ критериальных видов (включая 62 вида, не вошедшие в предложенные ранее КБТ) нами выделены дополнительные КБТ. Для этого использовалась БД критериальных видов и алгоритм, основанный на использовании координат местонахождений.

Ниже приводится перечень 29 дополнительных КБТ со списками критериальных видов. Полужирным шрифтом выделены виды, не отмеченные на предложенных ранее КБТ.

КБТ "Южный склон хр. Академика Обручева в междуречье Куген, Шуй и Ка-Хем" (51°17′–51°30′ с.ш., 95°40′–96°03′ в.д., 18 видов): *Diplasium sibiricum*, ***Festuca extremiorientalis*****,** *Stipa pennata*, *Allium altaicum*, *A. bellulum*, *Cypripedium calceolus*, ***C. macranthon*****, *Neottianthe cucullata*****,** *Orchis militaris*, *Gypsophila sericea*, *Coluria geoides*, *Potentilla tericholica*, ***Caragana altaica*****, *Viola dactyloides*****, *Scutellaria mongolica*****, *Thymus elegans*****,** *Scrophularia altaica*, *Dendranthema zawadskyi*.

КБТ "Южный склон хр. Цаган-Шибэту в верховьях р. Каргы" (50°25′–50°32′ с.ш., 89°50′–90°12′ в.д., 29 видов): *Festuca ovina* subsp. *sphagnicola*, *Stipa pennata*, *Allium tytthocephalum*, *Rheum compactum*, *Eremogone mongholica*, *Aconitum decipiens*, *A. paskoi*, ***Ranunculus akkemensis*****, *Draba czuensis*****,** *Leiospora excapa*, *Pachyneurum grandiflorum*, ***Ptilotrichum canescens*****,** *Coluria geoides*, *Potentilla tericholica*, *Astragalus multicaulis*, *Hedysarum austrosibiricum*, *Oxytropis intermedia*, *O. macrosema*, *O. physocarpa*, ***O. polyphylla*****,** *Eritrichium pulviniforme*, *Panzerina canescens*, *Thymus schischkinii*, *Euphrasia altaica*, *Veronica pinnata* subsp. *nana*, ***V. polozhiae*****,** *Valeriana dubia*, *Saussurea frolovii*, *S. glacialis*.

КБТ "Долина р. Дурген" (50°57′–51°08′ с.ш., 94°25′–94°34′ в.д., 13 видов): *Diplasium sibiricum*, *Stipa pennata*, ***S. zalesskii*****,** *Allium tuvinicum*, *Neottianthe cucullata*, *Orchis militaris*, *Gypsophila sericea*, *Aconitum paskoi*, ***Cardamine trifida*****,** *Hylotelephium populifolium*, *Coluria geoides*, *Astragalus teskhemicus*, ***Eritrichium jenisseense*****.**

КБТ "Окрестности оз. Кара-Холь" (51°20′–51°27′ с.ш., 89°17′–89°32′ в.д., 23 вида): *Deschampsia altaica*, *Allium altaicum*, *A. tuvinicum*, ***Iris bloudowii*****,** *Rheum compactum*, *Rhodiola algida*, *Ribes graveolens*, ***Alchemilla dasyclada*****,** *Coluria geoides*, *Potentilla elegantissima*, ***P. jenissejensis*****,** *Astragalus multicaulis*, *Caragana altaica*, *Hedysarum consanguineum*, ***Oxytropis alpestris*****,** *O. eriocarpa*, *O. intermedia*, *O. kusnetzovii*, *Panzerina canescens*, *Pedicularis abrotanifolia*, *Veronica reverdattoi*, ***V. sessiliflora*****,** *Saussurea frolovii*.

КБТ "Долина р. Ка-Хем в междуречье рек Ондум и Теректиг" (51°38′–51°44′ с.ш., 94°40′–94°50′ в.д., 9 видов):

***Koeleria chakassica*, *Acorus calamus*, *Tulipa heteropetala*, *Allium bellulum*, *Oxytropis ammophila*, *Euphorbia tshuiensis*, *Viola incisa*, *Eritrichium tuvinense*, *Echinops humilis*.**

КБТ "Окрестности оз. Хиндиктиг-Холь у его юго-восточной оконечности" (50°18′–50°23′ с.ш., 89°54′–90°00′ в.д., 19 видов): *Bromopsis altaica*, *Festuca ovina* subsp. *sphagnicola*, *F. tristis*, ***Kobresia smirnovii*, *Pachyneurum grandiflorum*, *Potentilla kryloviana*, *Astragalus multicaulis*, *A. politovii*, *Hedysarum austrosibiricum*, *H. consanguineum*, *Oxytropis eriocarpa*, *O. kusnetzovii*, *O. ladygini*, *O. macrosema*, *Eritrichium alpinum*, *E. pulviniforme*, *Ligularia altaica*, *Saussurea orgaadayi*, *Taraxacum lyratum*.**

КБТ "Хребет Цаган-Шибэту в верховьях р. Шуй" (50°31′–50°35′ с.ш., 89°45′–89°55′ в.д., 5 видов): *Aconitum krylovii*, ***Delphinium ukokense*, *Thymus narymensis*, *Saussurea foliosa*, *S. frolovii*.**

КБТ "Тувинская котловина, дюны в окрестностях озер Хадын и Дус-Холь" (51°14′–51°23′ с.ш., 94°25′–94°30′ в.д., 7 видов): ***Hierochloë glabra* subsp. *chakassica*, *Stipa pennata*, *Allium austrosibiricum*, *A. bellulum*, *Oxytropis lanuginosa*, *O. mongolica*, *Euphorbia tshuiensis*.**

КБТ "Куртушибинский хребет в верховьях р. Ожу" (52°25′–52°32′ с.ш., 93°46′–94°00′ в.д., 15 видов): *Festuca malyschevii*, *Rheum compactum*, *Gypsophila sericea*, *Aconitum paskoi*, ***A. sajanense*, *Aquilegia borodinii*, *Hedysarum consanguineum*, *Lathyrus frolovii*, *Euphorbia sajanensis*, *Viola tuvinica*, *Pedicularis brachystachys*, *Scrophularia altaica*, *Valeriana paucijuga*, *Saussurea frolovii*, *Stemmacantha carthamoides*.**

КБТ "Долина р. Ка-Хем в окрестностях с. Бояровка и устья р. Копту" (51°30′–51°35′ с.ш., 95°15′–95°25′ в.д., 5 видов): *Stipa zalesskii*, ***Lilium pumilum*, *Stellaria bungeana* subsp. *glandulifera*, *Coluria geoides*, *Scutellaria mongolica*.**

КБТ "Правобережье р. Хемчик, хребты Большой и Малый Хахан" (51°40′–51°45′ с.ш., 91°47′–92°02′ в.д., 10 видов): ***Papaver kuvajevii*, *Hylotelephium populifolium*, *Gueldenstaedtia monophylla*, *Oxytropis intermedia*, *Euphorbia tshuiensis*, *Eritrichium tuvinense*, *Panzerina canescens*, *Scutellaria tuvensis*, *Galium coriaceum*, *Echinops humilis*.**

КБТ "Уюкский хребет в междуречье рек Орош-Оймак и Терлиг-Хая" (51°45′–51°50′ с.ш., 93°20′–93°30′ в.д., 24 вида): *Diplasium sibiricum*, *Arctagrostis latifolia*, *Festuca malyschevii*, *Stipa pennata*, *Fritillaria dagana*, *Cypripedium calceolus*, ***Epipogium aphyllum*, *Neottianthe cucullata*, *Rheum compactum*, *Gypsophila sericea*, *Silene turgida*, *Aconitum paskoi*, *Hylotelephium populifolium*, *Coluria geoides*, *Oxytropis intermedia*, *O. pauciflora*, *Viola tuvinica*, *Eritrichium pectinatum*, *Euphrasia altaica*, *Scrophularia altaica*, *Galium coriaceum*, *Cirsium schischkinii*, *Saussurea krylovii*, *Taraxacum pingue*.**

КБТ "Тоджинская котловина, долина р. Бий-Хем в окрестностях с. Доруг-Холь и оз. Доруг-Холь" (52°30′–52°35′ с.ш., 96°10′–96°15′ в.д., 4 вида): *Stipa pennata*, *Fritillaria dagana*, ***Thalictrum schischkinii*, *Coluria geoides*.**

КБТ "Хребет Ергак-Таргак-Тайга в верховьях р. Ак-Суг" (53°23′–53°30′ с.ш., 96°35′–96°50′ в.д., 12 видов): *Diplasium sibiricum*, *Festuca malyschevii*, *Rheum compactum*, *Gypsophila sericea*, *Hedysarum austrosibiricum*, *H. consanguineum*, *Oxytropis kusnetzovii*, *Euphrasia altaica*, *Pedicularis brachystachys*, ***Veronica sajanensis*, *Stemmacantha carthamoides*, *S. orientalis*.**

КБТ "Тувинская котловина между г. Улуг-Бай-Даг и оз. Чагытай" (51°02′–51°08′ с.ш., 94°36′–94°47′ в.д., 4 вида): *Allium bellulum*, *Coluria geoides*, ***Potentilla gracillima*, *Oxytropis intermedia*.**

КБТ "Горный массив Монгун-Тайга, долина р. Шара-Хорагай" (50°06′–50°15′ с.ш., 90°11′–90°17′ в.д., 15 видов): *Kobresia smirnovii*, *Allium tuvinicum*, *Ranunculus lasiocarpus*, *Aphragmus involucratus*, ***Hedinia altaica*, *Pachyneurum grandiflorum*, *Rhodiola algida*, *Rh. krylovii*, *Astragalus multicaulis*, *Oxytropis eriocarpa*, *O. kusnetzovii*, *O. macrosema*, *O. oligantha*, *O. trichophysa*, *Eritrichium pulviniforme*.**

КБТ "Убсунурская котловина в окрестностях оз. Шара-Нур" (50°12′–50°14′ с.ш., 94°31′–94°37′ в.д., 1 вид): ***Halocnemum strobilaceum*.**

КБТ "Хребет Сенгилен, верховье р. Нарын в окрестностях прииска Нарын" (50°12′–50°15′ с.ш., 96°15′–96°22′ в.д., 14 видов): *Deschampsia altaica*, *Carex krausei*, *Rheum compactum*, *Aconitum decipiens*, ***Papaver sajchanense*, *Caragana altaica*, *Hedysarum consanguineum*, *H. sangilense*, *Oxytropis pauciflora*, *O. saposhnikovii*, *Gentianella sibirica*, *Mannagettaea hummelii*, *Ligularia altaica*, *Pyrethrum lanuginosum*.**

КБТ "Северо-восточные отроги хребта Восточный Танну-Ола" (50°50′–50°55′ с.ш., 95°07′–95°12′ в.д., 3 вида): *Cypripedium calceolus*, *Potentilla tericholica*, ***Phlox sibirica*.**

КБТ "Уюкский хребет, г. Бура" (51°42′–51°46′ с.ш., 92°48′–92°58′ в.д., 7 видов): *Arctagrostis latifolia*, *Festuca malyschevii, Erythronium sibiricum*, *Rheum compactum*, ***Delphinium mirabile*, *Hedysarum consanguineum*, *Oxytropis intermedia*.**

КБТ "Хребет Цаган-Шибэту, долина р. Каргы в среднем течении" (50°22′–50°27′ с.ш., 90°15′–90°30′ в.д., 29 видов): *Puccinellia kreczetoviczii*, *Allium altaicum*, *A. tuvinicum*, *Rheum compactum*, *Aphragmus involucratus*, *Leiospora excapa*, *Potentilla astragalifolia*, *P. elegantissima*, *Astragalus multicaulis*, *A. tschuensis*, *Hedysarum consanguineum*, *Oxytropis acanthacea*, *O. intermedia*, *O. macrosema*, *O. martjanovii*, *Euphorbia potaninii*, *E. tshuiensis*, *Stenocoelium athamanthoides*, *Anoplocaryum turczaninovii*, *Lagopsis marrubiastrum*, *Euphrasia altaica*, *Veronica pinnata* subsp. *nana*, *V. reverdattoi*, *Valeriana dubia*, *V. petrophila*, *Asterothamnus poliifolius*, *Galatella altaica*, *Rhinactinidia eremophila* subsp. *tuvinica*, ***Taraxacum krylovii*.**

КБТ "Уюкский хребет, долина р. Уюк" (51°55′–51°59′ с.ш., 93°08′–93°18′ в.д., 14 видов): ***Asplenium altajense*, *Stipa pennata*, *Erythronium sibiricum*, *Fritillaria dagana*, *Allium tuvinicum*, *Cypripedium calceolus*, *Gypsophila sericea*, *Silene turgida*, *Hylotelephium populifolium*, *Coluria geoides*, *Euphorbia tshuiensis*, *Eritrichium pectinatum*, *Scrophularia altaica*, *Hieracium tuvinicum*.**

КБТ "Хемчикский хребет, верховья р. Алды-Ишкин" (51°46′–51°52′ с.ш., 91°00′–91°08′ в.д., 6 видов): ***Carex williamsii*, *Kobresia smirnovii*, *Allium tytthocephalum*, *Ranunculus lasiocarpus*, *Hedysarum austrosibiricum*, *Saussurea frolovii*.**

КБТ “Южные отроги хребта Цаган-Шибэту, долина р. Саглы” (50°26′–50°30′ с.ш., 90°55′–91°05′ в.д., 17 видов): *Kobresia smirnovii*, *Allium pumilum*, *Leiospora excapa*, *Pachyneurum grandiflorum*, *Rhodiola krylovii*, *Astragalus multicaulis*, *Hedysarum consanguineum*, *Oxytropis intermedia*, *O. macrosema*, *O. tschujae*, *Euphorbia potaninii*, *Eritrichium pulviniforme*, *Euphrasia altaica*, *Asterothamnus heteropappoides*, *Echinops humilis*, *Ligularia altaica*, ***Taraxacum chamarense.***

КБТ “Хребет Сенгилен, среднее течение р. Нарын в окрестностях с. Нарын” (50°08′–50°15′ с.ш., 95°30′–95°40′ в.д., 16 видов): *Helictotrichon sangilense*, *Puccinellia krecztovicziі*, *Allium austrosibiricum*, *Iris bloudowii*, *Orchis militaris*, *Rheum compactum*, ***Draba cinerea,*** *Coluria geoides*, *Potentilla tericholica*, *Oxytropis intermedia*, *O. saposhnikovii*, *Euphorbia tshuiensis*, *Gentianella sibirica*, *Thymus elegans*, *T. schischkinii*, *Hieracium czadanense*.

КБТ “Западный макросклон хребта Восточный Саян, верховья рек Чойган-Хем и Изиг-Суг” (52°32′–52°42′ с.ш., 98°41′–98°53′ в.д., 3 вида): ***Ophioglossum vulgatum,*** *Poa mariae*, ***Oxytropis jurtzevii***.

КБТ “Хемчикский хребет, верховья рек Устю-Каргал и Шом-Шум” (51°50′–51°53′ с.ш., 91°16′–91°25′ в.д., 7 видов): *Festuca malyschevii*, *F. tristis*, *Aconitum paskoi*, *Ranunculus lasiocarpus*, ***Chrysosplenium filipes,*** *Hedysarum consanguineum*, *Stemmacantha carthamoides*.

КБТ “Окрестности с. Шуй” (50°47′–50°52′ с.ш., 90°15′–90°23′ в.д., 9 видов): *Stellaria bungeana* subsp. *glandulifera*, ***Alchemilla appressipila,*** *Coluria geoides*, *Potentilla elegantissima*, *Astragalus multicaulis*, *Oxytropis eriocarpa*, *O. intermedia*, *Geranium laetum*, *Pedicularis moschata*.

КБТ “Долины рек Бий-Хем и Сыстыг-Хем у устья р. Сыстыг-Хем” (53°37′–52°47′ с.ш., 95°24′–95°32′ в.д., 9 видов): *Arctagrostis latifolia*, *Melica turczaninowiana*, *Erythronium sibiricum*, *Cypripedium calceolus*, *Rheum compactum*, *Gypsophila sericea*, *Lathyrus frolovii*, ***Viola patrinii,*** *Valeriana paucijuga*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая статья представляет собой продолжение работы по выделению КБТ в Республике Тыва и первый опыт использования координат местонахождений гербарных образцов для характеристики, оценки репрезентативности и выделения КБТ в России. Предложенный метод предполагает наиболее полное использование накопленных к настоящему времени исходных данных по географии видов и может рассматриваться как альтернатива или существенное дополнение экспертной оценки при выборе новых КБТ или ООПТ.

Список видов, квалифицирующих тувинские КБТ по критериям А и В, включает 237 видов и подвидов высших сосудистых растений: 35 занесены в Красную книгу Российской Федерации (2008), 104 – в Красную книгу Республики Тыва (1999), 15 являются эндемиками Тувы, 130 – эндемиками и 24 – субэндемиками Алтае-Саянской флористической провинции.

Местонахождения всех критериальных видов охватываются сетью из 48 КБТ: из них 19 были определены ранее на основании экспертной оценки и 29 предлагаются к выделению в настоящей работе. Для определения дополнительных КБТ использовалась БД гербарных образцов, содержащая координаты местонахождений.

Практически каждая КБТ содержит местонахождения одного или нескольких видов, не отмеченных на других территориях. Исключение составляют КБТ “Бассейн р. Толайты” и “Перевал р. Улаатай–р. Кара-Суг”. Тем не менее первая представляет интерес в связи с богатством критериальных видов, а вторая – как одно из наиболее удобных мест для ведения мониторинга высокогорной флоры и растительности.

Сравнительно большое число КБТ обусловлено значительным числом критериальных видов. В связи с этим обращает на себя внимание неоправданно большое число видов, внесенных в Красную книгу Республики Тыва (1999) и, соответственно, требующих охраны. Сокращение списка растений в очередном издании тувинской Красной книги с учетом реального состояния популяций и существующих угроз позволит оптимизировать систему КБТ, сделав ее более компактной и отвечающей задачам эффективного мониторинга видов, занесенных в Красную книгу, и эндемичных видов.

ЛИТЕРАТУРА

Андерсон Ш. Идентификация ключевых ботанических территорий: Руководство по выбору КБТ в Европе и основы развития этих правил для других регионов мира. М.: Изд-во Представительства Всемирного союза охраны природы (IUSN) для России и стран СНГ, 2003. 39 с.

Артемов И.А. Использование данных по распространению редких эндемичных растений при планировании сети особо охраняемых территорий Алтае-Саянского региона // География и природ. ресурсы. 2003. № 1. С. 137–141.

Грубов В.И. Определитель сосудистых растений Монголии. Л.: Наука, 1982. 442 с.

Губанов И.А. Конспект флоры Внешней Монголии (сосудистые растения). М.: Валанг, 1996. 136 с.

Зуев В.В. Новый вид рода *Dasystephana* (Gentianaceae) с нагорья Сангилен (Тувинская АО) // Бот. журн. 1992. № 2. С. 96–97.

Категории и критерии Красного списка МСОП. Версия 3.1. Подготовлено Комиссией по выживанию видов МСОП. МСОП, Гланд, Швейцария и Кембридж, Великобритания / Пер. с англ. А.В.-А. Крейцберг, Е.А. Быкова. М.; Ташкент: Chinor ENK, 2002. 39 с.

Ключевые ботанические территории Алтае-Саянского экорегиона: опыт выделения / И.А. Артемов, А.Ю. Королюк, Н.Н. Лащинский и др.; под общ. ред. И.Э. Смелянского, Г.А. Пронькиной. Новосибирск: Академическое изд-во "Гео", 2009. 272 с.

Красная книга Республики Тыва: растения. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. 150 с.

Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.

Красноборов И.М., Ханминчун В.М., Красников А.А., Шауло Д.Н. Новые виды семейства Asteraceae из Тувинской АССР // Бот. журн. 1984. Т. 69, № 4. С. 537–543.

Крылов П.Н. Путевые заметки по Урянхайской земле. СПб.: Типография Императорской Академии наук, 1903. 167 с.

Масловский О.М., Пронькина Г.А. Формирование сети ключевых ботанических территорий Белоруссии // Ключевые ботанические территории Северной Евразии. Вып. 1. М.: Изд-во Представительства Всемирного союза охраны природы (IUCN) для России и стран СНГ, 2004. С. 51–65.

Никитин В.В. Новые таксоны рода *Viola* L. (Violaceae) // Новости систематики высших растений. СПб., 2002. Т. 34. С. 125–129.

Овчинникова С.В. Система рода *Craniospermum* (Boraginaceae) // Бот. журн. 2000. Т. 85, № 12. С. 77–87.

Определитель растений Тувинской АССР / М.Н. Ломоносова, И.М. Красноборов, Е.Ф. Пеньковская и др. Новосибирск: Наука, 1984. 335 с.

Определитель растений Республики Тывы / И.М. Красноборов, М.Н. Ломоносов, Д.Н. Шауло и др. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 706 с.

Ревушкин А.С. Конспект высокогорной флоры Шапшальского хребта // Новые данные о фитогеографии Сибири. Новосибирск: Наука, 1981. С. 140–170.

Ревушкин А.С. Материалы к флористическому районированию Алтае-Саянской провинции // Флора, растительность и растительные ресурсы Сибири. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1987. С. 32–46.

Редкие и исчезающие виды растений Тувинской АССР. Новосибирск: Наука, 1989. 271 с.

Соболевская К.А. Конспект флоры Тувы. Новосибирск, 1953. 245 с.

Тахтаджян А.Л. Флористические области Земли. Л.: Наука, 1978. 248 с.

Флора Сибири. Новосибирск: Наука, 1987–2003. Т. 1–14.

Шауло Д.Н. Сосудистые растения Государственного природного заповедника "Азас" (Тыва). Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 1998. 98 с.

Arii speciale pentru protectia si conservarea plantelor in Romania / Anca Sarbu (coord.), Ion Sarbu, Adrian Oprea et al. Bucuresti: Editura Victor B Victor, 2007. 396 p.

Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats, Bern, 19.IX.1979, Appendix I, Strictly Protected Flora Species // Council of Europe [Электронный ресурс]. URL: http://conventions.coe.int/Treaty/FR/Treaties/Html/104-1.htm (дата обращения 27.01.2011).

Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora [Электронный ресурс]. URL: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:EN:PDF (дата обращения 27.01.2011).

Important Plant Areas [Электронный ресурс]. URL: http://www.plantaeuropa.org/pe-EPCS-hot_issues-IPA.htm (дата обращения 28.01.2011).

Kadota Y. *Aconitum krasnoboroffii* (Ranunculaceae) – A New Species from the West Sayan Mountain Range, Siberia // J. Jap. Bot. 1994. V. 69, N 4. P. 214–221.

The IUCN Red List of Threatened Species. 2010.4 [Электронный ресурс]. URL: http://www.iucnredlist.org/ (дата обращения 27.01.2011).

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 72–76 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 577.13 : 582.623.2

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ И ДУБИЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЛИСТЬЯХ И СОЦВЕТИЯХ *SALIX ALBA* (*SALICACEAE*)

А.А. Петрук

Центральный сибирский ботанический сад,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: pet.a@mail.ru

Определена сезонная динамика изменения содержания флавоноидов и дубильных веществ у *Salix alba*, *S. alba* var. *vitellina* и *S. alba* × *S. blanda*. Наибольшее количество веществ находится в листьях изученных растений. Максимумы содержания флавоноидов и дубильных веществ в соцветиях приходятся на период полного цветения, в листьях – в период их активного роста, а также в конце вегетационного периода, перед началом листопада.

Ключевые слова: *Salicaceae, Salix, флавоноиды, дубильные вещества.*

THE SEASONAL DYNAMIC OF THE CONTENTS OF FLAVONOIDS AND TANNINS IN *SALIX ALBA* (*SALICACEAE*)

A.A. Petruk

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, Russia, e-mail: pet.a@mail.ru

In this study we determined the concentration of flavonoids and tannins in *Salix alba*, *S. alba* var. *vitellina*, and *S. alba* × *S. blanda*. The highest concentrations of these compounds were observed in leaves. In inflorescences, the concentration of flavonoids and tannins is at maximum during the full bloom; in leaves, during the phase of active growth and in the end of the vegetation period before defoliation.

Key words: *Salicaceae, Salix, flavonoids, tannins.*

ВВЕДЕНИЕ

Флавоноиды и дубильные вещества относятся к фенольным соединениям, которые представляют собой один из наиболее распространенных классов природных соединений, обладающих широким спектром биологической активности (Харборн, 1968; Запрометов, 1994; и др.).

Очевидный интерес по содержанию фенольных соединений представляют виды рода *Salix* L. Ивы – один из наиболее активно изучаемых таксонов по химическому содержанию веществ. Наиболее известные в мире лекарственные препараты, в составе которых содержатся экстрактивные вещества ивы, созданы в России, Канаде, США, Германии, Голландии, Франции и Польше (Зузук и др., 2005). Чаще всего основным компонентом препаратов является сухой экстракт коры ивы белой (*S. alba* L.). Она также востребована в тибетской, монгольской, бурятской медицине. Это обусловлено тем, что кора ивы белой обладает вяжущим, гемостатическим, диуретическим, жаропонижающим и дезинфицирующим действием. Использование коры может быть рекомендовано при лечении таких заболеваний, как простуда, ревматизм, подагра, неврозы и др. По сравнению с корой, листья и соцветия ивы используются в приготовлении лекарственных препаратов в меньшей степени, однако они также обладают важными терапевтическими свойствами: листья – как жаропонижающее, мужские соцветия – для лечения тахикардии, листья и соцветия – для лечения неврозов (Буданцев, Лесиовская, 2001).

В настоящее время ведутся работы по фармакологическому изучению и биологически активным веществам ивы (Шиков и др., 2004). В листьях *S. alba* обнаружены такие флавоноиды, как апигенин, 7-*O*-(4-*O*-*n*-кумароил)глюкозид апигенина, кверцетин, изокверцитрин, рутин, лютеолин, 7-глюкозид лютеолина, моноглюкозид рамнетина, изорамнетин, 3-*O*-глюкозид изорамнетина, нарциссин, альбозид, диосметин, аментофлавон, купрессусфлавон, нарингенин; в пыльце – астрагалин, кверцимеритрин, 3,7-ди-*O*-глюкозид кверцетина (Растительные ресурсы СССР…, 1986; Растительные ресурсы России…, 2009; Qizhen et al., 2004).

Цель настоящего исследования – сравнительное изучение динамики содержания флавоноидов и дубильных веществ в листьях и соцветиях дикорастущих и интродуцированных представителей *S. alba*, ее культурной формы и гибрида.

© А.А. Петрук, 2012

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для работы послужили сборы автора (май–сентябрь 2010 г.) листьев и соцветий *S. alba* (мужской и женский экземпляры) из природной флоры Алтайского края (Павловский р-н, окр. с. Колыванское), а также сборы интродуцированных культурной формы и гибрида ивы белой: *S. alba* var. *vitellina* (L.) Stokes (женский экземпляр) и *S. alba* × *S. blanda* Anderss. (экземпляр с мужскими и обоеполыми соцветиями) на территории дендропарка Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск).

Количественное определение флавоноидов проводили по методике, основанной на методе В.В. Беликова (1970), в котором использована реакция комплексообразования флавоноидов с хлоридом алюминия. Спектрофотометрическое определение суммарного содержания флавоноидов в листьях проводили следующим образом. Точную навеску воздушно-сухого сырья (около 0.5 г), измельченного и просеянного через сито с отверстиями диаметром 1 мм, помещали в колбу объемом 100 мл и исчерпывающе экстрагировали 70%-м этиловым спиртом, контролируя полноту экстракции реакцией с 5%-м раствором NaOH (до исчезновения желтой окраски), далее измеряли объем профильтрованного объединенного экстракта. Затем в мерную пробирку вносили 0.1 мл экстракта, приливали 0.2 мл 2%-го раствора $AlCl_3$ в 96%-м этиловом спирте и доводили объем до 5 мл этанолом такой же концентрации. В контрольном варианте к 0.1 мл экстракта приливали 1–2 капли 30%-й уксусной кислоты и доводили объем до 5 мл. Растворы перемешивали и через 40 мин измеряли оптическую плотность с хлоридом алюминия на спектрофотометре СФ-26 при 415 нм в кювете с толщиной слоя 1 см, используя для сравнения раствор с кислотой. Суммарное содержание флавоноидов (x, в % от массы воздушно-сухого сырья) определяли по формуле

$$x = \frac{Y \times V_1 \times V_2 \times 100}{M \times V_3 \times 1\ 000\ 000},$$

где Y – содержание флавоноидов в 1 мл испытываемого раствора, найденное по калибровочному графику, построенному по рутину, мкг; V_1 – объем экстракта, мл; V_2 – объем разведения, мл; V_3 – объем экстракта, взятый для анализа, мл; M – масса воздушно-сухого сырья, г. Ошибка определения составляет ±0.4 %.

Количественное определение дубильных веществ проводили весовым способом путем окисления перманганатом калия в присутствии индигокармина по методу Левенталя–Нейбауера в модификации Курсанова (Государственная фармакопея, 1987). На реакцию брали 5 мл вытяжки, добавляли 10 мл индигокармина и доводили водой до 300 мл с последующим титрованием 0.01 N $KMnO_4$. Суммарное содержание дубильных веществ (x, в % от массы воздушно-сухого сырья) расчитывали по формуле

$$x = \frac{(a-b) \times 4.157 \times V \times 100}{n \times V_1 \times 1000},$$

где a – объем раствора $KMnO_4$, израсходованного на титрование, мл; b – объем раствора $KMnO_4$, израсходованного на титрование в контрольном опыте, мл; 4.157 – количество дубильных веществ, соответствующее 1 мл 0.01 N $KMnO_4$, мг; V – общий объем извлечения, мл; n – масса сырья, мг; V_1 – объем, взятый на титрование, мл.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В динамике суммы флавоноидов *S. alba* (рис. 1) выявлено, что для женского экземпляра этого вида наибольшее содержание флавоноидов в листьях характерно для середины июня – 1.80 % (больший максимум) и для середины августа – 1.25 % (меньший максимум). В соцветиях максимум веществ (0.85 %) приходится на середину июня, минимум (0.30 %) – на середину июля. У мужского экземпляра, в отличие от женского, максимум веществ в листьях отмечен для середины июля – 1.70 %, в соцветиях содержание веществ 1.25 % наблюдалось также в середине июня. Минимум веществ в листьях (0.85 %) зафиксирован для женского экземпляра в середине июля, для мужского – в середине августа.

Для *S. alba* var. *vitellina* (рис. 2) характерно наличие двух максимумов: содержание в листьях более 2 % флавоноидов (меньший максимум) отмечено в период конца мая–начала июня (время активного роста листьев), в конце июня наблюдалось содержание 4.60 % (больший максимум). Минимальное содержание – 0.95 и 0.85 % – приходится на окончание вегетационного периода. В соцветиях максимум веществ

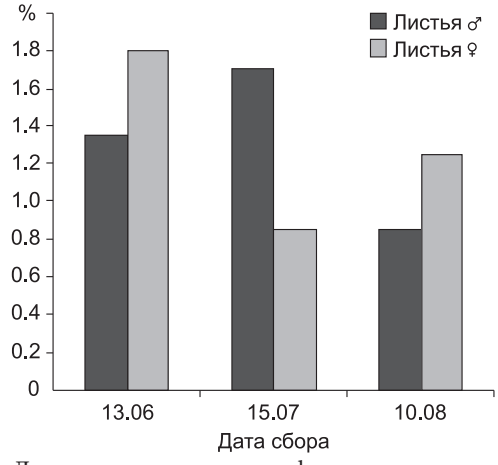


Рис. 1. Динамика содержания флавоноидов в листьях *S. alba.*

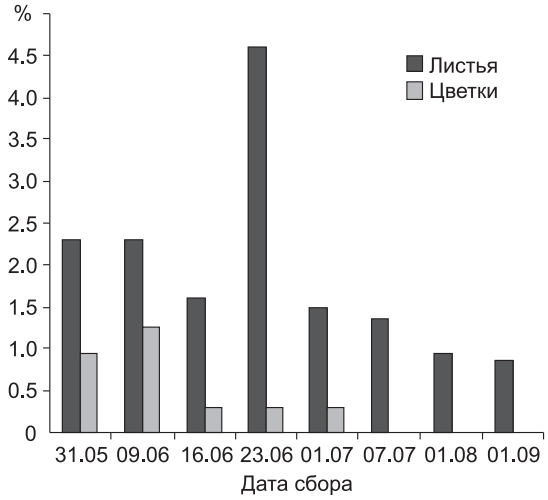


Рис. 2. Динамика содержания флавоноидов в листьях и соцветиях *S. alba* var. *vitellina.*

(1.25 %) зафиксирован в начале июня, в период полного цветения этого экземпляра, после чего наступает фаза плодоношения, и содержание флавоноидов сводится до минимума – 0.30 %.

Для гибрида *S. alba* × *S. blanda* (рис. 3) содержание в листьях более 1.50 % флавоноидов отмечено в период с мая до середины июня (время активного роста листьев). Наибольшее значение (2.20 %) приходится на начало сентября (окончание вегетационного периода), наименьшие: 0.85 и 0.75 % – на конец июня, начало июля и начало августа. В мужских и обоеполых соцветиях максимум веществ (1.50–1.70 %) зафиксирован в начале июня, в период полного цветения.

Сравнивая максимумы и минимумы содержания флавоноидов в листьях и соцветиях исследованных экземпляров, можно отметить, что наибольшее количество веществ в листьях характерно для формы *S. alba* var. *vitellina* – 4.60 %, наименьшее – для гибрида *S. alba* × *S. blanda* – 0.75 %; наибольшее количество веществ в соцветиях наблюдается у *S. alba* × *S. blanda* (обоеполые соцветия) – 1.70 %, наименьшее – для *S. alba* var. *vitellina* и *S. alba* (женские экземпляры) – 0.30 %. В мужских соцветиях максимум веществ – 1.50 % (*S. alba* × *S. blanda*), в женских – 1.25 % (*S. alba* var. *vitellina*). Таким образом, наибольшее количество флавоноидов содержалось в обоеполых соцветиях по сравнению с мужскими и женскими. По количеству веществ мужские и женские соцветия практически неотличимы, так как для некоторых экземпляров характерны одинаковые максимумы, например, максимум веществ (1.25 %) зафиксирован для *S. alba* var. *vitellina* (женский экземпляр) и *S. alba* (мужской экземпляр). Следует отметить, что в листьях женского экземпляра *S. alba* количество флавоноидов несколько большее, чем мужского, а по содержанию веществ в соцветиях мы наблюдаем обратную картину. В образцах листьев у всех указанных экземпляров и для мужской и для женской особи *S. alba* количество флавоноидов (сравнивая только максимумы) больше, чем в соцветиях. Общими тенденциями для четырех изученных экземпляров стало то, что максимумы содержания флавоноидов в соцветиях отмечались в период полного цветения. В динамике содержания дубильных веществ в листьях и соцветиях *S. alba* (рис. 4) можно указать следующие особенности. Для женского экземпляра *S. alba* наибольшее содержание дубильных веществ в листьях зафиксировано в середине августа – 2.49 %, в соцветиях максимум веществ – 1.25 % – приходится на середину июня, минимум – 0.83 % – на середину июля. В отличие от женского, у мужского экземпляра *S. alba* максимум веществ в листьях (3.33 %) и соцветиях (2.49 %) отмечен в середине июня.

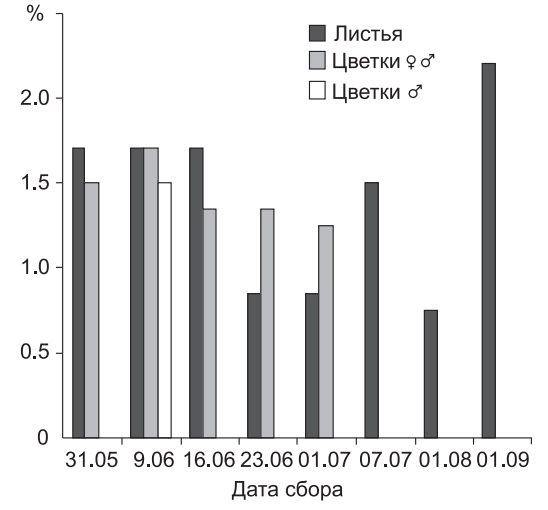


Рис. 3. Динамика содержания флавоноидов в листьях и соцветиях *S. alba* × *S. blanda.*

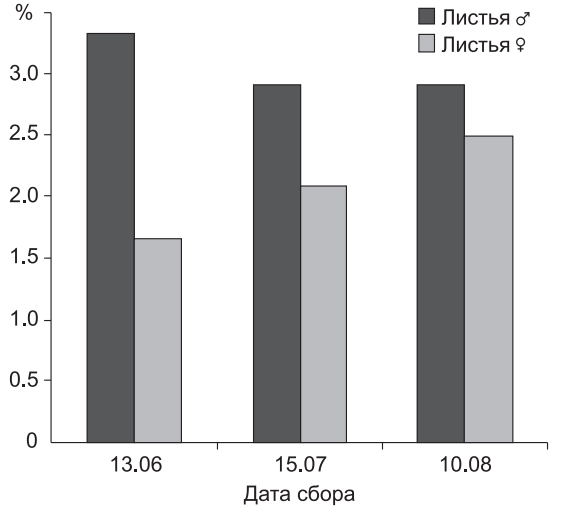


Рис. 4. Динамика содержания дубильных веществ в листьях *S. alba.*

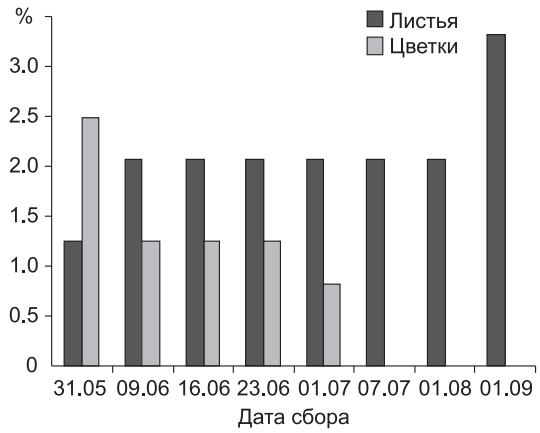


Рис. 5. Динамика содержания дубильных веществ в листьях *S. alba* var. *vitellina.*

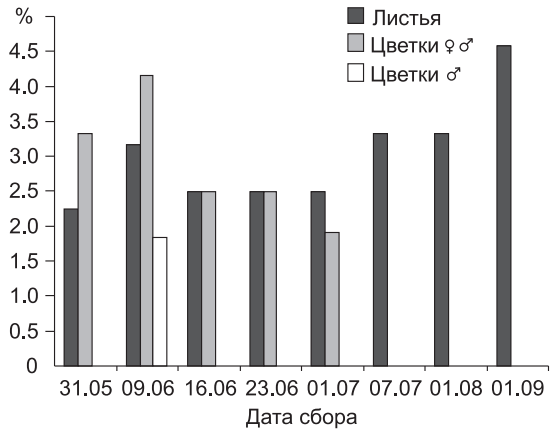


Рис. 6. Динамика содержания дубильных веществ в листьях и соцветиях *S. alba* × *S. blanda.*

Для *S. alba* var. *vitellina* (рис. 5) минимальное количество дубильных веществ в листьях (1.25 %) приходится на конец мая, наибольшее содержание – на начало сентября (3.33 %). В остальной период – с середины июня до конца августа этот показатель был стабильным – 2.08 % дубильных веществ. В соцветиях максимум веществ зафиксирован в начале июня, в период полного цветения, после чего содержание веществ постепенно сводится до минимума – 0.83 %.

Для листьев *S. alba* × *S. blanda* (рис. 6) характерно наличие двух максимумов: 3.16 % дубильных веществ (меньший максимум) – в начале июня, 4.57 % (больший максимум) – в начале сентября. Минимальное содержание дубильных веществ – 2.24 и 2.49 % – отмечено в конце мая и в период со средины июня до начала июля. В обоеполых соцветиях максимум веществ зафиксирован в начале июня – 4.15 %, в период полного цветения, после чего содержание дубильных веществ постепенно сводится до минимума – 1.91 %. В мужских соцветиях по сравнению с обоеполыми дубильных веществ в период полного цветения меньше – 1.83 %.

Таким образом, сравнивая максимумы и минимумы содержания дубильных веществ, можно указать, что наибольшее количество веществ в листьях характерно для *S. alba* × *S. blanda* – 4.57 %, наименьшее – для *S. alba* var. *vitellina* – 1.25 %. Наибольшее количество дубильных веществ в соцветиях характерно для гибрида *S. alba* × *S. blanda* (обоеполые соцветия) – 4.15 %, наименьшее для *S. alba* var. *vitellina* и *S. alba* (женские экземпляры) – 0.83 %. По количеству веществ мужские и женские соцветия у изучаемых представителей практически не отличаются. Наибольшее количество веществ содержалось в обоеполых соцветиях по сравнению с женскими и мужскими.

Анализируя динамику дубильных веществ у *S. alba*, можно сказать, что у мужских экземпляров и в листьях, и в соцветиях содержание дубильных веществ выше, чем у женских. Общей тенденцией для четырех изученных экземпляров стало то, что максимумы содержания дубильных веществ в соцветиях приходятся на период полного цветения. В образцах листьев всех изученных мужских и женских особей количество дубильных веществ больше, чем в соцветиях, как и в случае с содержанием флавоноидов. Кроме того, сравнивая динамику содержания флавоноидов и дубильных веществ, можно отметить следующие особенности. Для гибрида *S. alba* × *S. blanda* содержание их в соцветиях и листьях достигает максимума в одно и то же время; в соцветиях – в начале июня, в фазу полного цветения мужских цветков в обоеполых соцветиях, в листьях – в начале сентября. Максимальное накопление веществ в соцветиях *S. alba* и *S. alba* var. *vitellina* происходит в одно и то же время – в середине июня.

В настоящее время опубликовано несколько работ, посвященных сезонной динамике накопления флавоноидов и дубильных веществ в коре, листьях и соцветиях разных видов ив (Кузьмичева и др., 1993; Оразов, 1998; Фаррахов, 2004; и др.). Полученные нами результаты по динамике содержания флавоноидов и дубильных веществ в листьях и соцветиях дополняют данные предыдущих исследователей и отчасти согласуются с работами Р.Ю. Фаррахова (2004), Н.А. Кузьмичевой и др. (1993). Некоторыми авторами отмечается наличие двух максимумов содержания флавоноидов в листьях – в только что развернувшихся листьях и перед листопадом (Кузьмичева и др., 1993). Другие выявили, что максимальное накопление флавоноидов в листьях происходит в период конца цветения–начала плодоношения, после чего идет постепенное снижение содержания веществ (Оразов, 1998). Для некоторых видов выявлена положительная корреляция в накоплении флавоноидов и дубильных веществ в ходе всего сезона вегетации (Фаррахов, 2004).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что наибольшее количество флавоноидов и дубильных веществ находится в листьях изученных растений, среди них по сумме флавоноидов выделяется *S. alba* var. *vitellina* – 4.60 %, по содержанию дубильных веществ – *S. alba* × *S. blanda* – 4.57 %. Максимумы содержания флавоноидов и дубильных веществ в соцветиях приходятся на период полного цветения, в листьях – в период их активного роста, а также в конце вегетационного периода, перед началом листопада. Это время является оптимальным для сбора сырья. Наибольшее количество флавоноидов и дубильных веществ содержится в обоеполых соцветиях по сравнению с женскими и мужскими.

Полученные результаты свидетельствуют о невозможности применения такого показателя, как количественное содержание указанных фенольных соединений в качестве хемотаксономического маркера для рода *Salix* вследствие широкого диапазона их изменчивости. Так, например, в течение вегетационного периода содержание флавоноидов в листьях *S. alba* var. *vitellina* изменяется от 0.85 до 4.60 %.

Данное исследование позволяет рассматривать изученные образцы листьев и соцветий *S. alba*, *S. alba* var. *vitellina* и *S. alba* × *S. blanda* в качестве источника фенольных соединений как средств лечебного и профилактического назначения.

ЛИТЕРАТУРА

Беликов В.В. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. № 1. С. 68.

Буданцев А.Л., Лесиовская Е.Е. Дикорастущие полезные растения России. СПб., 2001. 663 с.

Государственная фармокопея СССР. Общие методы анализа. М., 1987. Вып. 1. 335 с.

Запрометов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М., 1994. 240 с.

Зузук Б.М., Куцик Р.В., Недоступ А.Т., Хоменец И.З., Пермяков В.В., Федущак Н.К. Ива белая *Salix alba* L.: Аналитический обзор // Провизор. 2005. № 15. С. 16–18.

Кузьмичева Н.А., Мазан И.Ф., Булат В.С. Сезонная динамика накопления флавоноидов в листьях ивы трехтычинковой *Salix triandra* // Весці АН Беларусі. Сер. бiял. н. 1993. № 5. С. 23–29.

Оразов О.Э. Состав и накопление флавоноидов и танидов у женских и мужских клонов видов рода *Salix* L.: Автореф. дис. … канд. биол. наук. Уфа, 1998. 20 с.

Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейства *Paeoniaceae–Thymelaeaceae* / Отв. ред. П.Д. Соколов. Л., 1986. 336 с.

Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2: Семейства *Actinidiaceae* – *Malvaceae*, *Euphorbiaceae* – *Halorogaceae* / Отв. ред. А.Л. Буданцев. СПб., 2009. 513 с.

Фаррахов Р.Ю. Комплексное использование водоохранно-защитных лесных насаждений (на примере видов рода *Salix* L.): Автореф. дис. … д-ра биол. наук. Тольятти, 2004. 19 с.

Харборн Дж. Фенольные гликозиды и их распространение в природе // Биохимия фенольных соединений. М., 1968. С. 109–139.

Шиков А.Н., Пожарицкая О.Н., Макаров В.Г., Фомичева Т.И. Ива белая – биологически активные вещества, свойства и применение // 8 Международный съезд Фитофарм 2004 "Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения". СПб., 2004. С. 507–512.

Qizhen Du, Gerold Jerz, Winterhalter P. Preparation of three flavonoids from the bark of *Salix alba* by High-Speed Countercurrent Chromatographic Separation // J. Liquid Chromatogr. & Rel. Technol. 2004. V. 27, N 20. P. 3257–3264.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 77–95 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 582.948.2:543.53

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *BORAGINACEAE*

Д.С. Круглов[1], С.В. Овчинникова[2]

[1]*Новосибирский государственный медицинский университет,*
630091, Новосибирск, Красный просп., 52, e-mail: kruglov_DS@mail.ru
[2]*Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,*
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: sv-ovchin@yandex.ru

Методом масс-спектроскопии определена концентрация 59 макро- и микроэлементов в надземной части 55 видов из 34 родов, 13 триб и 3 подсемейств семейства *Boraginaceae*, собранных в различных местообитаниях. Установлена эффективность применения кластерного анализа для изучения элементного состава видов семейства *Boraginaceae* для целей хемосистематики. Показана зависимость содержания биогенных и абиогенных элементов от таксономического положения видов, а также выявлено, что наибольшее влияние на микроэлементный спектр оказывают эволюционный возраст и филогенетические связи. Высказано предположение о существовании генетически определенного элементного гомеостаза растений.

Ключевые слова: *Boraginaceae, элементный состав, масс-спектроскопия, кластерный анализ, хемосистематика.*

THE ELEMENT COMPOSITION OF *BORAGINACEAE* FAMILY PLANTS

D.S. Kruglov[1], S.V. Ovchinnikova[2]

[1]*Novosibirsk State Medical University,*
630091, Novosibirsk, Krasny Prosp., 52, e-mail: kruglov_DS@mail.ru
[2]*Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,*
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: sv-ovchin@yandex.ru

The concentration of 59 macro- and microelements in herbs of 55 species, 34 genera, 13 tribes and 3 subfamilies of family *Boraginaceae* from different habitats had been determined. The effectiveness of clade analysis using for study of elements content in plants of *Boraginaceae* for the purpose of chemosystematics was established. The dependence of content of biogenous and abiogenous elements from taxonomical position of species was established. Evolutionary age and phylogenetic connections render the biggest influence for microelements spectrum as had been showed. The hypothesis about existence of genetically determining of plant elements homeostasis has been spoken out.

Key words: *Boraginaceae, elements content, mass-spectroscopy, clade analysis, chemosystematics.*

ВВЕДЕНИЕ

Широко известно применение растений для коррекции нарушений микроэлементного обмена (Витамины и микроэлементы…, 2001). Микроэлементы в составе растений находятся во взаимосвязи с биологически активными соединениями, что существенно повышает их усвояемость в животном организме. Микроэлементный состав растений определяется наличием элементов в субстрате и физиологическими особенностями минерального питания растений (Ноздрюхина, Гринкевич, 1980). Последние, безусловно, должны быть видоспецифичными. В этой связи, помимо медицинского значения, элементный состав растений имеет и общетеоретическое значение в хемосистематике растений.

В работе Л.Г. Ноздрюхиной и Н.И. Гринкевич (1980) представлены результаты изучения элементного состава различных лекарственных растений и установлена взаимосвязь между элементным составом и синтезом вторичных метаболитов. Все последующие исследования элементного состава различных таксонов носили характер накопления экспериментальных данных. В них находились закономерности накопления отдельных элементов, что конечно не может дать полной картины, приемлемой для использования в хемосистематике. Д.С. Кругловым и М.А. Ханиной (2006б) был изучен элементный состав растений, применяемых для лечения одного из распространенных микроэлементов – железодефицитной анемии, и предложен параметрический подход к выделению противоанемических растений. Однако выбор и расчет параметров во многом носят эмпирический характер, недостаточно обоснованный с позиций физиологии растений, вследствие чего мало пригоден для целей хемосистематики. Позднее была выявлена

© Д.С. Круглов, С.В. Овчинникова, 2012

перспективность применения для лечения железодефицитной анемии растений из семейства *Boraginaceae* Juss. и впервые получены данные о элементном составе шести видов (Круглов, Ханина, 2006а). Работа по изучению элементного состава растений этого семейства была продолжена Ю.В. Загурской и О.В. Чанкиной (2010), которые методом рентгенофлуоресцентного анализа определили содержание 19 элементов у 17 видов растений, произрастающих на территории Сибири.

В проведенных исследованиях авторы ограничивались небольшим числом (до 20) элементов, выбор которых не был обоснован с точки зрения их роли в физиологических процессах растительного организма (Mengel, Kirkby, 2001). Неполный набор анализируемых элементов являлся следствием ограничений при использовании инструментальных методов анализа химического состава. Широко применяемые ранее атомно-эмиссионный (Ковальский, Гололобов, 1969), нейтронно-активационный и рентгенофлуоресцентный методы не позволяют достоверно определять большое число элементов. Использование метода масс-спектроскопии дало возможность определять до 60 элементов, в том числе и все элементы, чья роль в физиологических процессах растений была достоверно установлена.

Вместе с тем увеличение числа анализируемых элементов приводит к существенным трудностям при интерпретации полученных результатов. Используемые чаще всего методы выделения элементов, содержащихся в объектах в экстремальных количествах, и установление парных взаимосвязей между содержанием отдельных элементов оказываются малоинформативными. Также достаточно сложно ограничить число анализируемых элементов, поскольку в настоящей момент отсутствуют достоверные сведения о роли элементов в физиологических процессах, протекающих в растительном организме. Становится очевидным, что анализ больших массивов данных требует специального математического аппарата.

Подходя с формальных позиций, задача сопоставления одного объекта с множеством его компонентов является типичной задачей одного из разделов математической статистики – многофакторного анализа. Нами предложено использовать кластерный анализ для изучения элементного состава (микроэлементного профиля или спектра) растений (Круглов, 2010б,в).

В результате выявлено, что особенности химического состава почвы дают небольшой вклад в микроэлементный профиль (или спектр) растения и значительно более важным фактором, определяющим микроэлементный состав растений, является характеристика местообитаний конкретных видов (Круглов, 2010б). Они оказывают решающее влияние на протекание физиологических процессов в растительном организме. Учитывая, что физиологические процессы видоспецифичны, микроэлементный профиль растений, по-видимому, должен отражать его систематическое положение. В работе Д.С. Круглова (2010в) показана эффективность применения предложенного подхода в хемосистематике видов рода *Pulmonaria* L. из семейства *Boraginaceae*.

В этой связи актуально провести анализ микроэлементного состава представителей семейства *Boraginaceae* из разных мест произрастания и разных групп родства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования служили надземные части 55 видов из 34 родов, 13 триб и 3 подсемейств семейства *Boraginaceae*, собранные в различных местах произрастания в фазе цветения–начала плодоношения (табл. 1). Только на такой фазе развития виды могут быть достоверно определены. Часть видов была собрана в удаленных точках их естественных ареалов и в различных экологических условиях. В работе принята система *Boraginaceae* (Попов, 1953; Доброчаева, 1981) с некоторыми изменениями (Овчинникова, 2005, 2007а).

Исследования проводились как на образцах растений, произрастающих в природе, так и на интродуцированных на территории ботанического сада. После отбора образцов сырье доводилось в естественных условиях до воздушно-сухого состояния (с влажностью ~8 %) и измельчалось до частиц, проходящих сквозь сито с размером ячейки 0.2–1 мм. На первом этапе определяли зольность и, в первую очередь, золу, нерастворимую в 10%-й соляной кислоте. Данный показатель выявляет экзогенное загрязнение пылью (оксидом кремния). В образцах, которые направлялись на анализ, этот показатель колебался в пределах 1–3 %. Содержание микроэлементов определялось методом масс-спектроскопии с индуктивно связанной плазмой на приборе "ELAN-DRC". Для контроля правильности определения использовался метод добавок (Определение…, 2003).

Для анализа полученных данных применялся кластерный анализ с использованием пакета прикладных программ "STATISTICA 8". При проведении кластерного анализа (Hartigan, 1975) вводится понятие абстрактного многомерного пространства, координатами которого являются содержания каждого элемента. Любой объект в таком пространстве (в данном случае исследуемый объект) характеризуется вполне определенным и только ему присущим положением в этом пространстве. Группа сходных между собой объектов образует в таком пространстве некий кластер. В качестве меры расстояния между различными кластерами обычно принимается геометрическое расстояние в многомерном пространстве (евклидово расстояние).

Таблица 1

Объекты исследования

№ п/п	Вид	Местонахождение
1	2	3
	Подсем. *Ehretioideae* Guerke (Ehr)	
1	*Ehretia microphylla* Lam.	Оранжерея ЦСБС, 1997 г.
	Подсем. *Heliotropioideae* Guerke (Hel)	
2	*Heliotropium europaeum* L.	Республика Сербия, Карпатско-Балканская часть Восточной Сербии, Nis-Dobric Valley, Juzna Morava River, Biljeska Cuka Hill, деградированный шибляк на щебнистых склонах на выс. до 465 м над ур. м., скальные выходы, щебень, 14.09.2009
	Триба *Craniospermeae* M. Pop. (Cr)	
3	*Craniospermum subvillosum* Lehm.	Республика Бурятия, Тункинский р-н, окр. г. Гремячинска, песчаные пляжи, берега оз. Байкал, 03.07.2006
	Триба *Eritrichieae* Benth. et Hook. f. Subtrib. *Eritrichiinae* Riedl (Er, Er)	
4	*Eritrichium kamtschaticum* Kom.	Дальний Восток, Камчатская область, Елизовский р-н, подножие Корякского вулкана, шлаковые поля, выс. 1098 м над ур. м., 12.08.2009
5	*E. pulviniforme* M. Pop.	Республика Алтай, Кош-Агачский р-н, окр. пос. Чеган-Узун, каменистая степь по склонам гор, 04.07.2007
6	*E. subrupestre* M. Pop.	Республика Алтай, Онгудайский р-н, пойма р. Каракол, окр. д. Кулады, 27.08.2007
7	*Amblynotus rupestris* (Pall. et Georgi) M. Pop. ex Serg. (обр. B)	Республика Бурятия, Закаменский р-н, окр. с. Баянгола, р. Саргина, опушка лиственничного осоково-злаково-разнотравного леса, выс. 1256 м, N 50°48′07.90″, E 103°36′29.5″, 17.07.2009
8	*A. rupestris* (обр. C)	Республика Бурятия, Джидинский р-н, левый берег р. Джида, в 9.32 км северо-восточнее пос. Дырестуй, на скалах, выс. 592 м, N 50°36′28.90″, E 105°56′43.84″, 25.07.2009
9	*A. rupestris* (обр. D)	Республика Бурятия, Закаменский р-н, окр. с. Михайловка, левый берег р. Джида, на остепненном склоне юго-западной экспозиции, выс. 841 м, N 50°25′49.7″, E 104°13′22.60″, 15.07.2009
10	*A. rupestris* (обр. E)	Республика Бурятия, Прибайкальский р-н, окр. с. Клочнево, правый берег р. Селенга, каменистый южный склон, выс. 541 м, N 52°11′07.50″, E 107°32′30.90″, 10.07.2009
11	*A. rupestris* (обр. A)	Республика Бурятия, Закаменский р-н, окр. с. Далахай, левый берег р. Цакирка, на склоне, выс. 1336 м, N 50°57′10.90″, E 102°53′22.20″, 21.07.2009
12	*A. rupestris*	Республика Бурятия, Джидинский р-н, севернее с. Петропавловка, низкогорный массив, северо-западный каменистый склон гряды, степь, 12.07.2007
13	*Hackelia uncinata* (Benth.) C.E.C. Fisch	г. Бердск, частный ботанический сад, 24.06.2008. Семена из Китая
	Триба *Echieae* DC. (Ech)	
14	*Echium vulgare* L.	Республика Алтай, Черлакский р-н, окр. пос. Камлак, лев. берег р. Сема, щебнистая степь, 19.08.1996
	Триба *Lithospermeae* (DC.) Guerke (Li)	
15	*Onosma arenaria* Waldst. et Kit.	Республика Сербия, Карпатско-Балканская часть Восточной Сербии, бассейн р. Данубе, пос. Клядово, песчаная степь, 12.09.2009
16	*O. barsczewskii* Lipsky	Республика Таджикистан, Душанбинская область, долина р. Варзоб по дороге на Анзобский перевал, окр. Кондары, травяные сообщества, выс. 1900 м над ур. м., 05.05.2008
17	*O. gmelinii* Ledeb.	Республика Алтай, Кош-Агачский р-н, долина р. Джасатор, полынная степь на южном склоне, 12.07.1999
18	*O. simplicissima* L.	Новосибирская область, Искитимский р-н, 5 км на юго-восток от пос. ст. Искитим, остепненный луг, 05.06.2008
19	*Buglossoides arvensis* (L.) I.M. Johnston	Республика Таджикистан, Душанбинская область, район Варзоб, склоны к долине р. Кондара, кустарниковые и лесные сообщества, *h* = 1250 м над ур. м., 03.05.2008
20	*Lithospermum officinale* L.	Алтайский край, Топчихинский р-н, 3 км на запад от с. Хабазино, злаково-разнотравная степь, 15.08.2008
21	*Stenosolenium saxatile* (Pall.) Turcz.	Республика Бурятия, Джидинский р-н, восточнее с. Нарын, низкогорный массив в левобережье р. Армак, крутой каменистый склон, 07.07.2007

Окончание табл. 1

1	2	3
22	*Arnebia coerulea* Schipcz.	Республика Таджикистан, Хатлонская область, южнее с. Даштиджум, глинисто-каменистый склон к р. Обиминоб, *h* = 900 м над ур. м., 26.04.2008
23	*A. guttata* Bunge	Республика Алтай, Онгудайский р-н, у места впадения Чуи в Катунь, на скалах по южному склону, 03.08.2004
	Триба *Myosotideae* Reichenb. (My)	
24	*Myosotis arvensis* (L.) Hill.	Бонсай-парк ЦСБС СО РАН, 19.05.2009
25	*M. krylovii* Serg.	Новосибирская обл., Новосибирский р-н, ст. ж.-д. Совхозная, осиново-березовый лес, 24.05.2009
26	*Strophiostoma sparsiflorum* (Mikan ex Pohl) Turcz.	Бонсай-парк ЦСБС СО РАН, сорное, 19.05.2009
	Триба *Boragineae* (Bo)	
27	*Anchusa italica* Retz.	Республика Таджикистан, Хатлонская область, район Шуроабад, юго-западнее с. Даштиджум, склоны к р. Обиминоб над кишлаком Хаджигара, 26.04.2008
28	*Trachystemon orientalis* (L.) G. Don fil.	Бонсай-парк ЦСБС СО РАН, 19.05.2009. Семена собраны: Сев.-Зап. Турция, Сев.-Анатолийские горы, побережье Черного моря, окр. г. Амасра, широколиственные дубово-буковые леса, 22.04.2006
29	*Brunnera sibirica* Steven	Томская область, Томский р-н, окр. с. Коларово, смешанный лес, 20.05.2007
30	*Borago officinalis* L.	Новосибирская обл., окр. ст. Совхозная, дачный кооператив, 17.07.2007
31	*Symphytum asperum* Lepech.	Новосибирская обл., окр. ст. Совхозная, распадок в березовом лесу, место бывшей дачной свалки, 17.06.2007
32	*S. ibericum* Stev.	Бонсай-парк ЦСБС СО РАН, 19.05.2009. Семена собраны: Турция, Южная Анатолия, окр. г. Силифке, горная система Тавр, на перевале в расщелинах камней, 15.04.2007
33	*S. officinale* L.	Бонсай-парк ЦСБС СО РАН, 19.05.2009
34	*Nonea rossica* Stev.	Новосибирская область, Искитимский р-н, 5 км на юго-восток от пос. ст. Искитим, остепненный луг, 05.06.2008
35	*Pulmonaria angustifolia* L.	Беларусь, Гомельская область, Житковичский р-н, в 11 км к юго-востоку от г. Турова, смешанный лес, 30.05.1998
36	*P. mollis* Wulf. ex Hornem. (обр. B)	Красноярский край, Иланский р-н, 2 км на северо-восток от пос. Иланский, сосновый бор, 27.05.2008
37	*P. mollis* (обр. C)	Иркутская обл., Усть-Кутский р-н, 1.5 км к северу от пос. Каймоново, смешанный лес, 10.06.2009
38	*P. mollis* (обр. D)	Свердловская область, 3 км на юго-восток от пос. Курганово, смешанный лес, 20.05.2009
39	*P. mollis* (обр. A)	Новосибирская область, Колыванский р-н, в 8 км на северо-запад от пос. Катковский, сосновый бор, 25.05.2009
40	*P. obscura* Dumort.	Ярославская область, Большесельский р-н, окр. с. Шельшедом, смешанный лес, 15.05.2007
41	*P. officinalis* L.	Латвия, окр. г. Юрмала, хвойный лес, 10.06.1988
42	*P. rubra* Schott	Украина, Черновицкая область, Важницкий р-н, с. Селятин, хвойный лес, 05.06.1993
	Триба *Trichodesmeae* Zak. ex Riedl (Td)	
43	*Trichodesma incanum* (Bunge) DC.	Республика Таджикистан, Душанбинская область, долина р. Варзоб по дороге на Анзобский перевал, окр. Кондары, травяные сообщества, выс. 1900 м над ур. м., 05.05.2008
	Триба *Cacciniae* R. Kam. (Ca)	
44	*Caccinia macranthera* (Banks et Soland) Brand	Республика Таджикистан, Хатлонская область, район Шуроабад, ВСВ г. Шуроабад, ущелье притока р. Пяндж, каменистые склоны, *h* = 900–1000 м над ур. м., 27.04.2008
	Триба *Cynoglosseae* DC. (Cy)	
45	*Cynoglossum creticum* Mill.	Республика Таджикистан, Хатлонская область, район Бохтар, пойма р. Вахш у моста д. Кызылкала, *h* = 440 м над ур. м., 01.05.2008
46	*Trachelanthus hissaricus* Lipsky	Республика Таджикистан, Душанбинская область, район Варзоб, склоны к долине р. Кондара, кустарниковые и лесные сообщества, выс. 1250 м над ур. м., 03.05.2008
	Триба *Heterocaryeae* Zak. ex Ovczinnikova (Het)	
47	*Heterocaryum szovitsianum* (Fisch. et C.A. Mey.) A.DC.	Республика Таджикистан, Хатлонская область, район Нурек, западнее г. Нурек, травянистые закустаренные склоны, *h* = 800 м над ур. м., 25.04.2008

	Триба *Eritrichieae* Benth. et Hook. f. Subtrib. *Echinosperminae* Ovczinnikova (Er, Ech)	
48	*Lappula anisacantha* (Turcz. ex Bunge) Guerke (обр. A)	Иркутская область, Ольхонский р-н, о. Ольхон, петрофитная степь близ мыса Ташкай, N 53°04′58″, E107°02′31″, выс. 664 м над ур. м., 29.07.2010
49	*L. anisacantha* (обр. B)	Республика Бурятия, Тункинский р-он, восточная окраина с.Тунка, злаково-полынно-разнотравная степь, N 51°44′15″, E 102°30′46″, выс. 738 м над ур. м., 02.08.2010
50	*L. anisacantha* (обр. C)	Иркутская область, Слюдянский р-н, пос. Култук, песчаный берег оз. Байкал, N 51°42′59″, E 103°42′30″, 01.08.2010
51	*L. anisacantha* (обр. D)	Иркутская область, Слюдянский р-н, пос. Култук, рудеральное сообщество, N 51°43′25″, E 103°42′60″, выс. 470 м над ур. м., 01.08.2010
52	*L. consanguinea* (Fisch. et C.A. Mey.) Guerke (обр. B)	Иркутская область, Слюдянский р-н, окр. г. Слюдянка, долина р. Слюдянка, душекиевый разнотравный смешанный лес близ мраморного карьера, вдоль дороги, N 51°37′01″, E 103°38′37″, 03.08.2010
53	*L. consanguinea* (обр. C)	Иркутская область, Ольхонский р-н, окр. с. Косая Степь, злаково-разнотравная степь на склоне юго-восточной экспозиции, N 52°50′59″, E 106°04′03″, 31.07.2010
54	*L. consanguinea* (обр. A)	Иркутская область, Ольхонский р-н, развилка дорог Сахюрте–Сарма, рудеральное сообщество близ АЗС, N 53°00′11″, E 106°44′48″, выс. 460 м над ур. м., 30.07.2010
55	*L. intermedia* (Ledeb.) M. Pop.	Республика Алтай, Онгудайский р-н, окр. пос. Яломан, на скалах, 03.08.2004
56	*L. kulicalonica* Zak.	Республика Таджикистан, Душанбинская область, долина р. Варзоб по дороге на Анзобский перевал, окр. Кондары, травяные сообщества, выс. 1900 м над ур. м., 05.05.2008
57	*L. microcarpa* (Ledeb.) Guerke	Казахстан, Вост-Казахст. обл., Зайсанский р-н, 20 км южнее с. Пржевальского, хр. Саур, на перевале на осыпи, 29.06.2002
58	*L. patula* (Lehm.) Menyharth	Казахстан, Вост-Казахст. обл., Курчумский р-н, отроги Курчумского хребта, 10 км к югу от с. Каратогай, каменистая пустыня, 21.06.2002
59	*L. squarrosa* (Retz.) Dum. (обр. A)	Кемеровская область, окр. г. Салаир, Салаирский кряж, опушка черневого леса, N 54°15′, E 85°45′, 23.07.2010
60	*L. squarrosa* (Retz.) Dum. (обр. B)	Новосибирская область, Буготакские сопки, в посевах, 29.07.2007
61	*L. stricta* (Ledeb.) Guerke	Иркутская область, Ольхонский р-н, о. Ольхон, разнотравная каменистая степь в основании мыса Хобой, N 53°24′38″, E 107°47′31″, выс. 612 м над ур. м., 28.07.2010
	Триба *Rochelieae* DC. (Ro)	
62	*Rochelia cardiosepala* Bunge	Республика Таджикистан, Хатлонская область, р-н Нурек, западнее г. Нурек, травянистые закустаренные склоны, выс. 800 м над ур. м., 25.04.2008
63	*R. leiocarpa* Ledeb.	Казахстан, Вост-Казахст. обл., Зайсанский р-н, южнее с. Пржевальского на 20 км, хр. Саур, за перевалом среди кустарников, 25.06.2002
	Триба *Trigonotideae* Riedl (Tr)	
64	*Mertensia sibirica* (L.) Don fil.	Новосибирская обл., окр. ст. Восточная, дачный кооператив, 01.07.2007. Растения привезены из Бурятии, 70 км от Улан-Удэ, пос. Ильинка, влажные прирусловые леса, 03.07.2006
65	*M. simplicissima* Ledeb.	Бонсай-парк ЦСБС СО РАН, 19.05.2009. Семена собраны: о. Сахалин, щебнистая отмель
66	*Trigonotis radicans* (Turcz.) Stev.	Бонсай-парк ЦСБС СО РАН, 19. 05.2009. Растения привезены из Приморского края: Лазовский р-н, окр. с. Беневское, пойма р. Киевка, смешанный широколиственно-хвойный (ель, тис, клены) лес, 05.09.2006
67	*Brachybotrys paridiformis* Maxim. ex Olivier	Бонсай-парк ЦСБС СО РАН, 19.05.2009. Интродуцирован из Южного Приморья
	Триба *Eritrichieae* Benth. et Hook. f. Subtrib. *Anoplocaryinae* Ovczinnikova (Er, An)	
68	*Anoplocaryum turczaninowii* Krasnob.	Тува, Монгун-Тайгинский р-н, р. Каргы в 7 км ниже пос. Мугур-Аксы, на скалах, 13.08.1989
	Триба *Eritrichieae* Benth. et Hook. f. Subtrib. *Amsinckiinae* Brand (Er, Am)	
69	*Amsinckia calycina* (Moris) Chater	Южно-Африканская Республика, Northern Cape, долина р. Olifant, на щебне, 18.09.2010
70	*A. micrantha* Suksdorf.	Магаданская обл., Ольский р-н, окр. пос. Гадля, огород на пустыре, 24.07.2008
	Триба *Asperugeae* Zak. ex Ovczinnikova (As)	
71	*Asperugo procumbens* L.	Магаданская обл., Ольский р-н, окр. пос. Гадля, огород на пустыре, 24.07.2008

С помощью метода древовидной кластеризации были сформированы кластеры несходства, которые значимо отличаются друг от друга по критерию относительного расстояния между ними. За правило объединения или связи для двух кластеров был принят метод Варда, при котором минимизируется сумма среднеквадратичных отклонений для любых двух (гипотетических) кластеров, которые могут быть образованы на каждом шаге.

В результате иерархической кластеризации данных все объекты были разбиты на кластеры, которые отличались между собой более чем на 20 %, что превосходило определенную ранее (Круглов, 2010а) индивидуальную изменчивость (~15 %) содержания элементов по промысловой заросли, на основании чего были сделаны выводы о значимом различии кластеров. Изучен 71 образец, проведен анализ и построены диаграммы по методу Варда. Расчет был выполнен: 1) по всем элементам; 2) по всем элементам без K и Ca; 3) по 8 биогенным микроэлементам: B, V, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn; 4) по сумме биогенных элементов; 5) по загрязнителям: As, Bi, Cd, Hg, Pb, Sb, Th, U; 6) по остальным микроэлементам. Наиболее показательными, выявляющими родство и экологическую приуроченность, оказались диаграммы по всем элементам, по сумме биогенных элементов, по загрязнителям.

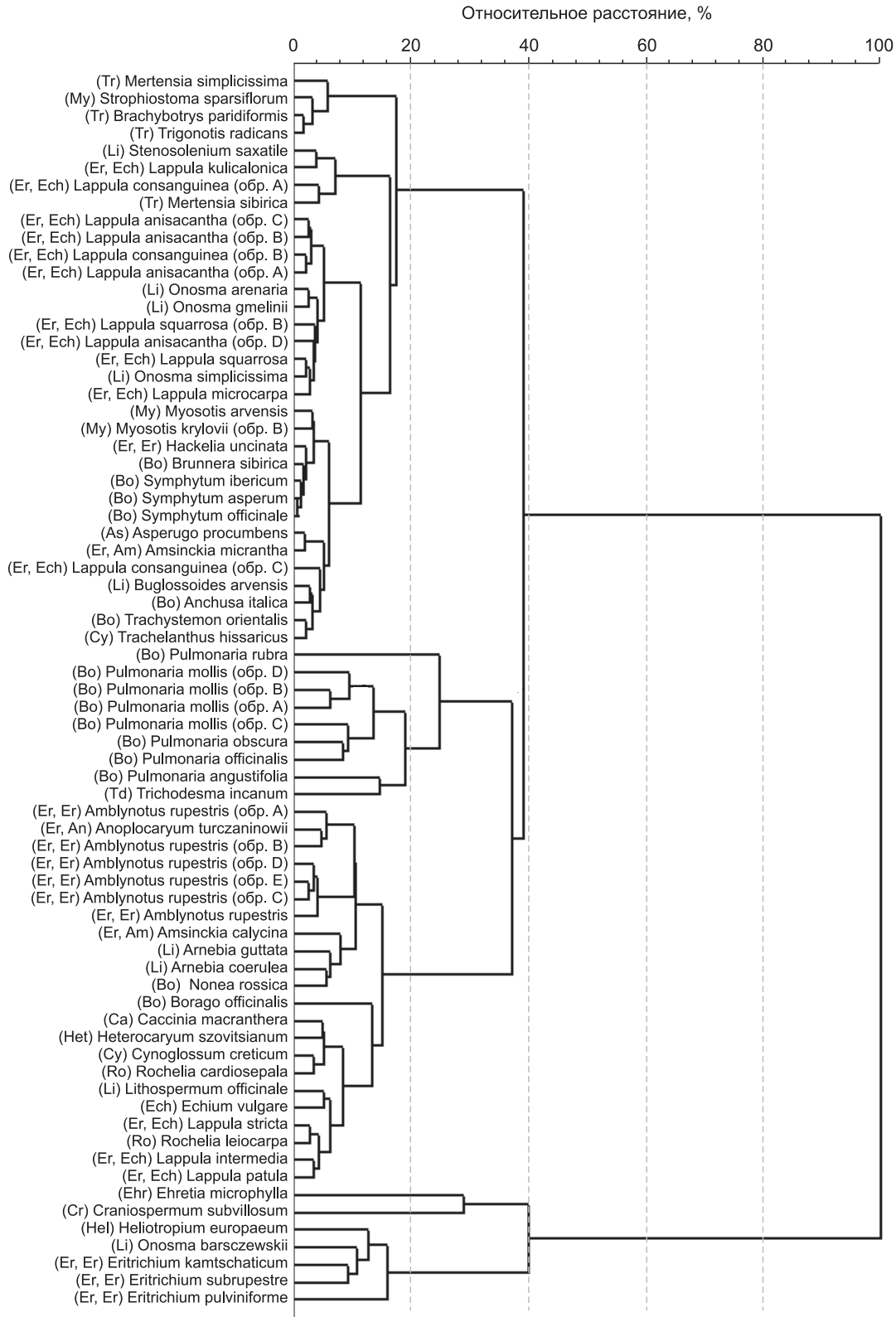
РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ

При исследовании установлено содержание 59 элементов: K, Ca, Si, P, Mg, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu, Co, Mo, Ag, Al, Ba, Cr, Ni, Se, Sr, Ti, As, Bi, Cd, Hg, Pb, Sb, Th, U, V, Ga, Ge, Rb, Y, Zr, Nb, Sn, Cs, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Au, Tl, Li, Be в надземной части растений (табл. 2). Объекты в таблице расположены по системе: роды – по их принадлежности к трибам, виды внутри родов – по алфавиту их названий. Расшифровка сокращенных названий триб и подтриб дана в табл. 1.

Анализ полученных данных по всем элементам позволил построить иерархическое дерево (см. рисунок). Распределение по кластерам показывает, что отделились представитель палеогенового подсемейства *Ehretioideae Ehretia microphylla* Lam. (материал из оранжереи ЦСБС) и вид палеогенового рода *Craniospermum* Lehm. из подсемейства *Boraginoideae* (материал из Бурятии). На основании признаков пыльцевых зерен ранее уже высказывалось предположение об эволюционной близости этих групп бурачниковых (Овчинникова, 2001, 2006б). Виды одного рода практически все находятся в одних и тех же кластерах, и разница в распределении на кластеры обнаруживается в основном для представителей разных триб и подтриб. На построенной диаграмме ясно видно, что представители разных подтриб трибы *Eritrichieae* распределились по разным кластерам, что подтверждает политопное происхождение входящих в нее таксонов. Представители подтрибы *Eritrichiinae* Riedl оказались рядом с родами *Craniospermum* из трибы *Craniospermeae* M. Pop. и *Heliotropium* L. из подсемейства *Heliotropioideae* Guerke. Род *Lappula* Gilib. из подтрибы *Echinosperminae* Ovczinnikova распределился по нескольким кластерам рядом с трибами *Lithospermeae* (DC.) Guerke, *Heterocaryeae* Zak. ex Ovczinnikova и *Rochelieae* DC. Рядом расположились близкие роды *Stenosolenium* Turcz. (Бурятия) и *Arnebia* Forrsk. (Таджикистан) и виды рода *Onosma* L. (Алтай) из одной трибы *Lithospermeae.* Представители трибы *Trigonotideae* оказались в одном кластере с родом *Strophiostoma* Turcz. из трибы *Myosotideae*, что не противоречит данным морфологии и палиноморфологии (Никифорова, 2002, 2006, 2008а,б; Овчинникова, 2007в, 2011б). Виды рода *Myosotis* L. приближаются к анхузовым родам *Symphytum* L. и *Brunnera* Stev. Интересно близкое расположение рода *Brunnera* (из Томской области) из трибы *Boragineae* и гималайского вида *Hackelia uncinata* из трибы *Eritrichieae* (интродуцирован в Новосибирске). Виды рода *Pulmonaria* L. выстроились по степени близости в ряд: (*P. obscura*, *P. officinalis*) → *P. angustifolia* → *P. rubra* → *P. mollis* (Круглов, 2010в).

Ранее показано (Круглов, 2010а), что зависимость элементного состава от мест произрастания и, соответственно, почв выражена слабо или точнее имеет незначительное влияние по сравнению с фактором эволюционного возраста и филогенетического родства. Роды *Asperugo* L. и *Amsinckia* Lehm. оказались в одном кластере как по причине родства (Овчинникова, 2007б), так и из-за произрастания в одном синантропном сообществе. Материалы для исследования представителей реликтовых ирано-туранских родов *Caccinia* Savi и *Heterocaryum* A.DC., древнесредиземноморских родов *Cynoglossum* L. и *Rochelia* Reichenb. собирались в Республике Таджикистан, однако все они встречаются в разных сообществах в значительном удалении друг от друга. Нахождение этих родов в одном кластере с родом *Lappula* из подтрибы *Echinosperminae* трибы *Eritrichieae* согласуется с данными, полученными при изучении признаков поверхности плода в семействе *Boraginaceae* (Овчинникова, 2006а, 2011а; Ovchinnikova, 2009).

Растения одного вида, собранные в разных местах локальных ареалов, оказываются в неотличимых кластерах, как например, род *Amblynotus* I.M. Johnston. А виды одного рода, произрастающие в различных точках Евразиатского континента, находятся в одном кластере, в частности виды рода *Onosma*, *O. arenaria* Waldst. et Kit., собранная в Западной Европе (Сербии), и *O. gmelinii* Ledeb. и *O. simplicissima* L. – в Западной Сибири, а также высокогорные виды рода *Eritrichium*, привезенные из Горного Алтая и п-ова Камчатка.



Иерархическая диаграмма распределения исследуемых объектов по кластерам.
Расшифровка сокращенных названий триб и подтриб дана в табл. 1.

Содержание микроэлементов (мкг/г) в надземной части исследуемых растений

№ п/п	Элемент	*Ehretia microphylla* (Ehr)	*Heliotropium europaeum* (Hel)	*Craniospermum subvillosum* (Cr)	*Eritrichium kamtschaticum* (Er, Er)	*Eritrichium pulviniforme* (Er, Er)	*Eritrichium subrupestre* (Er, Er)	*Amblynotus rupestris* (Er, Er)	*Amblynotus rupestris* (Er, Er) обр. А
1	Li	2.02	8.48	1.78	0.94	3.23	2.46	0.16	1.09
2	Be	0.12	0.074	0.36	0.089	0.23	0.087	0.048	0.012
3	B	76.9	67.5	36.4	21.3	73.1	62.4	57.1	20.5
4	Na	3191.5	3462.8	7732.1	1979.4	1203.5	520.1	64.5	584.0
5	Mg	7268.7	7839.7	3605.7	1649.9	3114.2	3944.9	2411.2	3259.0
6	Al	4425.1	1021.0	19454.0	4314.8	3505.2	2802.8	242.2	2731.0
7	Si	2846.5	605.9	65724.0	7205.9	135805.9	39648.9	9164.1	1372.0
8	P	4622.4	2867.1	911.1	737.6	804.8	1056.3	1388.5	1743.0
9	K	24277.2	19617.8	13375.2	9342.9	11506.6	15287.1	18036.7	16480.0
10	Ca	40400.7	27966.0	27278.3	26607.0	44715.8	52895.3	45611.3	28140.0
11	Ti	906.7	106.1	613.4	323.0	224.5	94.3	15.4	228.0
12	V	95.0	4.14	23.4	15.9	9.24	3.59	0.37	11.2
13	Cr	68.6	4.32	19.8	4.41	13.0	7.50	1.26	11.5
14	Mn	5300	77.8	303	182	192.8	134	61.9	173
15	Fe	20861.3	1611.6	7719.6	3623.0	3420.8	1682.1	368.7	3575.0
16	Co	2.68	0.68	5.57	1.96	2.29	1.29	0.71	2.56
17	Ni	6.67	3.08	6.14	4.91	7.65	3.87	1.17	3.85
18	Cu	30.0	15.8	6.87	15.2	7.71	9.73	4.11	19.2
19	Zn	75.6	70.0	23.5	39.5	16.8	31.5	16.0	25.8
20	Ga	3.04	0.63	4.61	1.68	1.61	0.81	0.078	0.86
21	Ge	0.27	0.046	0.401	0.17	0.19	0.096	0.018	0.064
22	As	3.67	0.001	0.0005	0.0005	1.52	3.26	3.33	0.0005
23	Se	0.36	0.69	0.16	0.001	0.29	0.66	0.27	0.15
24	Rb	24.9	12.1	20.2	12.4	10.9	9.66	6.41	4.32
25	Sr	156.3	184.2	285.2	203.1	257.1	386.1	472.1	117.0
26	Y	1.35	0.88	2.36	1.91	1.11	1.11	0.43	0.83
27	Zr	9.13	0.88	2.38	6.18	5.62	5.92	0.42	1.21
28	Nb	14.3	0.37	1.23	0.15	0.47	0.37	0.037	0.42
29	Mo	2.53	2.19	0.22	0.21	0.39	1.25	0.73	0.84
30	Ag	0.062	0.017	1.40	0.009	0.074	0.032	0.01	0.018
31	Cd	0.18	0.035	0.084	0.12	0.097	0.09	0.35	0.13
32	Sn	18.7	0.082	0.33	0.078	0.27	0.16	0.048	0.079
33	Sb	0.8	0.035	0.027	0.036	2.08	0.45	0.086	0.02
34	Cs	0.59	0.33	0.24	0.17	0.54	0.32	0.066	0.13
35	Ba	53.7	48.2	612.8	668.3	692.8	59.9	415.7	597.0
36	La	4.17	1.24	3.36	1.15	1.5	1.1	1.96	0.79
37	Ce	8.43	2.45	7.07	2.23	3.45	2.31	0.9	1.42
38	Pr	0.91	0.31	0.88	0.32	0.39	0.28	0.23	0.164
39	Nd	3.25	1.16	3.32	1.51	1.44	1.07	0.76	0.69
40	Sm	0.57	0.23	0.70	0.34	0.28	0.22	0.11	0.15
41	Eu	0.15	0.04	0.13	0.089	0.088	0.052	0.035	0.025
42	Gd	0.54	0.24	0.70	0.42	0.34	0.26	0.13	0.17
43	Tb	0.068	0.034	0.098	0.055	0.048	0.042	0.016	0.0241
44	Dy	0.32	0.19	0.52	0.33	0.238	0.22	0.067	0.15
45	Ho	0.057	0.035	0.11	0.067	0.050	0.044	0.012	0.03
46	Er	0.15	0.089	0.29	0.18	0.12	0.11	0.024	0.084
47	Tm	0.021	0.014	0.044	0.025	0.02	0.02	0.0026	0.031
48	Yb	0.12	0.074	0.27	0.15	0.12	0.12	0.018	0.08
49	Lu	0.019	0.0098	0.043	0.023	0.02	0.019	0.0033	0.012
50	Hf	0.18	0.024	0.11	0.15	0.15	0.171	0.011	0.029
51	Ta	0.7	0.026	0.10	0.011	0.046	0.012	0.0042	0.029
52	W	45.4	0.053	0.060	0.028	0.12	0.054	0.038	0.041
53	Au	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0004	0.0006	0.0036
54	Hg	0.17	0.01	0.018	0.027	0.015	0.021	0.0062	0.0046
55	Tl	0.05	0.039	0.096	0.061	0.055	0.031	0.013	0.042
56	Pb	6.32	1.03	3.99	1.15	2.3	1.99	0.43	0.62
57	Bi	0.23	0.014	0.013	0.035	0.036	0.018	0.0033	0.0096
58	Th	0.75	0.38	0.42	0.071	0.53	0.41	0.063	0.18
59	U	0.28	0.16	0.25	0.056	0.16	0.17	0.014	0.083

Таблица 2

(в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Amblynotus rupestris (Er, Er) обр. B	*Amblynotus rupestris* (Er, Er) обр. C	*Amblynotus rupestris* (Er, Er) обр. D	*Amblynotus rupestris* (Er, Er) обр. E	*Hackelia uncinata* (Er, Er)	*Echium vulgare* (Ech)	*Onosma arenaria* (Li)	*Onosma barsczewskii* (Li)
1.07	0.85	0.54	0.37	0.3	0.48	0.12	2.76
0.071	0.049	0.062	0.012	0.022	0.001	0.001	0.092
28.3	26.4	33.1	27.9	28.5	98.3	15.2	51.5
297.0	493.5	294.2	168.3	273.3	133.4	37.6	271.5
3564.6	2453.8	3350.1	2837.9	1640.9	3198.5	2089.7	3032.3
1757.8	716.1	806.2	575.6	488.5	524.3	140.8	948.9
4209.9	5719.4	1196.3	5326.1	9504.9	728.5	1240.0	9025.1
4011.2	1811.1	2224.0	2429.6	5222.6	4544.0	2237.9	1561.9
24408.3	16954.8	19241.7	21319.2	37422.8	10980.3	24188.0	17830.5
25780.2	40950.3	32468.8	29810.1	12899.0	62325.5	38334.3	42128.9
157.9	84.2	38.1	33.7	24.7	43.8	6.6	84.7
3.88	2.43	1.25	0.84	1.18	0.59	0.75	1.5
4.38	2.5	2.18	2.01	1.94	5.78	1.56	1.93
119.9	157.4	99.3	110.6	54.9	38.1	166.7	92.8
1824.9	1129.8	608.8	495.0	444.8	568.4	263.8	931.1
1.12	1.0	0.4	0.38	0.51	0.79	0.31	1.88
2.91	1.85	2.55	1.2	1.23	3.99	1.41	1.57
13.0	9.35	10.3	8.16	7.81	14.0	5.84	4.61
37.0	12.6	23.6	20.0	32.5	25.5	14.6	16.9
0.58	0.4	0.26	0.21	0.16	0.15	0.078	0.39
0.026	0.031	0.0095	0.021	0.047	0.016	0.0037	0.072
0.001	0.001	0.001	0.0005	0.0005	0.001	0.0005	0.0005
0.046	0.001	0.078	0.001	0.28	0.67	0.8	1.14
9.19	17.5	5.46	6.5	6.39	7.04	14.5	52.9
253.7	517.8	251.9	524.0	38.3	199.0	96.5	97.9
0.72	0.46	0.3	0.28	0.14	0.2	0.063	2.03
3.7	0.9	0.7	0.63	0.52	0.68	0.086	0.75
0.5	0.18	0.1	0.14	0.065	0.065	0.018	0.55
0.31	0.56	1.23	0.23	1.03	1.11	0.24	0.16
0.033	0.032	0.012	0.0047	0.0062	0.0062	0.014	0.016
0.077	0.072	0.19	0.23	0.019	0.12	0.013	0.025
0.077	0.06	0.037	0.043	0.062	0.14	0.057	0.43
0.015	0.013	0.0077	0.0087	0.043	0.16	0.017	0.018
0.17	0.18	0.081	0.062	0.058	0.10	0.12	1.24
529.4	512.8	702.8	432.0	39.9	230.9	77.6	119.9
1.04	1.56	2.05	2.17	0.19	0.27	0.094	4.97
2.01	2.45	1.21	1.59	0.39	0.49	0.18	1.57
0.23	0.26	0.22	0.26	0.042	0.057	0.02	0.64
0.96	0.92	0.69	0.84	0.16	0.23	0.086	2.20
0.22	0.15	0.11	0.11	0.031	0.062	0.017	0.39
0.055	0.029	0.03	0.029	0.0064	0.0013	0.0062	0.041
0.22	0.14	0.1	0.11	0.041	0.049	0.014	0.47
0.029	0.016	0.013	0.013	0.0053	0.0067	0.0028	0.06
0.14	0.088	0.054	0.059	0.029	0.038	0.012	0.28
0.026	0.017	0.011	0.0081	0.0059	0.008	0.0026	0.051
0.072	0.042	0.026	0.022	0.014	0.021	0.0051	0.13
0.01	0.0057	0.0033	0.0036	0.002	0.0025	0.0015	0.018
0.059	0.03	0.018	0.019	0.013	0.018	0.0037	0.097
0.0097	0.005	0.004	0.0024	0.0022	0.0027	0.0006	0.015
0.077	0.02	0.017	0.02	0.014	0.017	0.0013	0.021
0.032	0.011	0.0062	0.0089	0.0047	0.001	0.0012	0.046
0.076	0.14	0.045	0.021	0.024	0.072	0.0072	0.034
0.0001	0.0003	0.001	0.0008	0.0003	0.0003	0.0005	0.0001
0.016	0.0079	0.015	0.019	0.0074	0.017	0.018	0.0052
0.025	0.024	0.011	0.010	0.0075	0.08	0.049	0.29
0.61	0.7	0.44	0.57	0.63	1.56	0.2	0.89
0.023	0.0088	0.008	0.0078	0.0047	0.017	0.0026	0.0062
0.22	0.15	0.11	0.15	0.058	0.071	0.017	0.24
0.057	0.062	0.025	0.029	0.018	0.023	0.0085	0.039

№ п/п	Элемент	*Onosma gmelinii* (Li)	*Onosma simplicissima* (Li)	*Buglossoides arvensis* (Li)	*Lithospermum officinale* (Li)	*Stenosolenium saxatile* (Li)	*Arnebia coerulea* (Li)
1	Li	0.22	0.12	0.31	0.55	0.7	0.39
2	Be	0.001	0.026	0.044	0.035	0.019	0.023
3	B	45.0	24.1	33.8	62.9	28.2	38.3
4	Na	135.9	64.0	89.0	328.0	67.9	610.8
5	Mg	2553.1	1854.0	2953.7	1682.0	2238.0	1847.6
6	Al	176.1	150.2	349.9	1903.0	293.8	390.4
7	Si	1280.6	2549.8	431.6	3897.0	439.1	324.7
8	P	1579.4	2492.0	4480.5	3540.0	2026.4	2218.1
9	K	27131.4	21418.6	36289.8	28144.0	32695.4	31416.3
10	Ca	48614.8	19072.0	33566.1	58827.0	61206.0	25267.1
11	Ti	8.6	9.3	21.7	52.9	91.3	104.2
12	V	0.053	0.68	0.20	1.6	0.45	0.69
13	Cr	2.45	1.1	2.57	3.5	2.59	3.15
14	Mn	117	38.0	95.9	116.0	68.5	53.9
15	Fe	355.3	219.9	375.4	757.0	647.0	552.5
16	Co	0.84	0.5	0.59	2	1.16	0.28
17	Ni	1.47	1.73	0.83	2.4	1.58	1.34
18	Cu	6.83	8.54	10.7	5.5	7.22	7.29
19	Zn	18.5	18.7	43.4	19.1	28.5	237
20	Ga	0.054	0.55	0.11	0.25	0.11	0.19
21	Ge	0.0075	0.0092	0.0085	0.025	0.005	0.025
22	As	0.001	1.37	0.001	0.25	5.82	0.001
23	Se	0.4	0.71	0.45	0.1	0.83	0.30
24	Rb	16.8	17.4	8.24	18.9	14.9	31.0
25	Sr	96.5	63.7	84.8	198.0	246.1	78.4
26	Y	0.058	0.36	0.13	0.54	0.12	0.61
27	Zr	0.12	0.41	0.26	0.79	0.24	0.4
28	Nb	0.018	0.034	0.053	0.104	0.1	0.27
29	Mo	0.43	0.39	1.45	0.43	0.65	0.36
30	Ag	0.0019	0.03	0.0065	0.009	0.0053	0.022
31	Cd	0.015	0.065	0.086	0.097	0.087	0.042
32	Sn	0.023	2.03	0.029	0.043	0.031	0.72
33	Sb	0.0001	0.052	0.0028	0.018	0.0043	0.034
34	Cs	0.16	0.11	0.083	0.136	0.12	0.92
35	Ba	275.3	100.8	158.0	203.0	652.9	306.8
36	La	0.12	0.37	0.21	1.1	0.34	1.54
37	Ce	0.2	0.27	0.37	0.73	0.4	0.62
38	Pr	0.021	0.07	0.042	0.197	0.053	0.2
39	Nd	0.068	0.29	0.14	0.77	0.18	0.66
40	Sm	0.015	0.069	0.028	0.137	0.05	0.13
41	Eu	0.0001	0.013	0.0027	0.041	0.027	0.015
42	Gd	0.018	0.078	0.032	0.159	0.037	0.15
43	Tb	0.0026	0.011	0.0045	0.018	0.0061	0.019
44	Dy	0.0088	0.056	0.024	0.092	0.022	0.083
45	Ho	0.0021	0.012	0.0048	0.017	0.004	0.017
46	Er	0.0054	0.026	0.011	0.042	0.015	0.044
47	Tm	0.0009	0.0031	0.0017	0.0056	0.0022	0.0059
48	Yb	0.0046	0.016	0.012	0.032	0.012	0.033
49	Lu	0.001	0.0021	0.0016	0.0045	0.0026	0.0049
50	Hf	0.0038	0.011	0.0077	0.02	0.0064	0.011
51	Ta	0.0033	0.002	0.005	0.0061	0.016	0.024
52	W	0.0093	0.031	0.26	0.062	0.022	0.036
53	Au	0.0001	0.0002	0.0001	0.002	0.0001	0.0001
54	Hg	0.0069	0.0039	0.0055	0.04	0.0062	0.0042
55	Tl	0.039	0.012	0.021	0.012	0.021	0.072
56	Pb	0.15	0.52	0.31	0.78	0.2	0.65
57	Bi	0.007	0.0048	0.0066	0.131	0.0091	0.0066
58	Th	0.023	0.021	0.082	0.084	0.034	0.11
59	U	0.0054	0.0099	0.013	0.021	0.011	0.021

Продолжение табл. 2

Arnebia guttata (Li)	*Myosotis arvensis* (My)	*Myosotis krylovii* (My)	*Strophiostoma sparsiflorum* (My)	*Anchusa italica* (Bo)	*Trachystemon orientalis* (Bo)	*Brunnera sibirica* (Bo)
1.53	0.27	0.37	0.23	0.84	0.064	0.15
0.066	0.011	0.011	0.0054	0.0044	0.013	0.012
36.4	42	19.5	23.7	31.9	30.0	23.7
1349.5	97.0	305.8	185.4	476.1	29.6	64.2
1420.1	2653.0	1767.7	1971.7	2596.2	2874.2	1798.1
1016.8	200.0	606.5	354.7	196.1	98.2	104.2
17737.1	5794.0	495.0	2689.7	2204.9	9091.7	3382.3
566.4	6600.0	6688.8	8155.7	5087.4	2991.8	6000.6
17226.0	47097.0	48526.7	69498.2	52362.7	54684.3	51957.3
31181.8	13590.0	8945.6	10885.5	15681.5	14161.5	5726.4
58.3	8.0	37.8	20.7	9.5	5.2	8.2
3.17	0.7	1.31	0.8	0.63	0.55	0.31
6.53	3.6	2.28	1.63	1.40	1.13	1.0
93.7	50.0	58.2	82.5	32.8	43.0	46.4
1211.9	221.0	451.8	302.1	242.3	175.5	155.6
1.51	0.3	0.28	0.22	0.38	0.48	0.15
3.0	1.6	0.72	1.3	0.87	0.83	2.8
4.0	7.3	10.7	9.98	14.28	6.94	10.3
9.52	17.4	31.1	22.0	49.2	14.1	38.5
0.36	0.086	0.22	0.13	0.075	0.039	0.12
0.061	0.009	0.015	0.0001	0.026	0.011	0.011
4.98	0.29	0.001	0.001	0.0005	0.0005	0.001
0.8	0.12	0.001	0.001	0.85	0.80	0.27
29.3	13.4	47.7	6.23	17.6	27.7	14.8
296.3	50.5	39.8	45.7	73.8	47.0	35.4
0.35	0.086	0.16	0.082	0.052	0.059	0.052
1.05	0.28	0.82	0.49	0.15	0.15	0.19
0.1	0.026	0.093	0.046	0.024	0.015	0.02
1.01	0.802	2.25	12.2	0.52	1.2	0.28
0.014	0.015	0.0048	0.0078	0.0023	0.0036	0.016
0.057	0.019	0.011	0.025	0.012	0.022	0.018
0.067	3.7	0.071	0.074	0.004	0.018	0.53
0.029	0.025	0.18	0.025	0.0077	0.009	0.027
1.68	0.025	0.12	0.028	0.061	0.057	0.019
333.8	149.0	85.5	164.7	56.7	92.1	24.2
0.46	0.35	0.23	0.12	0.074	0.2	0.085
0.99	0.78	0.5	0.24	0.14	0.17	0.12
0.11	0.062	0.057	0.028	0.019	0.023	0.016
0.44	0.22	0.23	0.11	0.056	0.078	0.065
0.091	0.035	0.035	0.023	0.015	0.015	0.013
0.027	0.01	0.011	0.0077	0.0015	0.00026	0.0029
0.12	0.026	0.042	0.0176	0.014	0.016	0.011
0.015	0.003	0.0063	0.0028	0.0019	0.0021	0.002
0.075	0.018	0.036	0.016	0.01	0.011	0.0086
0.013	0.003	0.0066	0.0037	0.0024	0.0017	0.0018
0.034	0.008	0.015	0.0088	0.0046	0.0031	0.0035
0.0047	0.001	0.002	0.0012	0.00092	0.00067	0.0007
0.027	0.007	0.014	0.0090	0.0036	0.0032	0.0035
0.0047	0.001	0.002	0.0014	0.00081	0.00058	0.0008
0.029	0.007	0.019	0.01	0.0053	0.0033	0.0038
0.0079	0.002	0.0082	0.0052	0.0018	0.00092	0.0019
0.021	0.009	0.028	0.067	0.0076	0.021	0.0089
0.0001	0.006	0.0001	0.0007	0.0001	0.0005	0.0016
0.0026	0.007	0.0041	0.011	0.003	0.0053	0.0046
0.035	0.006	0.014	0.01	0.025	0.03	0.0028
0.43	0.33	0.59	0.35	0.11	0.29	0.2
0.0061	0.02	0.0055	0.0082	0.0022	0.0031	0.0083
0.089	0.03	0.066	0.033	0.021	0.01	0.015
0.042	0.008	0.029	0.015	0.0061	0.0041	0.0051

№ п/п	Элемент	*Borago officinalis* (Bo)	*Symphytum asperum* (Bo)	*Symphytum ibericum* (Bo)	*Symphytum officinale* (Bo)	*Nonea rossica* (Bo)	*Pulmonaria angustifolia* (Bo)	*Pulmonaria mollis* (Bo) обр. А
1	Li	0.41	0.12	0.068	0.17	1.27	0.215	0.77
2	Be	0.0077	0.013	0.009	0.001	0.19	0.001	0.032
3	B	62.3	23.9	18.1	23.2	71.5	28.1	73.6
4	Na	29043.6	44.2	141.4	55.5	98.6	264.0	165.0
5	Mg	1840.3	2293.7	2071.5	2404.8	2829.8	2844.0	1386.0
6	Al	443.3	163.1	145.9	149.0	607.5	400.0	928.0
7	Si	779.4	350.1	276.7	1117.2	2324.4	6700.0	2283.0
8	P	5231.8	4491.0	4536.6	4950.5	3439.0	8984.0	3494.0
9	K	16369.3	42382.6	44442.0	44464.3	47208.8	55654.0	43834.0
10	Ca	14542.5	9457.0	11554.0	11219.0	27145.7	7178.0	6621.0
11	Ti	26.6	10.6	11.9	20.1	22.6	14.0	42.9
12	V	0.93	0.33	0.24	0.28	0.92	0.21	1.04
13	Cr	1.78	1.32	1.41	1.95	1.84	9.92	1.53
14	Mn	108	73.0	37.2	155	227	111.0	27.6
15	Fe	464.0	259.6	234.2	282.7	563.9	213.0	405.0
16	Co	0.42	0.25	0.28	0.36	0.75	0.36	0.41
17	Ni	1.58	1.85	0.8	1.9	1.79	5.5	1.63
18	Cu	6.99	8.99	7.37	10.6	5.26	23.8	11.3
19	Zn	34.4	45.3	22.2	38.5	24.3	797.0	45.3
20	Ga	0.15	0.072	0.068	0.076	0.21	0.064	0.24
21	Ge	0.016	0.017	0.024	0.012	0.018	0.019	0.019
22	As	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.03	1.31
23	Se	0.33	0.17	0.0005	0.29	0.75	0.55	0.57
24	Rb	12.2	8.64	6.35	11.8	12.2	154.0	43.7
25	Sr	69.3	31.1	44.5	35.8	64.0	31.3	29.5
26	Y	0.18	0.074	0.055	0.054	0.49	0.034	0.18
27	Zr	0.55	0.23	0.2	0.24	1.26	0.15	1.04
28	Nb	0.066	0.029	0.027	0.029	0.077	0.028	0.11
29	Mo	1.37	1.29	2.16	1.33	0.81	0.185	0.26
30	Ag	0.0066	0.0039	0.007	0.006	0.011	0.061	0.014
31	Cd	0.071	0.03	0.015	0.065	0.12	0.193	0.028
32	Sn	0.033	0.025	0.041	0.047	0.049	0.704	0.81
33	Sb	0.024	0.016	0.018	0.016	0.017	0.033	0.017
34	Cs	0.071	0.013	0.019	0.016	0.52	0.084	0.5
35	Ba	163.7	34.9	21.6	67.6	239.7	185.3	0.1
36	La	0.31	0.18	0.076	0.1	0.33	0.091	58.4
37	Ce	0.58	0.19	0.15	0.15	0.67	0.25	0.27
38	Pr	0.059	0.025	0.018	0.019	0.077	0.017	0.53
39	Nd	0.22	0.086	0.058	0.068	0.28	0.051	0.062
40	Sm	0.043	0.024	0.012	0.017	0.064	0.0086	0.24
41	Eu	0.0059	0.0021	0.0032	0.0047	0.013	0.0293	0.054
42	Gd	0.048	0.017	0.013	0.016	0.10	0.0074	0.016
43	Tb	0.0063	0.0027	0.002	0.0022	0.014	0.0023	0.053
44	Dy	0.035	0.012	0.011	0.01	0.078	0.0053	0.0069
45	Ho	0.0072	0.0028	0.0023	0.002	0.017	0.0018	0.034
46	Er	0.017	0.0055	0.0043	0.0047	0.045	0.0038	0.008
47	Tm	0.0022	0.00092	0.00092	0.001	0.0064	0.0008	0.02
48	Yb	0.016	0.0045	0.0047	0.004	0.038	0.001	0.0032
49	Lu	0.0027	0.001	0.00068	0.00083	0.0064	0.0008	0.018
50	Hf	0.015	0.0061	0.0053	0.0052	0.034	0.002	0.0035
51	Ta	0.0044	0.0014	0.002	0.0021	0.0048	0.0001	0.028
52	W	0.023	0.015	0.027	0.02	0.028	0.028	0.0097
53	Au	0.0016	0.0004	0.0004	0.0001	0.0007	0.0056	0.01
54	Hg	0.0088	0.0041	0.0064	0.0071	0.0091	0.017	0.0003
55	Tl	0.032	0.006	0.0038	0.0028	0.0092	0.0109	0.0056
56	Pb	0.75	0.35	0.45	0.34	0.42	0.529	0.012
57	Bi	0.01	0.0058	0.0059	0.0043	0.010	7.52	1.04
58	Th	0.056	0.019	0.02	0.02	0.11	0.01	0.0075
59	U	0.022	0.0063	0.0084	0.0057	0.034	0.003	0.078

Продолжение табл. 2

Pulmonaria mollis (Bo) обр. B	*Pulmonaria mollis* (Bo) обр. C	*Pulmonaria mollis* (Bo) обр. D	*Pulmonaria obscura* (Bo)	*Pulmonaria officinalis* (Bo)	*Pulmonaria rubra* (Bo)	*Trichodesma incanum* (Td)	*Caccinia macranthera* (Ca)
0.26	0.12	0.12	0.15	0.36	0.23	0.47	2.1
0.015	0.001	0.001	0.018	0.02	0.001	0.015	0.0039
30.5	38.32	42.1	19.5	27	20.8	18.6	49.4
95.7	71.7	74.9	224.0	76.0	210.0	2324.8	6701.6
1827.0	2267.0	1955.0	1729.0	2369.0	2030.0	1505.5	3095.6
211.0	158.0	102.0	300.0	458.0	500.0	417.1	122.5
2532.0	192.0	2507.0	2000.0	10124.0	4000.0	387.0	594.8
6669.0	6123.0	7758.0	4103.0	2946.0	6280.0	3407.9	2100.8
60535.0	50817.0	60819.0	30629.0	45636.0	46814.0	27896.7	65306.1
6257.0	6115.0	11316.0	5816.0	14589.0	6384.0	23132.7	23968.9
17.5	13.9	7.9	23.3	35.0	42.3	25.6	7.3
0.61	1.1	0.99	0.24	1.4	1.04	0.054	0.21
0.74	4.91	2.96	31.2	2.2	71.1	3.34	1.15
33.3	41.56	34.8	97.0	163.0	129.0	101	47.2
218.0	247.0	123.0	436.0	353.0	633.0	343.2	255.5
0.41	0.18	0.27	0.42	0.35	0.75	0.51	0.40
3.55	2.77	0.8	21.2	2.9	39.4	3.22	0.84
12.9	14.35	12.01	19.6	15.0	20.3	15.9	7.39
29.5	63.19	55.31	137.0	34.0	34.0	48.9	21.8
0.1	0.078	0.054	0.114	0.19	0.185	0.13	0.034
0.013	0.00094	0.0001	0.019	0.034	0.033	0.012	0.0031
0.0005	0.0005	5.4	0.19	1.5	0.44	0.31	0.0005
0.77	1.69	2.57	0.85	1.7	0.87	0.35	0.019
31.0	16.16	11.78	13.9	30.0	28.0	154	9.47
33.5	17.6	15.5	13.6	32.0	17.0	43.9	554.9
0.09	0.053	0.065	0.21	0.27	0.13	0.13	0.049
0.49	0.28	0.21	2.81	0.3	0.85	0.42	0.15
0.039	0.025	0.027	0.067	0.083	0.113	0.077	0.021
0.48	0.17	0.78	0.325	0.15	0.63	0.15	1.12
0.023	0.012	0.0082	0.077	0.015	0.06	0.024	0.0027
0.14	1.51	0.018	0.45	0.55	0.17	0.016	0.047
3.96	0.092	0.067	0.74	13.0	0.63	0.06	0.011
0.015	0.027	0.041	0.075	0.096	0.082	0.045	0.014
0.017	0.038	0.062	0.025	0.076	0.051	2.42	0.044
0.02	0.02	0.01	32.7	178.0	16.4	58.4	170.3
64.5	19.46	161	0.67	0.38	0.47	0.24	0.056
0.13	0.066	0.095	1.15	0.65	0.98	0.46	0.11
0.2	0.13	0.17	0.115	0.076	0.091	0.05	0.012
0.022	0.014	0.02	0.374	0.3	0.303	0.17	0.043
0.087	0.052	0.061	0.049	0.057	0.0326	0.035	0.013
0.024	0.014	0.012	0.015	0.026	0.0097	0.0083	0.0027
0.0021	0.0027	0.0039	0.056	0.056	0.043	0.041	0.011
0.019	0.011	0.013	0.0069	0.008	0.005	0.0054	0.0016
0.0022	0.0022	0.0018	0.039	0.041	0.0273	0.028	0.0082
0.013	0.0069	0.011	0.0064	0.007	0.005	0.0058	0.0019
0.003	0.0016	0.0022	0.0156	0.02	0.0155	0.015	0.0039
0.0088	0.0039	0.0034	0.0024	0.003	0.0023	0.0024	0.00055
0.0012	0.001	0.0014	0.014	0.013	0.0127	0.011	0.0028
0.0073	0.003	0.0061	0.0024	0.002	0.002	0.0021	0.00064
0.0013	0.00047	0.00092	0.065	0.007	0.021	0.0085	0.0037
0.0084	0.0061	0.0069	0.0001	0.006	0.0075	0.004	0.0014
0.0023	0.0021	0.0034	0.06	0.029	0.107	0.03	0.0079
0.034	0.051	0.018	0.0303	0.001	0.089	0.0005	0.0004
0.0022	0.0007	0.017	0.29	0.01	3.5	0.0081	0.011
0.0048	0.0063	0.0049	0.027	0.03	0.0261	0.73	0.015
0.0072	0.01	0.0052	1.31	0.79	2.37	0.63	0.12
0.3	1.76	0.25	10.1	0.007	74.9	0.024	0.0022
0.0046	0.021	0.037	0.045	0.06	0.062	0.07	0.019
0.019	0.015	0.021	0.016	0.02	0.041	0.016	0.0063

№ п/п	Элемент	*Cynoglossum creticum* (Cy)	*Trachelanthus hissaricus* (Cy)	*Heterocaryum szovitsianum* (Het)	*Lappula anisacantha* (Er, Ech) обр. A	*Lappula anisacantha* (Er, Ech) обр. B	*Lappula anisacantha* (Er, Ech) обр. C	*Lappula anisacantha* (Er, Ech) обр. D
1	Li	2.17	0.13	0.72	0.31	0.59	0.16	2.42
2	Be	0.0088	0.001	0.027	0.03	0.016	0.016	0.0082
3	B	54.5	25.9	53.7	13.7	30	29.1	30.0
4	Na	2787.4	224.6	161.5	90.5	167.0	149.0	44.2
5	Mg	3489.8	2720.6	2232.7	2584.9	2014.0	1918.0	2486.0
6	Al	538.6	195.2	656.3	360.2	663.0	253.0	161.0
7	Si	5681.9	389.9	900.1	691.2	778.0	569.0	1103.0
8	P	2092.4	1409.1	3661.3	2490.9	4976.0	3772.0	4061.0
9	K	37940.6	35998.2	47020.6	25038.4	18694.0	18051.0	21418.0
10	Ca	21739.2	18718.4	32870.2	24817.3	23909.0	16852.0	19619.0
11	Ti	26.2	12.5	31.7	28.3	91.2	9.3	11.7
12	V	1.11	0.25	1.04	1.45	1.25	0.37	0.52
13	Cr	3.84	1.54	2.96	1.53	4.03	3.15	1.91
14	Mn	47.3	53.2	94.9	115.8	77.8	49.9	32.4
15	Fe	525.9	273.7	580.7	452.9	681.0	285.0	275.0
16	Co	0.67	0.85	0.85	0.39	0.79	0.4	0.45
17	Ni	2.29	0.8	2.04	2.98	0.38	0.28	0.25
18	Cu	14.1	7.8	9.33	9.4	8.6	6.49	6.75
19	Zn	72.2	27.9	41.4	24.3	41.5	35.3	43.3
20	Ga	0.15	0.068	0.17	0.15	0.23	0.094	0.069
21	Ge	0.035	0.009	0.015	0.0001	0.021	0.005	0.012
22	As	0.0005	0.0005	3.46	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
23	Se	0.49	0.47	0.38	0.17	0.0005	0.065	0.53
24	Rb	13.0	17.8	3.41	4.77	5.69	30.6	16.9
25	Sr	244.3	44.0	546.8	156.8	98.1	166.0	78.9
26	Y	0.14	0.085	0.2	0.24	0.15	0.044	0.083
27	Zr	0.43	0.15	0.52	0.68	0.71	0.16	0.25
28	Nb	0.062	0.033	0.12	0.082	0.22	0.027	0.043
29	Mo	3.27	0.36	5.58	0.40	1.47	1.12	0.51
30	Ag	0.02	0.018	0.011	0.0015	0.0055	0.00081	0.0022
31	Cd	0.031	0.0084	0.077	0.092	0.014	0.021	0.026
32	Sn	0.030	0.021	0.054	0.026	0.047	0.017	0.011
33	Sb	0.014	0.012	0.02	0.0032	0.0049	0.014	0.014
34	Cs	0.094	0.34	0.063	0.04	0.046	0.073	0.029
35	Ba	31.8	13.4	588.0	494.9	410.0	193.0	109.0
36	La	0.21	0.35	0.29	0.57	0.23	0.11	0.18
37	Ce	0.45	0.17	0.61	0.6	0.47	0.19	0.23
38	Pr	0.048	0.042	0.068	0.1	0.053	0.019	0.03
39	Nd	0.18	0.14	0.25	0.39	0.19	0.074	0.12
40	Sm	0.039	0.023	0.053	0.082	0.046	0.012	0.021
41	Eu	0.01	0.0032	0.021	0.022	0.011	0.00071	0.0001
42	Gd	0.046	0.026	0.059	0.069	0.039	0.013	0.02
43	Tb	0.0061	0.0030	0.0094	0.0085	0.0065	0.002	0.0028
44	Dy	0.028	0.014	0.042	0.038	0.033	0.01	0.014
45	Ho	0.0056	0.0029	0.0079	0.0069	0.0059	0.002	0.0071
46	Er	0.015	0.0059	0.021	0.018	0.015	0.0043	0.007
47	Tm	0.0027	0.001	0.0031	0.0028	0.0019	0.001	0.0016
48	Yb	0.012	0.0059	0.018	0.013	0.015	0.004	0.006
49	Lu	0.0021	0.00089	0.0033	0.003	0.002	0.0005	0.0012
50	Hf	0.012	0.0048	0.014	0.013	0.013	0.0039	0.0046
51	Ta	0.0053	0.0028	0.008	0.0051	0.018	0.0026	0.002
52	W	0.021	0.02	0.13	0.015	0.12	0.022	0.013
53	Au	0.0006	0.001	0.0001	0.0032	0.00061	0.0017	0.0078
54	Hg	0.0064	0.0071	0.0091	0.011	0.0046	0.003	0.0055
55	Tl	0.0091	0.016	0.0085	0.0061	0.012	0.038	0.049
56	Pb	0.32	0.24	0.37	0.18	0.34	0.33	0.21
57	Bi	0.0052	0.0028	0.0061	0.0062	0.0042	0.014	0.0099
58	Th	0.074	0.031	0.13	0.049	0.05	0.016	0.028
59	U	0.046	0.0086	0.034	0.017	0.017	0.0095	0.0095

Продолжение табл. 2

Lappula consanguinea (Er, Ech) обр. A	*Lappula consanguinea* (Er, Ech) обр. B	*Lappula consanguinea* (Er, Ech) обр. C	*Lappula intermedia* (Er, Ech)	*Lappula kulicalonica* (Er, Ech)	*Lappula microcarpa* (Er, Ech)	*Lappula patula* (Er, Ech)	*Lappula squarrosa* (Er, Ech) обр. A
0.36	0.15	0.146	0.78	0.39	0.16	0.93	0.24
0.001	0.0041	0.0043	0.032	0.0001	0.018	0.0079	0.019
29.6	29.2	22.2	79.1	44.6	31.3	91.7	34.9
36.9	44.6	153.5	159.0	98.4	826.0	166.3	61.6
1767.8	2615.0	1590.0	3620.7	2275.8	1699.8	3138.1	1536.2
94.0	329.0	184.0	586.4	440.2	209.7	456.5	409.1
2932.0	346.0	3467.0	10135.1	2784.4	471.7	10072.0	926.9
3034.0	2330.0	4103.4	3293.2	1406.1	1278.5	2963.9	3716.3
51110.0	17640.0	53342.3	17141.1	53270.8	11597.1	12610.9	22210.5
13860.1	23463.0	5901.2	18352.8	48705.6	18135.8	36594.6	21326.8
2.9	23.3	13.2	28.1	22.3	15.8	23.0	10.4
0.27	0.97	1.02	1.15	0.36	0.41	0.79	0.32
0.51	3.19	4.44	3.18	2.91	2.05	6.37	1.22
27.8	74.9	63.04	68.0	58.5	41.7	105	103.0
131.6	451.0	235.1	671.0	464.8	341.9	498.2	294.2
0.85	0.74	0.64	0.47	1.08	0.52	0.56	0.48
2.42	1.92	0.93	2.14	0.88	0.87	2.54	2.02
6.56	10.4	12.49	9.32	11.0	6.54	8.81	5.88
22.8	31.1	27.36	21.0	29.0	11.3	32.0	17.7
0.049	0.091	0.14	0.21	0.11	0.083	0.14	0.13
0.0001	0.0039	0.01	0.03	0.009	0.026	0.033	0.016
16.5	0.0005	1.59	0.0005	6.61	0.0005	0.0005	0.001
0.89	0.0005	1.32	0.3	0.78	0.42	0.42	0.6
36.0	3.01	14.54	3.9	8.67	19.5	4.0	11.1
46.8	119.0	32.6	214.8	108.9	36.0	522.5	71.3
0.021	0.092	0.080	0.26	0.12	0.12	0.13	0.08
0.047	0.18	0.393	0.83	0.46	0.24	0.59	0.35
0.0082	0.037	0.037	0.057	0.072	0.031	0.060	0.035
0.47	0.5	0.229	0.96	0.7	0.45	1.03	0.69
0.011	0.0043	0.011	0.012	0.0046	0.0052	0.024	0.048
0.07	0.17	0.117	0.019	0.11	0.16	0.032	0.027
0.7	0.025	1.683	0.075	0.027	0.0075	0.064	2.56
0.039	0.008	0.364	0.60	0.0009	0.011	0.17	0.12
0.043	0.014	0.023	0.21	0.054	0.53	0.064	0.073
18.5	372.0	72.7	221.6	151.8	22.9	357.3	213.6
0.036	0.14	0.142	0.16	0.18	0.13	0.19	0.11
0.018	0.25	0.282	0.34	0.36	0.25	0.39	0.25
0.0052	0.028	0.029	0.039	0.04	0.03	0.050	0.028
0.018	0.12	0.105	0.15	0.14	0.12	0.16	0.12
0.0053	0.017	0.022	0.036	0.030	0.024	0.030	0.024
0.0005	0.0032	0.035	0.016	0.0001	0.0048	0.021	0.0033
0.0044	0.016	0.024	0.042	0.036	0.026	0.034	0.022
0.0007	0.0034	0.003	0.006	0.0049	0.0041	0.0055	0.0031
0.0036	0.016	0.017	0.029	0.024	0.021	0.029	0.017
0.0009	0.0038	0.003	0.006	0.0074	0.0047	0.0054	0.0031
0.0016	0.0082	0.008	0.016	0.012	0.012	0.013	0.0065
0.0002	0.0014	0.001	0.0031	0.0017	0.0022	0.0018	0.0014
0.0006	0.0073	0.007	0.016	0.01	0.01	0.014	0.0078
0.0003	0.0014	0.001	0.0028	0.0017	0.00179	0.0020	0.0014
0.0016	0.0041	0.011	0.02	0.01	0.0076	0.015	0.01
0.012	0.003	0.003	0.0057	0.014	0.002	0.0061	0.001
0.0068	0.02	0.019	0.022	0.034	0.67	0.036	0.02
0.0001	0.009	0.002	0.0001	0.0001	0.0009	0.0007	0.0011
0.0048	0.0053	0.003	0.0041	0.0087	0.01	0.0047	0.0011
0.041	0.0091	0.005	0.0051	0.015	0.028	0.0091	0.021
0.14	0.14	0.620	0.45	0.26	0.55	0.81	0.46
0.0026	0.0045	0.0123	0.005	0.0048	0.0049	0.0096	0.009
0.0013	0.024	0.05	0.049	0.058	0.031	0.062	0.029
0.0027	0.0066	0.01	0.024	0.013	0.01	0.027	0.017

№ п/п	Элемент	*Lappula squarrosa* (Er, Ech) обр. B	*Lappula stricta* (Er, Ech)	*Rochelia cardiosepala* (Ro)	*Rochelia leiocarpa* (Ro)	*Mertensia sibirica* (Tr)	*Mertensia simplicissima* (Tr)
1	Li	0.6	0.85	0.85	0.3	0.24	0.034
2	Be	0.016	0.0041	0.028	0.023	0.013	0.0075
3	B	23.6	82.5	78.7	48.9	37.7	18.8
4	Na	228.0	46.2	308.3	198.0	120.9	52.3
5	Mg	1922.0	2290.0	3372.6	3191.6	1781.2	1795.4
6	Al	836.0	397.0	513.5	790.3	472.6	28.1
7	Si	4743.0	1031.0	9517.7	764.3	7822.6	360.5
8	P	2913.0	3069.0	3832.8	2310.0	5214.6	7349.6
9	K	20255.0	13573.0	39469.4	13142.1	36648.2	60092.8
10	Ca	27982.0	20501.0	30955.4	21586.2	18361.7	14439.0
11	Ti	31.3	20.0	26.2	59.1	26.2	3.3
12	V	1.2	0.92	0.9	1.56	1.22	0.74
13	Cr	3.38	3.42	2.02	4.52	2.50	2.62
14	Mn	97.9	31.8	85.8	44.9	30.6	39.2
15	Fe	601.0	374.0	546.8	864.6	407.0	132.6
16	Co	1.05	0.61	0.38	0.49	0.89	0.19
17	Ni	1.32	0.67	2.04	1.52	2.17	1.5
18	Cu	17.3	8.02	18.2	5.45	6.24	9.84
19	Zn	53.0	20.3	116	23.0	23.4	34.6
20	Ga	0.24	0.15	0.16	0.23	0.12	0.044
21	Ge	0.019	0.027	0.04	0.024	0.014	0.0029
22	As	0.28	0.0005	1.46	0.0005	8.74	0.001
23	Se	0.72	0.22	0.37	0.2	1.32	0.51
24	Rb	11.7	16.0	7.59	1.88	16.1	4.95
25	Sr	62.4	189.0	447.4	90.3	58.8	61.4
26	Y	0.18	0.25	0.17	0.32	0.14	0.015
27	Zr	0.76	0.7	0.66	0.52	0.69	0.08
28	Nb	0.062	0.081	0.083	0.073	0.053	0.0072
29	Mo	1.11	0.33	1.32	0.95	1.21	21.7
30	Ag	0.012	0.0072	0.013	0.010	0.011	0.0055
31	Cd	0.043	0.0069	0.033	0.075	0.012	0.038
32	Sn	0.11	0.077	0.09	0.039	0.085	0.048
33	Sb	0.059	0.028	0.26	0.012	0.025	0.013
34	Cs	0.22	0.14	0.091	0.050	0.068	0.0024
35	Ba	118.0	211.0	145.4	261.1	149.3	51.1
36	La	0.25	0.25	0.25	0.32	0.21	0.029
37	Ce	0.47	0.53	0.54	0.66	0.4	0.03
38	Pr	0.053	0.06	0.06	0.082	0.046	0.0046
39	Nd	0.19	0.22	0.22	0.34	0.18	0.017
40	Sm	0.049	0.05	0.056	0.072	0.034	0.0075
41	Eu	0.008	0.0065	0.013	0.018	0.0053	0.001
42	Gd	0.04	0.055	0.05	0.087	0.038	0.0033
43	Tb	0.0069	0.0077	0.006	0.013	0.005	0.0006
44	Dy	0.038	0.048	0.033	0.061	0.026	0.0029
45	Ho	0.0073	0.0096	0.006	0.012	0.0058	0.0006
46	Er	0.018	0.022	0.015	0.033	0.014	0.0014
47	Tm	0.0029	0.0048	0.003	0.0054	0.002	0.0003
48	Yb	0.017	0.023	0.015	0.028	0.013	0.0009
49	Lu	0.0025	0.0049	0.0023	0.0054	0.0024	0.0001
50	Hf	0.016	0.016	0.016	0.014	0.015	0.0011
51	Ta	0.0072	0.0069	0.006	0.0045	0.0041	0.0004
52	W	0.094	0.055	0.026	0.042	0.029	0.043
53	Au	0.0068	0.0046	0.0002	0.0011	0.0002	0.0001
54	Hg	0.0048	0.0034	0.0061	0.0074	0.0037	0.012
55	Tl	0.02	0.031	0.0155	0.0052	0.028	0.0004
56	Pb	0.67	0.46	0.56	0.79	0.23	0.24
57	Bi	0.0086	0.0069	0.0053	0.011	0.0026	0.0036
58	Th	0.049	0.084	0.112	0.069	0.057	0.0032
59	U	0.016	0.037	0.036	0.028	0.021	0.0009

Окончание табл. 2

Trigonotis radicans (Tr)	*Brachybotrys paridiformis* (Tr)	*Anoplocaryum turczaninowii* (Er, An)	*Amsinckia micrantha* (Er, Am)	*Amsinckia calycina* (Er, Am)	*Asperugo procumbens* (As)
0.13	0.067	0.52	0.36	0.086	0.36
0.0075	0.001	0.012	0.022	0.001	0.014
24.3	20.1	33.8	33.9	38.3	30.2
60.2	21.4	567.0	423.7	2237.0	494.7
2399.0	1850.2	3563.0	2633.2	2989.0	2364.2
191.3	67.3	2562.0	641.4	57.0	551.5
159.4	66.5	1588.0	5200.6	215.0	7725.8
6496.3	5617.3	3319.0	6010.7	2249.0	6533.6
51606.3	46223.9	25377.0	26993.4	23106.0	27833.3
14216.6	8119.5	29336.0	34893.7	16316.0	19864.0
13.8	4.1	78.7	32.1	5.5	28.4
0.26	0.001	4.2	1.0	0.43	0.92
1.9	1.01	9.95	1.9	1.21	1.63
72.5	50.7	93.4	51.1	37.3	71.4
239.0	104.8	1691.0	524.4	113.0	490.1
0.23	0.071	1.5	1.15	0.6	0.68
1.97	1.08	3.46	0.91	0.25	0.96
6.58	8.06	11.9	5.14	7.46	7.21
19.3	15.3	23	18.2	38.1	29.2
0.078	0.049	0.63	0.17	0.034	0.22
0.0066	0.0001	0.07	0.0	0.01	0.043
0.001	0.001	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
0.39	0.13	0.57	0.54	1.3	0.67
4.76	4.82	3.84	4.94	34.3	5.74
50.3	32.8	143.0	48.9	102.0	34.3
0.06	0.017	0.43	0.2	1.23	0.17
0.23	0.1	0.86	0.72	0.064	0.68
0.02	0.01	0.15	0.057	0.011	0.063
9.29	5.81	1.7	1.07	0.49	3.98
0.014	0.0016	0.0073	0.01	0.16	0.018
0.033	0.0078	0.009	0.013	0.015	0.034
0.073	0.037	0.047	0.027	0.032	0.035
0.02	0.011	0.024	0.011	0.0051	0.012
0.019	0.0071	0.044	0.042	0.027	0.045
83.0	98.5	496.0	13.8	121.0	18.2
0.12	0.038	0.71	0.22	2.14	0.18
0.2	0.066	1.35	0.46	2.69	0.4
0.022	0.0065	0.15	0.053	0.35	0.044
0.082	0.026	0.6	0.2	1.41	0.17
0.015	0.0059	0.1	0.046	0.23	0.036
0.0014	0.0022	0.014	0.0082	0.032	0.0068
0.016	0.0042	0.11	0.055	0.29	0.037
0.002	0.0007	0.015	0.0076	0.036	0.0061
0.012	0.0045	0.079	0.035	0.17	0.031
0.002	0.0011	0.016	0.0082	0.033	0.0067
0.0054	0.0012	0.045	0.021	0.081	0.016
0.001	0.0003	0.0078	0.0028	0.0098	0.0022
0.0059	0.0015	0.046	0.02	0.043	0.017
0.001	0.0003	0.0083	0.0034	0.0053	0.0028
0.0059	0.0027	0.023	0.019	0.00072	0.017
0.0048	0.0006	0.0094	0.0044	0.0007	0.0052
0.046	0.013	0.034	0.021	0.0017	0.031
0.0037	0.0008	0.0001	0.0006	0.01	0.0001
0.0074	0.0033	0.0031	0.0046	0.0001	0.011
0.0042	0.002	0.014	0.0051	0.021	0.0077
0.33	0.11	0.53	0.36	0.081	0.41
0.006	0.002	0.0053	0.0044	0.0034	0.0063
0.022	0.0065	0.19	0.06	0.015	0.05
0.0077	0.0026	0.028	0.022	0.0052	0.024

Сопоставляя выявленные закономерности, можно предположить, что микроэлементный состав растения, в первую очередь, определяется физиологическими процессами, протекающими в растительном организме, которые генетически обусловлены и естественно видоспецифичны. В процессе эволюции генетический аппарат претерпевал изменения и в период преобладания минерального питания потребность растений в микроэлементах была иной, чем у более молодых в эволюционном плане видов. Более того, по-видимому, элементный состав вида образует некий элементный спектр, который индивидуален для него и может меняться во вполне определенных пределах, что позволяет говорить о существовании элементного гомеостаза растений. Для подтверждения этой гипотезы потребуются дальнейшие исследования и более полный анализ полученных данных.

ВЫВОДЫ

Методом масс-спектроскопии определена концентрация 59 макро- и микроэлементов в надземной части 55 видов из 34 родов, 13 триб и 3 подсемейств семейства *Boraginaceae*, собранных в различных местах произрастания. Установлена эффективность применения кластерного анализа при изучении элементного состава для целей хемосистематики. Показана зависимость содержания биогенных и абиогенных элементов от таксономического положения видов, а также, что наибольшее влияние на микроэлементный спектр оказывают эволюционный возраст и филогенетические связи. Высказано предположение о существовании генетически определенного элементного гомеостаза растений.

Благодарности

Выражаем благодарность сотрудникам Химико-аналитического центра "Плазма" (г. Томск) С.Е. Тенякшевой и Н.В. Федюниной за выполнение микроэлементного анализа образцов и сотрудникам ЦСБС СО РАН И.Н. Шеховцовой, Ю.В. Овчинникову и Е.А. Королюк за помощь при сборе сырья.

ЛИТЕРАТУРА

Витамины и микроэлементы в клинической фармакологии / Под ред. В.А. Тутельяна. М.: Палея-М, 2001. 560 с.

Доброчаева Д.Н. *Boraginaceae* Juss. – Бурачниковые // Флора европейской части СССР. Л.: Наука, 1981. Т. 5. С. 113–179.

Загурская Ю.В., Чанкина О.В. Макро- и микроэлементный состав листьев некоторых видов семейства *Boraginaceae* // Раст. ресурсы. 2010. Вып. 4. С. 134–138.

Ковальский В.В., Гололобов А.Д. Методы определения микроэлементов в органах и тканях животных, растений и почвах. М.: Колос, 1969. 272 с.

Круглов Д.С. Индивидуальная изменчивость элементного состава надземной части *Pulmonaria mollis* Hornem // Химия раст. сырья. 2010а. № 1. С. 131–136.

Круглов Д.С. Исследование элементного состава *Pulmonaria mollis* Wulf ex Hornem флоры Сибири // Материалы Всерос. конф. с междунар. участием "Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии". Иркутск, 2010б. С. 740–743.

Круглов Д.С. Микроэлементный спектр в хемосистематике рода *Pulmonaria* // Материалы IV Междунар. науч. конф. "Проблемы изучения растительного покрова Сибири". Томск, 2010в. С. 26–28.

Круглов Д.С., Ханина М.А. Микроэлементный состав растений семейства *Boraginaceae* флоры Западной Сибири // Успехи соврем. естествознания. 2006а. № 5. С. 71–73.

Круглов Д.С., Ханина М.А. Параметрический подход к классификации лекарственных растений, применяемых в фитотерапии анемий // Материалы X Междунар. съезда "Фитофарм 2006". СПб., 2006б. С. 193–197.

Никифорова О.Д. Палиноморфологическое исследование рода *Myosotis* (*Boraginaceae*) и некоторых родственных ему родов // Бот. журн. 2002. Т. 87, № 3. С. 44–53.

Никифорова О.Д. Особенности ультраструктуры поверхности эремов у представителей родов *Myosotis*, *Trigonotis* и *Trigonocaryum* (*Boraginaceae*) // Бот. журн. 2006. Т. 91, № 9. С. 77–81.

Никифорова О.Д. Морфология и структура поверхности эремов видов рода *Mertensia* (*Boraginaceae*) // Бот. журн. 2008а. Т. 93, № 11. С. 1749–1759.

Никифорова О.Д. Морфология пыльцевых зерен некоторых родов из триб *Trigonotideae* и *Myosotideae* (*Boraginaceae*) // Раст. мир Азиатской России. 2008б. № 1. С. 37–51.

Ноздрюхина Л.Г., Гринкевич Н.И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. М.: Наука, 1980. 280 с.

Овчинникова С.В. Палиноморфология рода *Craniospermum* (*Boraginaceae*) // Бот. журн. 2001. Т. 86, № 12. С. 44–50.

Овчинникова С.В. Система подтрибы *Echinosperminae* (триба *Eritrichieae*, *Boraginaceae*) // Бот. журн. 2005. Т. 90, № 8. С. 1153–1172.

Овчинникова С.В. Особенности ультраскульптуры поверхности плодов у видов подтрибы *Echinosperminae* (триба *Eritrichieae*, *Boraginaceae*) // Бот. журн. 2006а. Т. 91, № 10. С. 105–116.

Овчинникова С.В. Палиноморфология представителей трибы *Eritrichieae* (*Boraginaceae*) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Материалы V Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2006б. С. 173–180.

Овчинникова С.В. Система трибы *Eritrichieae* (*Boraginaceae*) // Бот. журн. 2007а. Т. 92, № 5. С. 751–759.

Овчинникова С.В. Структура поверхности плодов у некоторых видов семейства *Boraginaceae* (трибы *Eritrichieae*, *Asperugeae*, *Echiochileae*, *Lithospermeae*) // Бот. журн. 2007б. Т. 92, № 3. С. 365–377.

Овчинникова С.В. Ультраскульптура плодов некоторых родов из триб *Eritrichieae* (подтриба *Eritrichiinae*) и *Trigonotideae* (*Boraginaceae*) // Бот. журн. 2007в. Т. 92, № 2. С. 228–240.

Овчинникова С.В. Значение признаков поверхности плода для систематики и филогении семейства *Boraginaceae* s. str. // Карпология и репродуктивная биология высших растений: Материалы Всерос. конф. с междунар. участием, посвященной памяти профессора А.П. Меликяна. М., 2011а. С. 158–166.

Овчинникова С.В. Установление филогенетических связей трибы *Eritrichieae* с другими трибами семейства *Boraginaceae* с использованием данных палиноморфологии // Проблемы современной палинологии: Материалы XIII Рос. палинол. конф., посвященной памяти выдающихся российских палинологов Е.Д. Заклинской и Л.В. Ровниной. Сыктывкар, 2011б. Т. 1. С. 42–46.

Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавок методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой: Метод. указания МУК 4.1.1483-03: М.: ФЦ ГСЭН МЗ РФ, 2003. 36 с.

Попов М.Г. Бурачниковые – *Boraginaceae* G. Don // Флора СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. Т. 19. С. 97–691.

Hartigan J.A. Clustering algorithms. N.Y.: John Wiley & Sons Inc., 1975. 366 p.

Mengel K., Kirkby E.A. Principles of Plant Nutrition. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.

Ovchinnikova S.V. On the position of the tribe *Eritrichieae* in the Boraginaceae system // Bot. Serbica. 2009. V. 33, N 2. P. 141–146.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 96–105 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 581.526.53(571.1)

ИНТРАЗОНАЛЬНЫЕ ТРАВЯНЫЕ СООБЩЕСТВА ПОЛУОСТРОВА ЯМАЛ И ВОСТОЧНЫХ ПРЕДГОРИЙ ПОЛЯРНОГО УРАЛА

М.Ю. Телятников, С.А. Пристяжнюк

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: arct-alp@rambler.ru

Интразональная травяная растительность территории исследования сложена двумя хорошо различающимися группами растительных сообществ. Первая группа – низкотравные криофитные луга, в которой три ассоциации (*Cerastio maximi–Salicetum nummulariae* ass. nova hoc loco, *Antennario lanatae–Arctoetum alpinae* ass. nova hoc loco и *Diantho repentis–Festucetum ovinae* ass. nova hoc loco), относящиеся к новому союзу *Oxytropido sordidae–Tanacetion bipinnati* all. nova hoc loco. Субарктические луга представлены одной ассоциацией (*Polemonio acutiflori–Veratretum lobeliani* acc. nova hoc loco), она входит в союз *Polemonio acutiflori–Veratrion lobeliani* all. nova hoc loco.

Ключевые слова: *классификация, растительность, тундровая зона, Субарктика, криофитные луга, полуостров Ямал, предгорья Полярного Урала, высотная поясность.*

INTRAZONAL GRASS COMMUNITIES OF YAMAL PENINSULA AND EAST FOOTHILLS OF POLAR URAL MOUNTAINS

M.Yu. Telyatnikov, S.A. Prystyazhnyuk

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: arct-alp@rambler.ru

Intrazonal grass vegetation of the territory of research is presented by two groups of plant communities. Communities of short-grass cryophitic meadows are presented by three new associations (*Cerastio maximi–Salicetum nummulariae* ass. nova hoc loco, *Antennario lanatae–Arctoetum alpinae* ass. nova hoc loco and *Diantho repentis–Festucetum ovinae* ass. nova hoc loco) which belongs to new alliance *Oxytropido sordidae–Tanacetion bipinnati* all. nova hoc loco. Subarctic meadows are presented by one new association (*Polemonio acutiflori–Veratretum lobeliani* acc. nova hoc loco) which is included in new alliance *Polemonio acutiflori–Veratrion lobeliani* all. nova hoc loco.

Key words: *classification, vegetation, tundra zone, Subarctic Region, cryophitic meadows, Yamal Peninsula, foothills of Polar Ural Mountains, altitudinal.*

Полуостров Ямал находится в северо-западной части Западной Сибири и представляет собой равнину с относительными высотами 30–50 (70 м) м над ур. моря, сильно расчлененную долинами крупных рек и речек, а также с развитой системой мелких и крупных озер. Большая часть территории п-ова Ямал располагается в субарктической части тундровой зоны, меньшая – в арктической. Восточные предгорья Полярного Урала – это полоса невысоких увалов с пологовыпуклыми вершинами, достигающими высоты 150–300 м над ур. моря. Растительность предгорий представлена двумя горными поясами – подгольцовым и гольцовым. Граница между поясами проходит на высоте 100–150 м.

Климат территории исследования умеренно холодный, умеренно влажный (Атлас СССР, 1986). Зимний период начинается во второй половине сентября и продолжается 8–10 месяцев. Лето короткое, холодное и дождливое. В субарктических тундрах Ямала выпадает от 300 до 390 мм осадков (Справочник по климату…, 1968). Самый холодный – январь (–21…–25 °С), самый теплый – август (6.7–10 °С) (Справочник по климату…, 1965). В предгорьях Полярного Урала количество выпадающих осадков составляет около 600 мм в год (Справочник по климату…, 1968). Самый холодный – февраль (–19 °С). Средняя температура самого теплого месяца – июля 10–12 °С (Справочник по климату…, 1965).

Растительность п-ова Ямал хорошо изучена. Здесь проводили исследования такие геоботаники, как В.Н. Андреев (1933), В.С. Михайличенко (1936), М.Г. Николаева (1941), Л.И. Мельцер (1977), С.А. Гри-

© М.Ю. Телятников, С.А. Пристяжнюк, 2012

бова (1985), О.В. Ребристая (2000), М.Ю. Телятников (2003), С.А. Пристяжнюк (1994) и мн. др. В то же время растительность тундр восточных предгорий Полярного Урала недостаточно изучена. Исследования в этом районе проводились исключительно в целях решения хозяйственных задач для нужд северного оленеводства.

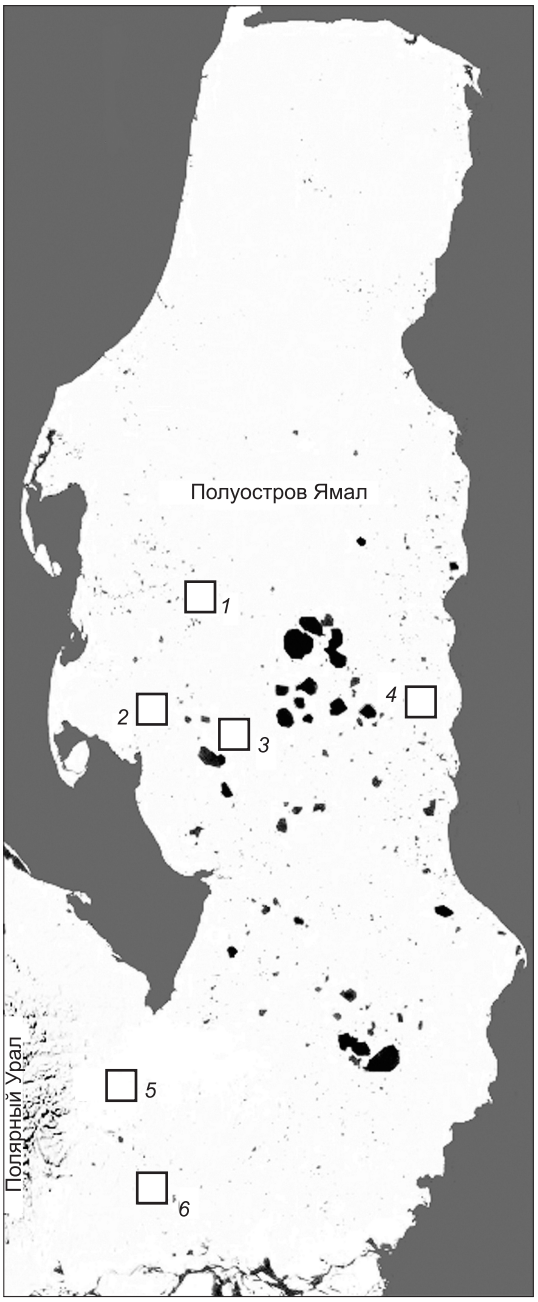
Несмотря на хорошую изученность растительного покрова большей части исследуемой территории, эколого-флористический подход классификации растительности для территории п-ова Ямал и восточных предгорий Полярного Урала до настоящего времени не применялся.

Цель исследования заключалась в выявлении разнообразия, закономерностей распределения и классификации интразональных травяных сообществ п-ова Ямал и восточных предгорий Полярного Урала.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Территория исследования охватывает подзоны южных и типичных тундр п-ова Ямал и предгорья Полярного Урала (см. рисунок). В южных тундрах Ямала работы проводились в окрестностях оз. Юн-То, нижнем течении р. Щучья (67°07′53″ с.ш., 68°12′08″ в.д.), в типичных тундрах – в окрестностях озер Седаты-Томбой-То, Нюдя-Пат-То (70°10′50″ с.ш., 68°58′45″ в.д.) и Нетал-То (69°55′22″ с.ш., 71°54′58″ в.д.), а также в районе среднего течения р. Себа-Яха. На территории восточных предгорий Полярного Урала исследовались окрестности оз. Юн-То.

Использованные нами материалы были получены с 1990 по 1995 г. За время исследований в южных тундрах Ямала сделано 74 геоботанических описания интразональной травяной растительности, в типичных тундрах – 103, в восточных предгорьях Полярного Урала – 35. Описания выполняли на площадках размером 100 м^2. Элементы комплексной растительности описывались отдельно. При проведении классификации растительности применялась компьютерная база данных геоботанических описаний TURBO(VEG) (Hennekens, 1996b), для математической обработки массива описаний использовался пакет программ MEGATAB (Hennekens, 1996a). В таблице баллы проективного покрытия приводятся по следующей шкале: + – до 1 %, 1 – 1–5 %, 2 – 6–12 %, 3 – 13–25 %, 4 – 26–50 %, 5 – 51–75 %, 6 – 76–100 %. Номенклатура синтаксонов соответствует международному кодексу фитосоциологической номенклатуры (Weber et al., 2000). Названия сосудистых растений приводятся по Арктической флоре СССР (1960–1987) и Н.А. Секретаревой (2004), мхов – по М.С. Игнатову, О.М. Афониной (1992), лишайников – по М.П. Андрееву, Ю.В. Котлову, И.И. Макаровой (Andreev et al., 1996) и T.L. Esslinger (http://www.ndsu.edu/pubweb/~esslinge/chcklst/chcklst7.htm).



Карта-схема района исследования:

1 – оз. Нюдя-Пат-То; *2* – оз. Седаты-Томбой-То; *3* – р. Себа-Яха; *4* – оз. Нетал-То; *5* – оз. Юн-То; *6* – р. Щучья.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Интразональная травяная растительность исследуемой территории представлена двумя группами сообществ. Первая группа образована низкотравными криофитными лугами – стадиями зарастания эродированных песчаных склонов водоразделов с хорошим дренажем и исключительно атмосферным увлажнением. Эта группа сообществ отнесена к классу *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. 1948. Вторая группа объединяет разнотравные луговые сообщества с участием высокотравья, приуроченные к местам с периодическим увлажнением за счет влаги тающих снежников, а также весеннего разлива рек. Она отнесена к классу *Mulgedio–Aconitetea* Hadac et Klika in Klika et Hadac 1944.

Продромус интразональной травяной растительности
Класс *Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. 1948
Порядок *Androsacetalia alpinae* Br.-Bl. ap. Br.-Bl. et Jenny 1926
Союз *Oxytropido sordidae–Tanacetion bipinnati* all. nova hoc loco
Acc. *Cerastio maximi–Salicetum nummulariae* ass. nova hoc loco
Acc. *Antennario lanatae–Arctoetum alpinae* ass. nova hoc loco
Acc. *Diantho repentis–Festucetum ovinae* ass. nova hoc loco

Класс *Mulgedio–Aconitetea* Hadac et Klika in Klika et Hadac 1944
Порядок *Schulzio crinitae–Aquilegietalia glandulosae* Ermakov et al. 2000
Союз *Polemonio acutiflori–Veratrion lobeliani* all. nova hoc loco
Acc. *Polemonio acutiflori–Veratretum lobeliani* acc. nova hoc loco
Субасс. *typicum* subass. nova hoc loco
Субасс. *artemisietosum tilesii* subass. nova hoc loco

Класс *Thlaspietea rotundifolii* в районе исследования объединяет сообщества эродированных песчаных склонов водоразделов ("раздувов") и речных аллювиев. Диагностическими видами класса для Ямала и восточных предгорий Полярного Урала выступают *Draba nivalis*, *Cerastium arvense*, *Minuartia biflora*, *M. rubella*, *Oxyria digyna*, *Polemonium boreale*, *Salix reticulata*, *Trisetum spicatum*, *Thymus reverdattoanus*, *Tanacetum bipinnatum*. Порядок *Androsacetalia alpinae* включает сообщества некарбонатных эродированных песчаных склонов, пойм, а также надпойменных террас рек. Диагностическими видами порядка для этого региона являются *Oxyria digyna*, *Salix polaris*, *Saxifraga cernua*. Описанные ассоциации не укладываются ни в один из известных союзов класса *Thlaspietea rotundifolii*, поэтому мы выделяем новый союз *Oxytropido sordidae–Tanacetion bipinnati*, объединяющий сообщества некарбонатных песчаных, супесчаных и песчано-щебнистых осыпей арктической и субарктической частей тундровой зоны. В соответствии с теорией А.И. Толмачева о двухфазном обезлесении Арктики (Толмачев, 1932, 1960, 1962, 1964; Толмачев, Юрцев, 1970; Юрцев, 2002), становление флоры анализируемой нами группы сообществ, по-видимому, связано с криоаридным периодом похолодания плейстоцена, когда формировались холодоустойчивые виды в условиях недостаточного увлажнения.

Сообщества этого союза представляют собой естественные стадии зарастания эродированных поверхностей с хорошим дренажем и исключительно атмосферным увлажнением. Диагностические виды союза – *Androsace septentrionalis*, *Armeria maritima*, *Arnica iljinii*, *Artemisia borealis*, *Campanula rotundifolia*, *Castilleja arctica*, *Cerastium arvense*, *C. maximum*, *Equisetum pratense*, *Festuca rubra*, *Oxytropis sordida*, *Polemonium boreale*, *Rumex graminifolius*, *Solorina crocea*, *Thymus reverdattoanus*. В данном союзе номенклатурной выступает ассоциация *Cerastio maximi–Salicetum nummulariae* (см. таблицу).

Аналогичные сообщества описывались Л.Л. Занохой (1993) на п-ове Таймыр. Ею выделена ассоциация *Pediculari verticillatae–Astragaletum artici* Zanokha 1993 с тремя субассоциациями. Группа диагностических видов ассоциации, предложенных Л.Л. Занохой, в целом отличается от выделенной нами. Частичное флористическое сходство просматривается между выделенными нами ассоциациями и субассоциацией *campanuletosum langsdorffianae* Zanokha 1993, предложенной указанным автором (из 22 видов общих – 14), но ценотические различия сравниваемых ассоциаций существенны. Классы постоянства у большинства общих видов Ямала и Таймыра заметно различаются. Это объясняется историческими особенностями становления флор этих территорий. На Ямале и анализируемых сообществах лугов высока роль видов гипоарктической фракции и мала – арктической. На Таймыре, наоборот, высока роль арктической фракции видов и мала – гипоарктической. Исходя из этого, мы считаем, что выделенные фитоценоны имеют ранг ассоциаций и вместе с ассоциацией, выделенной Л.Л. Занохой, должны относиться к одному союзу – *Oxytropido sordidae–Tanacetion bipinnati*. К союзу отнесены три ассоциации.

Ассоциация *Cerastio maximi–Salicetum nummulariae* (см. таблицу, столбец 1). Диагностические виды *Myosotis asiatica*, *Draba hirta*, *D. nivalis*, *Polytricum alpinum*, *Cerastium maximum*, *C. arvense, Astragalus subpolaris*, *Castilleja arctica*, *Androsace septentrionalis*, *Poa alpigena*. Номенклатурный тип: описание № 213 (см. таблицу, столбец 6). Тюменская область, Ямало-Ненецкий АО, п-ов Ямал, зона типичных тундр, район оз. Седаты-Томбой-То. Координаты – 69°42′14″ с.ш. и 68°41′36″ в.д. Площадь описания – 100 м^2, высота над уровнем моря – 40 м, экспозиция – 0°, крутизна склона – 0°, пологовыпуклая верхняя часть водораздельного увала. Нанорельеф мелкобугорковатый. По-

Ассоциации *Cerastio maximi–Salicetum nummulariae, Antennario lanatae–Arctoetum alpinae, Diantho repentis–Festucetum ovinae, Polemonio acutiflori–Veratretum lobeliani*

Вид	Номер столбца																			
	1		2		3		4		5		6	7	8	9	10					
	Количество описаний																			
	5		11		7		9		20											
Д.в. асс. ***Cerastio maximi–Salicetum nummulariae***																				
Myosotis asiatica	V	1	+	+	.		II	1	IV	1	+	.	.	1	1					
Draba hirta	V	1	I	+	II	+	.		III	1	1	.	.	.	+					
Polytricum alpinum	IV	1							.		1									
Cerastium maximum (Os-Tb)	IV	1	.		.		.		.		+	.	.	.	.					
Astragalus subpolaris	III	1	+	1	.		.		r	1	.	.	.	.	+					
Castilleja arctica (Os-Tb)	III	1	II	1	.		.		.		1	.	.	.	.					
Cerastium arvense (Os-Tb, Tr)	III	1	II	1	.		.		.		.	.	.	.	.					
Androsace septentrionalis (Os-Tb)	III	1	I	1	.		.		.		1	.	.	.	.					
Poa alpigena (Pa-Vl)	III	1	I	1	I	+	II	1	II	1	+	.	+	.	.					
Draba nivalis (Tr)	III	+	+	1	.		.		.		+	.	.	.	.					
Д.в. асс. ***Antennario lanatae–Arctoetum alpinae***																				
Antennaria lanata	I	+	IV	1	.		II	1	I	1	.	1	.	1	1					
Solorina crocea (Os-Tb)	I	+	IV	1	I	+	.		.		.	1	.	.	.					
Peltigera didactyla	II	+	IV	1	III	1	III	1	II	1	.	1	.	.	+					
Festuca rubra (Os-Tb)	III	1	III	1	.		II	1	+	1	+	1	.	.	.					
Equisetum pratense (Os-Tb)	.		III	1	III	1	II	1	r	1	.	1	1	.	1					
Luzula confusa	III	1	III	1	I	+	I	1	+	1	+	.	.	.	.					
Cetraria aculeata	II	1	III	1	II	1	.		.		.	1	1	.	.					
Polemonium boreale (Os-Tb, Tr)	I	+	III	1	.		.		.		.	.	.	.	.					
Eremogone polaris	.		III	1	.		.		r	1	.	.	.	.	.					
Д.в. асс. ***Diantho repentis–Festucetum ovinae***																				
Dianthus repens	.		.		V	1	I	+	+	+	.	.	1	.	.					
Cladonia pyxidata	I	1	II	1	IV	1	.		.		1	.	1	.	.					
Saussurea alpina	.		.		IV	1	II	1	.		.	.	1	.	.					
Rhytidium rugosum	.		III	1	III	2	.		.		.	.	1	.	.					
Stereocaulon paschale	I	1	.		III	1	I	1	.		.	.	.	.	.					
Potentilla nivea	.		.		III	1	.		.		.	.	1	.	.					
Oxytropis sordida (Os-Tb)	III	1	II	1	III	1	.		.		1	.	1	.	.					
Peltigera malacea	.		+	1	III	1	.		.		.	.	.	.	.					
Potentilla stipularis	.		.		III	1	.		.		.	.	.	.	.					
Silene paucifolia	.		.		III	1	.		.		.	.	.	.	.					
Campanula rotundifolia (Os-Tb)	II	1	II	1	III	1	.		I	1	.	.	1	.	.					
Д.в. асс. ***Polemonio acutiflori–Veratretum lobeliani***																				
Veratrum lobelianum (M-A)	.		III	1	II	1	IV	1	V	1	.	.	.	1	2					
Salix lanata	I	+	III	3	I	1	III	3	V	3	.	.	.	4	5					
Ranunculus propinquus (M-A)	III	1	II	1	.		III	1	V	1	.	.	.	1	1					
Stereocaulon glareosum	.		II	1	I	+	III	1	IV	1	.	1	.	1	1					
Polemonium acutiflorum (M-A, Pa-Vl)	.		II	1	.		III	1	IV	1	.	.	.	1	1					
Д.в. субасс. ***typicum***																				
Rubus arcticus	II	1	.		I	1	IV	2	II	2	1	.	.	1	.					
Luzula multiflora subsp. *frigida* (Sc-Ag)	I	1	II	1	I	+	IV	1	II	1	.	.	.	1	.					
Parnassia palustris subsp. *neogaea*	I	1	II	1	.		IV	1	II	+	1	.	.	1	+					
Carex lachenalii	.		.		I	+	III	1	I	1	.	.	.	1	.					
Viola epipsiloides (Pa-Vl)	.		+	1	.		III	1	r	1	.	.	.	.	.					
Trisetum spicatum (Tr)	.		II	1	.		III	1	II	1	.	+	.	1	.					
Solidago lapponica (M-A)	.		.		I	1	III	1	.		.	.	.	.	.					
Salix arctica	I	1	+	+	.		III	1	I	2	1	.	.	1	+					
Cladonia macroceras	II	1	II	+	II	1	III	+	r	+	.	.	.	+	.					

Продолжение таблицы

Вид	Номер столбца																			
	1		2		3		4		5		6	7	8	9	10					
	Количество описаний																			
	5		11		7		9		20											
Д.в. субасс. ***artemisietosum tilesii***																				
Brachythecium mildeanum									IV	4					1					
Cladonia acuminata	.		+	1	.		II	+	IV	1	.	.	.	+	1					
Artemisia tilesii (Pa-Vl)	.		.		.		I	1	III	1	1	.	.	1	+					
Saxifraga cernua (Pa-Vl, Aa)	I	1	+	+	.		.		III	1	.	.	.	.	.					
Salix polaris (Aa)	II	1	II	1	.		II	2	III	1	.	.	.	.	1					
Д.в. союза ***Oxytropido sordidae–Tanacetion bipinnati*** (Os-Tb)																				
Thymus reverdattoanus (Tr)	.		.		II	1	.		r	1	.	.	1	.	.					
Armeria maritima	I	+	II	1	.		.		.		.	+	.	.	.					
Rumex graminifolius	.		+	1	.		.				.	.	.	.	.					
Artemisia borealis	II	1	II	1	.		I	1	r	1	.	.	.	.	.					
Arnica iljinii	II	1	I	1	.		.		+	+	.	.	.	.	.					
Д.в. союза ***Polemonio acutiflori–Veratrion lobeliani*** (Pa-Vl)																				
Taraxacum ceratophorum	II	+	+	+	.		.		II	1	.	.	.	.	+					
Д.в. порядка ***Schulzio crinitae–Aquilegietalia glandulosae*** (Sc-Ag)																				
Pachypleurum alpinum	IV	1	V	1	III	1	III	1	II	1	1	.	+	1	.					
Bistorta vivipara	.		III	1	III	1	III	1	IV	1	.	.	1	1	.					
Cetraria islandica	IV	1	IV	1	V	1	III	1	II	1	1	.	+	+	+					
Д.в. порядка ***Androsacetalia alpinae*** (Aa)																				
Oxyria digyna (Tr)	I	1	+	1	.		.		I	1	.	.	.	.	.					
Д.в. класса ***Thlaspietea rotundifolii*** (Tr)																				
Tanacetum bipinnatum (Pa-Vl)	III	1	V	1	IV	1	III	1	IV	1	1	.	1	+	1					
Minuartia biflora	.		+	+	.		.				.	+	.	.	.					
M. rubella	II	+	+	1	.		.		II	+	+	.	.	.	.					
Salix reticulata	.		.		I	+	.				.	.	.	.	.					
Д.в. класса ***Mulgedio–Aconitetea*** (M-A)																				
Geranium albiflorum	.		.		.		II	1			.	.	.	.	.					
Bistorta major	.		.		III	1	II	1	.		.	.	1	.	.					
Trollius asiaticus	.		+	1	I	1	II	1	I	1	.	.	.	.	.					
Viola biflora	.		.		.		I	1	II	1	.	.	.	1	.					
Прочие виды																				
Vaccinium uliginosum subsp. *microphyllum*	II	1	V	3	V	2	III	1	r	1	1	1	1	1	.					
Stellaria peduncularis	II	1	III	1	IV	+	I	+	III	+	.	.	+	+	+					
Nephroma expallidum	I	+	I	1	I	1	II	+	II	+	.	.	.	.	.					
Cladonia arbuscula	I	+	III	1	V	2	II	+	+	+	+	+	+	+	.					
Festuca ovina	III	3	IV	2	V	2	II	1	II	1	1	.	1	.	1					
Cladonia chlorophaea	IV	1	IV	1	III	+	II	+	I	+	+	.	+	+	1					
C. coccifera	II	+	V	1	III	1	II	+	+	+	.	1	.	.	.					
Equisetum arvense subsp. *boreale*	V	1	I	1	II	1	IV	1	V	1	1	.	.	1	.					
Salix nummularia	IV	3	V	2	I	1	I	2	+	1	4	2	1	.	1					
Flavocetraria cucullata	V	1	V	1	IV	1	I	+	r	1	1	.	+	.	.					
Betula nana	.		V	1	I	1	II	1	II	1	.	1	.	.	.					
Cladonia rangiferina	.		II	1	IV	2	II	+	I	+	.	.	+	+	.					
Sanionia uncinata	.		IV	1	.		IV	2	IV	2	.	1	.	1	1					
Dryas octopetala subsp. *subincisa*	IV	2	II	1	IV	3	.		.		2	+	1	.	.					
Arctous alpina	I	1	IV	3	II	1	.		.		.	1	.	.	.					
Thamnolia vermicularis	IV	1	III	1	II	+	.		r	+	+	1	+	.	.					
Hierochloe alpina	III	1	III	1	III	1	.		r	1	1	1	1	.	.					
Vaccinium vitis-idaea subsp. *minus*	II	1	III	1	III	1	.		I	1	1	.	.	.	.					
Peltigera aphthosa	II	1	III	1	.		.		I	+	.	1	.	.	.					
Flavocetraria nivalis	II	1	II	1	III	1	.		.		1	.	+	.	.					
Dactylina arctica	III	+	III	1	.		.		r	+	+	.	.	.	.					

Продолжение таблицы

Вид	Номер столбца																			
	1		2		3		4		5		6	7	8	9	10					
	Количество описаний																			
	5		11		7		9		20											
Sphaerophorus globosus	II	1	III	1	.		.		r	+	1	1	.	.	.					
Cladonia amaurocraea	II	1	II	1	II	1	.		.		+	.	.	.	.					
Stereocaulon alpinum	.		III	1	III	1	I	+	II	+	.	.	.	.	.					
Empetrum subholarcticum	.		III	3	III	1	I	+	.		.	3	.	.	.					
Cladonia arbuscula subsp. *mitis*	.		II	1	III	1	I	+	.		.	.	.	.	.					
Polytrichum strictum	.		III	2	III	1	III	1	.		.	1	.	1	.					
Ochrolechia frigida	I	1	III	1	.		.		r	+	.	.	.	.	.					
Cladonia uncialis	.		I	1	III	1	.		r	+	.	.	.	.	.					
Salix glauca	.		II	1	.		II	4	II	2	.	.	.	.	.					
Lobaria linita	.		II	1	.		II	1	r	1	.	.	.	1	.					
Gastrolychnis angustiflora	II	+	II	1	.		.		+	+	.	.	.	.	.					
Cladonia gracilis subsp. *elongata*	I	1	+	+	II	1	.		r	1	1	.	.	.	.					
Peltigera rufescens	I	+	II	1	II	1	I	+	.		.	.	1	.	.					
Carex bigelowii subsp. *arctisibirica*	II	1	I	1	I	1	I	1	.		.	.	.	.	.					
Poa arctica	I	+	.		I	+	II	+	r	+	.	.	+	.	.					
Peltigera polydactylon	I	+	+	1	.		II	+	+	+	.	.	.	.	1					
Valeriana capitata	II	1	+	+	I	+	.		I	1	1	.	.	.	.					
Carex aquatilis subsp. *stans*	.		+	+	.		II	+	I	1	.	.	.	.	.					
Pyrola minor	.		+	1	.		II	1	+	1	.	.	.	.	1					
Trisetum molle	.		.		II	1	I	1	r	1	.	.	.	.	.					
Pedicularis sudetica subsp. *interioroides*	.		I	1	.		II	1	r	1	.	+	.	+	.					
Cladonia fimbriata	.		+	1	I	+	II	+	r	+	.	.	+	.	.					
C. pleurota	.		+	+	II	1	I	+	I	+	.	.	1	.	.					
Cetrariella delisei	.		+	+	I	+	I	+	+	+	.	.	.	.	+					
Potentilla gelida	I	+	.		I	1	I	+	I	1	.	.	.	.	.					
Cladonia cornuta	I	+	+	+	I	1	I	+	r	+	.	.	.	.	.					
Peltigera canina	.		+	1	.		I	1	r	1	.	.	.	.	+					
Alectoria ochroleuca	I	+	+	+	I	+	.		.		.	.	.	.	.					
Cerastium jenisejense	I	+	.		.		I	+	I	+	.	.	.	+	.					
Erigeron borealis	.		+	+	I	+	.		r	1	.	.	.	.	.					
Leptogium lichenoides	I	+	.		I	+	.		r	+	.	.	+	.	.					
Peltigera venosa	I	+	+	+	.		.		r	+	.	.	.	.	.					
Poa alpina	.		I	1	.		I	1	I	1	.	.	.	.	.					
Arctocetraria andrejevii	.		+	+	.		I	+	.		.	.	.	.	.					
Baeomyces carneus	.		II	1	I	1	.		.		.	.	.	.	.					
Bryocaulon divergens	I	+	II	1	.		.		.		+	1	.	.	.					
Calamagrostis langsdorffii	I	1	.		.		I	1	.		1	.	.	.	.					
C. lapponica	.		+	1	.		I	1	.		.	.	.	.	.					
C. neglecta	.		+	1	.		.		I	2	.	.	.	.	.					
Cardamine pratensis	.		.		.		I	1	r	1	.	.	.	.	.					
Catapyrenium cinereum	I	+	.		.		.		r	+	.	.	.	.	.					
Cetraria nigricans	.		+	+	I	1	.		.		.	+	.	.	.					
C. odontella	.		II	1	I	2	.		.		.	+	.	.	.					
Cladonia coniocraea	.		.		I	1	I	+	.		.	.	1	.	.					
C. crispata	.		+	+	I	1	.		.		.	.	.	.	.					
Comarum palustre	.		.		.		I	1	r	1	.	.	.	.	.					
Dicranum elongatum	.		II	3	.		I	4	.		.	.	.	.	.					
Dupontia psilosantha	.		.		.		I	+	r	+	1	.	.	+	.					
Eritrichium villosum	.		.		II	1	I	+	.		.	.	.	.	.					
Ledum palustre subsp. *decumbens*	.		II	1	I	1	.		.		.	+	.	.	.					
Lichenothelia scopularia	.		+	+	.		.		II	1	.	.	.	.	.					
Lloydia serotina	I	1	.		.		.		+	+	.	.	.	.	.					
Minuartia arctica	I	1	.		I	+	.		.		.	.	.	.	.					
Mycobilimbia hypnorum	.		+	+	I	1	.		.		.	.	.	.	.					

Окончание таблицы

Вид	Номер столбца																			
	1		2		3		4		5		6	7	8	9	10					
	Количество описаний																			
	5		11		7		9		20											
Ochrolechia androgyna	.		+	+	I	+	.		.		.	.	.	.	.					
Peltigera leucophlebia	.		II	+	.		II	+	.		.	.	.	.	.					
Protopannaria pezizoides	I	+	+	+	.		.		.		.	.	.	.	.					
Parmelia omphalodes	II	1	+	1	.		.		.		.	.	.	.	.					
Poa pratensis	.		.		.		I	+	r	+	.	.	.	.	.					
Psoroma hypnorum	I	+	I	1	.		.		.		.	.	.	.	.					
Ranunculus nivalis	.		I	1	.		I	1			.	.	.	.	.					
Rubus chamaemorus	.		.		.		I	1	r	1	.	.	.	.	.					
Salix myrtilloides	.		.		I	+	I	+			.	.	.	.	.					
S. pulchra	.		.		.		II	1	I	1	.	.	.	1	.					
Sphaerophorus fragilis	I	+	I	+	.		.		.		.	.	.	.	.					
Stellaria crassifolia	I	1	.		.		.		r	+	.	.	.	.	.					
Varicellaria rhodocarpa	I	+	+	+	.		.				.	.	.	.	.					

Только в одной ассоциации (субассоциации) отмечены виды: с встречаемостью (III) – *Aulacomnium turgidum* 2(1), *Dicranum* sp. 4(1); **с встречаемостью (II) –** *Aconogonon ochreatum* 2(1), *Alopecurus alpestris* 4(1), *Androsace chamaejasme* subsp. *arctisibirica* 3(1), *Biatora vernalis* 2(1), *Bromopsis pumpelliana* 2(1), *Carex glareosa* 3(+), *C. vaginata* subsp. *quasivaginata* 3(1), *Cetraria laevigata* 3(1), *Cladonia ecmocyna* 4(1), *C. stricta* 4(+), *Hedysarum hedysaroides* subsp. *arcticum* 3(1), *Orthilia obtusata* 4(1), *Peltigera scabrosa* 4(1), *Rinodina turfacea* 1(+), *Rosa acicularis* 3(1), *Salix hastata* 4(1), *Saxifraga spinulosa* 3(1), *Trisetum sibiricum* subsp. *litorale* 4(1), *Veronica longifolia* 4(1); **с встречаемостью (I) –** *Alectoria nigricans* 2(1), *Alopecurus alpinus* 5(1), *Andromeda polifolia* subsp. *pumila* 3(+), *Antennaria dioica* 2(1), *Amandinea punctata* 3(+), *Arctocetraria nigricascens* 2(1), *Aulacomnium palustre* 4(2), *Bacidina egenula* 3(+), *Baeomyces placophyllus* 2(+), *Calamagrostis holmii* 5(1), *Caloplaca jungermanniae* 3(1), *C. tiroliensis* 1(+), *Carex lapponica* 4(1), *C. rupestris* 3(1), *Cevina stillicidior* 3(+), *Cladonia cariosa* 1(+), *C. carneola* 3(1), *C. cyanipes* 1(+), *C. furcata* 3(+), *C. portentosa* 1(+), *C. sulphurina* 1(+), *Comastoma tenellum* 1(+), *Corallorrhiza trifida* 4(+), *Crepis nigrescens* 2(1), *Drepanocladus revolvens* 4(2), *Dryopteris fragrans* 3(+), *Eriophorum scheuchzeri* 4(1), *Euphrasia frigida* 3(1), *Galium boreale* 4(1), *Juniperus sibirica* 4(1), *Lamium album* 4(1), *Luzula nivalis* 1(+), *Megalaria jemtlandica* 1(+), *Micarea assimilata* 1(+), *M. melaena* 4(+), *Parmelia sulcata* 1(1), *Pedicularis labradorica* 3(+), *P. oederi* 1(1), *Peltigera lepidophora* 3(1), *Physconia muscigena* 3(+), *Pinguicula villosa* 3(+), *Potentilla kuznetzowii* 1(+), *Racomitrium lanuginosum* 3(3), *Rinodina roscida* 3(1), *Saxifraga foliolosa* 1(1), *S. hieracifolia* 5(1), *S. nivalis* 1(1), *Stereocaulon capitellatum* 1(+), *S. rivulorum* 2(1), *Tephroseris atropurpurea* 1(1), *T. integrifolia* 3(1), *Trientalis europaea* 4(1); **с встречаемостью (+) –** *Cardaminopsis septentrionalis* 2(+), *Cladonia arbuscula* subsp. *beringiana* 2(1), *C. macrophyllodes* 2(+), *C. squamosa* 2(1), *Erigeron eriocalyx* 2(1), *Hypogymnia subobscura* 2(+), *Lagotis glauca* subsp. *minor* 5(1), *Lopadium pezizoideum* 2(+), *Minuartia macrocarpa* 2(+), *Mycobilimbia pilularis* 2(+), *Pedicularis hyperborea* 2(+), *P. interioroides* 5(+), *Polytrichum* sp. 5(2), *Tofieldia coccinea* 2(+); **с встречаемостью (+) –** *Bacidia bagliettoana* 5(+), *Bacidina inundata* 5(+), *Carex rariflora* 5(+), *Cassiope tetragona* 5(1), *Chrysosplenium alternifolium* 5(+), *Cladonia bellidiflora* 5(+), *C. pocillum* 5(+), *Draba sibirica* 5(1), *Dupontia fischeri* 5(+), *Petasites frigidus* 5(1), *Pyrola grandiflora* 5(1), *Rumex arcticus* 5(1), *Stereocaulon incrustatum* 5(+). **В геоботанических описаниях номенклатурных типов также отмечены:** *Amandinea punctata* 8(+), *Arctocetraria nigricascens* 7(1), *Aulacomnium turgidum* 7(2), *Bacidina egenula* 8(+), *Caloplaca jungermanniae* 8(1), *Carex vaginata* subsp. *quasivaginata* 8(1), *Cevina stillicidior* 8(+), *Dicranum* sp. 9(1), *Euphrasia frigida* 8(1), *Peltigera lepidophora* 8(1), *Pinguicula villosa* 8(+), *Rinodina roscida* 8(1), *Rosa acicularis* 8(+).

Д.в. – диагностические виды.

крытие кустарничков составляет 40 %, трав – 25 %, мхов – 35 %, лишайников – 15 %. Почвы – тундровые торфянисто-перегнойные, грунты супесчаные. Дата описания – 08.08.1990. Сообщества ассоциации также были описаны в районе оз. Нетал-То.

Сообщества распространены в подзоне типичных тундр Ямала и приурочены к эродированным пологим дренированным вершинам водораздельных увалов, а также выпуклым склонам водоразделов южной и западной экспозиций, с уклоном 20–35°. Зимой местообитания не укрыты снегом. Почвы – подбуры супесчаные и песчаные, а также тундровые торфянисто-перегнойные. Высота над уровнем моря варьирует от 25 до 70 м. В ценозах доминируют травы, содоминируют мхи и кустарнички, снижена роль лишайников. Сообщества двухъярусные. Верхний ярус образован травами, они занимают 25–50 % общего проективного покрытия. Высота яруса составляет 10–15 см. Нижний ярус (5–10 см высоты) представлен кустарничками, мхами и лишайниками. На кустарнички приходится 15–40 % проективного покрытия, на мхи – 20–35 %. Роль лишайников варьирует от 5 до 15 %.

Ассоциация *Antennario lanatae–Arctoetum alpinae* (см. таблицу, столбец 2). Диагностичнские виды *Antennaria lanata*, *Solorina crocea*, *Peltigera didactyla*, *Fes-*

tuca rubra, *Equisetum pratense*, *Luzula confusa*, *Cetraria aculeata*, *Polemonium boreale*, *Eremogone polaris.* Номенклатурный тип: описание № 227 (см. таблицу, столбец 7). Тюменская область, Ямало-Ненецкий АО, п-ов Ямал, зона типичных тундр, район среднего течения р. Себа-Яха. Координаты – 69°38′04″ с.ш., 69°29′23″ в.д. Площадь описания 100 м^2, высота над уровнем моря 27 м, экспозиция 270°, крутизна склона 5°. Пологий прямой эродированный склон борта долины реки. Покрытие кустарничков составляет 35 %, трав – 5–10 %, мхов – 40 %, лишайников – 5–10 %. Почвы – подбуры, грунты песчаные. Дата описания – 30.07.1992. Ценозы ассоциации также описаны в районе оз. Седаты-Томбой-То.

Ценозы характерны для типичных тундр п-ова Ямал и приурочены к дренированным прямым или вогнутым эродированным склонам речных террас, прирусловых валов, водораздельных увалов разных экспозиций. В зимний период местообитания частично укрыты снегом. Почвы или отсутствуют, или представлены подбурами. Сообщества одноярусные. Доминируют кустарнички, содоминируют мхи. Роль трав и лишайников невелика. Кустарнички занимают 30–45 % проективного покрытия. На мхи приходится от 15 до 35 % покрытия, на травы – 10–20 %, на лишайники – 10–20 %.

Ассоциация *Diantho repentis–Festucetum ovinae* (см. таблицу, столбец 3). Диагностические виды *Dianthus repens*, *Cladonia pyxidata*, *Saussurea alpina*, *Rhytidium rugosum*, *Stereocaulon paschale*, *Potentilla nivea*, *P. stipularis*, *Oxytropis sordida*, *Peltigera malacea*, *Silene paucifolia, Campanula rotundifolia.* Номенклатурный тип: описание № 139 (см. таблицу, столбец 8). Тюменская область, Ямало-Ненецкий АО, предгорья Полярного Урала, подгольцовый пояс, окрестности оз. Юн-То. Координаты – 67°41′39″ с.ш, 67°58′08″ в.д. Площадь описания 100 м^2, высота над уровнем моря 98 м, экспозиция 180°, крутизна склона 30°. Верхняя часть склона увала. Покрытие кустарничков составляет 20 %, трав – 35 %, мхов – 5–10 %, лишайников – 5–10 %. Почвы тундровые дерново-перегнойные. Дата описания – 17.07.1994. Ценозы распространены в подзоне южных тундр Ямала и подгольцовом поясе восточных предгорий Полярного Урала. Они занимают южные дренированные пологовыпуклые эродированные склоны водораздельных увалов и склоны речных долин и озерных котловин. Уклон составляет 15–40°. Почвы тундровые дерново-перегнойные, грунты песчаные и песчано-щебнистые. В сообществах высока роль трав, заметно ниже значение кустарничков, лишайников и мхов. Фитоценозы двухъярусные. Верхний ярус (10–15 см высоты и 30–35 % общего проективного покрытия) образован травами. Нижний ярус (3–5 см высоты и 25–50 % покрытия) слагают кустарнички, мхи и лишайники. На кустарнички приходится 10–15 % покрытия, на мхи – 5–20 %, на лишайники – 10–30 %.

Класс *Mulgedio–Aconitetea* в районе исследования представлен разнотравными луговыми сообществами с большой долей участия кустарников (*Salix lanata*). Диагностическими видами этого класса для территории п-ова Ямал выступают: *Bistorta major*, *Geranium albiflorum*, *Polemonium acutiflorum*, *Ranunculus propinquus*, *Solidago lapponica*, *Trollius asiaticus*, *Veratrum lobelianum*, *Viola biflora.* Наибольшее сходство лугов Ямала прослеживается с ценозами порядка *Schulzio crinitae–Aquilegietalia glandulosae* Ermakov et al. 2000. Сообщества порядка свойственны субальпийскому поясу гор Южной Сибири. Порядок объединяет сообщества, в которых наряду с теплолюбивыми видами (микротермами) заметную роль играют холодолюбивые виды (гемикриофиты и криофиты). Диагностические виды порядка – *Bistorta vivipara*, *Luzula multiflora* subsp. *frigida*, *Pachypleurum alpinum*, *Cetraria islandica*. Описываемые сообщества не укладываются в имеющийся в данном порядке союз *Schulzio crinitae–Aquilegion glandulosae* Ermakov et al. 2000 в связи с тем, что они выделены на основе анализа субальпийских лугов гор юга Сибири и отличаются от ямальских прежде всего высокой ролью альпийских и монтанных видов. В луговых сообществах Ямала большое значение имеют виды, ареалы которых ограничиваются пределами Арктики и Субарктики или для которых характерен обширный ареал. На основании вышеизложенного выделен новый союз *Polemonio acutiflori–Veratrion lobeliani*, который объединяет луга с участием высокотравья равнинной Субарктики – субарктические луга. Мы их рассматриваем как географический вариант субальпийских лугов высокогорий бореальной зоны Сибири. Эти сообщества, по-видимому, формировались в Арктике во времена бореальных трансгрессий голоцена, когда происходило смещение границы леса и тундры на 200–400 км севернее ее современного нахождения (Тихомиров, 1953, 1954, 1962). Диагностическими видами союза выступают: *Artemisia tilesii*, *Polemonium acutiflorum*, *Poa alpigena*, *Saxifraga cernua*, *Tanacetum bipinnatum*, *Taraxacum ceratophorum*, *Viola epipsiloides.* Союз включает одну ассоциацию и две субассоциации.

Ассоциация *Polemonio acutiflori–Veratretum lobeliani* (см. таблицу, столбцы 4, 5). Диагностические виды *Veratrum lobelianum*, *Salix lanata*, *Ranunculus propinquus*, *Stereocaulon glareosum*, *Polemonium acutiflorum*. Номенклатурный тип: описание № 253 (см. таблицу, столбец 9). Тюменская область, Ямало-Ненецкий АО, п-ов Ямал, подзона типичных тундр, район оз. Седаты-Томбой-То. Координаты – 69°42′14″ с.ш. и 68°41′36″ в.д. Площадь описания 100 м^2, высота над уровнем моря 21 м, экспозиция 140°, крутизна склона 25–30°. Нижняя дренированная часть склона водораздельного увала. Почвы тундровые торфянисто-перегнойные на песчаных грунтах. Покрытие мхов составляет 55 %, кустарников – 30 %, трав – 25 %, кустарничков – 20 %, лишайников –5 %. Дата описания – 09.08.1990.

Фитоценозы приурочены к нижним дренированным частям склонов водоразделов с уклоном 15–30° южной и восточной экспозиций. Почвы подбуры, а также тундровые торфянисто-перегнойные на супесчаных грунтах. Сообщества двух-трехъярусные. Верхний кустарниковый ярус высотой 0.6–1.5 м, не всегда выражен. Средний ярус 10–20 см высоты, образован травами. Нижний ярус 5–10 см высоты слагают мхи (субасс. *artemisietosum tilesii*) и иногда кустарнички и лишайники (субасс. *typicum*).

Субассоциация *typicum* (см. таблицу, столбец 4), номенклатурный тип тот же, что и для ассоциации. Диагностические виды – *Rubus arcticus*, *Luzula multiflora* subsp. *frigida*, *Parnassia palustris* subsp. *neogaea*, *Carex lachenalii*, *Viola epipsiloides*, *Trisetum spicatum*, *Solidago lapponica*, *Salix arctica*, *Cladonia macroceras, Peltigera didactyla.* Фитоценозы субассоциации также описаны в районах среднего течения р. Себа-Яха и нижнего течения р. Щучья. В ценозах доминируют мхи (40–80 %) и содоминируют травы (20–50 %). Невелика роль кустарничков (15–20 %) и лишайников (5–10 %). Кустарники составляют 1–30 %.

Субассоциация *artemisietosum tilesii* (см. таблицу, столбец 5). Диагностические виды – *Myosotis asiatica*, *Brachythecium mildeanum*, *Cladonia acuminata*, *Artemisia tilesii*, *Saxifraga cernua*, *Salix polaris*, *Draba hirta*. Номенклатурный тип: описание № 255 (см. таблицу, столбец 10). Тюменская область, Ямало-Ненецкий АО, п-ов Ямал, подзона типичных тундр, среднее течение р. Себа-Яха. Координаты – 69°38′04″ с.ш. 69°29′23″ в.д. Площадь описания – 100 м^2, высота над уровнем моря – 30 м, экспозиция – 180°, крутизна склона – 30°. Нижняя дренированная часть склона водораздела. Покрытие кустарников составляет 60 %, трав – 40–45 %, мхов – 20 %, кустарничков – 5 %, лишайников – 5 %. Почвы арктические перегнойно-торфянистые примитивные на песчаных грунтах. Дата описания – 29.07.1992. Ценозы субассоциации также описаны в районах озер: Нетал-То, Седаты-Томбой-То, Нюдя-Пат-То, среднего течения р. Себа-Яха. В сообществах доминируют травы (25–65 %) и мхи (30–60 %). Роль кустарников заметно варьирует (10–60 %). Незначительное количество кустарничков и лишайников.

ВЫВОДЫ

Интразональная травяная растительность субарктических тундр Ямала и восточных предгорий Полярного Урала представлена двумя экологически хорошо различающимися группами. Первая группа сообществ отнесена к классу *Thlaspietea rotundifolii.* Она представляет собой стадии зарастания песчаных, супесчаных и щебнистых эродированных склонов. Описано три новых ассоциации, отнесенных к новому союзу *Oxytropido sordidae–Tanacetion bipinnati* порядка *Androsacetalia alpinae*. Этот союз объединяет луговые сообщества осыпей арктической и субарктической частей тундровой зоны. Историческое становление этих сообществ связано с криоаридными фазами похолодания плейстоцена, когда формировались холодоустойчивые виды в условиях недостаточного увлажнения. В сообществах преобладают мезофиты и эуксеромезофиты, по отношению к субстрату высока роль псаммофитов. Вторая группа состоит из сообщества субарктических лугов, которые приурочены к отрицательным формам мезорельефа – долинам рек и вогнутым частям нижних склонов водоразделов. Местообитания отличаются переменными условиями увлажнения и хорошим дренажем грунтов. В фитоценозах преобладают мезогигрофиты и гигрофиты. Эта группа лугов включена в класс *Mulgedio–Aconitetea.* Субарктические луга представлены одной ассоциацией и двумя субассоциациями, отнесенными к новому союзу *Polemonio acutiflori–Veratrion lobeliani.* Субарктические луга мы рассматриваем как географический вариант субальпийских лугов гор Сибири, сформировавшийся в зональной тундре во времена голоценовых потеплений климата – бореальных трансгрессий.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев В.Н. Кормовая база Ямальского оленеводства // Сов. оленеводство. 1933. Вып. 1. С. 99–164.

Арктическая флора СССР. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1960–1987. Т. 1–10.

Атлас СССР. М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1986. 260 с.

Грибова С.А. К вопросу о картировании растительного покрова тундр в связи с его неоднородностью (на примере Центрального Ямала) // Геоботаническое картографирование. Л., 1985. С. 60–66.

Заноха Л.Л. Классификация луговых сообществ тундровой зоны полуострова Таймыр: ассоциация *Pediculari verticillatae–Astragaletum arctici* // Бот. журн. 1993. Т. 78, № 3. С. 110–122.

Игнатов М.С., Афонина О.М. Список мхов территории бывшего СССР // Arctoa. 1992. Т. 1, № 1–2. С. 1–8.

Мельцер Л.И. Вопросы классификации и картографирования растительности Западно-Сибирских тундр // Региональные биогеографические исследования в Сибири. Иркутск, 1977. С. 40–59.

Михайличенко В.С. Ескіз рослинностіі північносхідно окраіні півострова Ямалу // Журн. ін-ту бот. АН УССР. 1936. № 7. С. 71–103.

Николаева М.Г. Кустарниковый тип растительности южной части Большого и Малого Ямала // Бот. журн. 1941. Т. 26, № 1. С. 52–87.

Пристяжнюк С.А. Лишайники района среднего течения р. Сэбаяха (Западный Ямал) // Бот. журн. 1994. Т. 79, № 11. С. 34–42.

Ребристая О.В. Флорогеографические особенности северной лесотундры Юго-Восточного Ямала // Бот. журн. 2000. Т. 85, № 5. С. 29–48.

Секретарева Н.А. Сосудистые растения Российской Арктики и сопредельных территорий. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2004. 129 с.

Справочник по климату СССР. Омская и Тюменская области. Л.: Гидрометеоиздат, 1965. Вып. 17, ч. 2. 276 с.

Справочник по климату СССР. Омская и Тюменская области. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. Вып. 17, ч. 4. 260 с.

Телятников М.Ю. Растительность типичных тундр полуострова Ямал. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2003. 123 с.

Тихомиров Б.А. Безлесье тундры и его преодоление // Бот. журн. 1953. Т. 38, № 4. С. 513–529.

Тихомиров Б.А. Происхождение, развитие и пути преобразования растительного покрова тундровой зоны СССР // Вопросы ботаники. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. Т. 1. С. 333–345.

Тихомиров Б.А. Основные этапы развития растительного покрова Севера СССР в связи с климатическими колебаниями и деятельностью человека // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1962. Т. 67, № 1. С. 34–58.

Толмачев А.И. Флора центральной части Восточного Таймыра. Ч. 1 // Труды Полярной комиссии. Л.: Изд-во АН СССР, 1932. Вып. 8. 126 с.

Толмачев А.И. Роль миграции и автохтонного развития в формировании высокогорных флор земного шара // Проблемы ботаники. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1960. Т. 5. С. 18–31.

Толмачев А.И. Автохтонное ядро арктической флоры и ее связи с высокогорными флорами Северной и Центральной Азии // Проблемы ботаники. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1962. № 6. С. 55–65.

Толмачев А.И. Теоретические проблемы изучения флоры Арктики // Проблемы Севера. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1964. Вып. 8. С. 5–18.

Толмачев А.И., Юрцев Б.А. История арктической флоры в ее связи с историей Северного Ледовитого океана // Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. С. 87–101.

Юрцев Б.А. О времени и условиях первичного обезлесения Арктики // Бот. журн. 2002. Т. 85, № 2. С. 35–45.

Andreev M., Kotlov Yu., Makarova I. Checklist of lichens and lichenicolos fungi of the Russian Arctic // The Bryologist. 1996. V. 99. P. 137–169.

A Cumulative Checklist for the Lichen-forming, Lichenicolous and Allied Fungi of the Continental United States and Canada. URL: http://www.ndsu.edu/pubweb/~esslinge/chcklst/chcklst7.htm (14.03.2011).

Hennekens S. MEGATAB a visual editor for phytosociological tables. Giesen & Geurnt Ulft. 1996a. 11 p.

Hennekens S. TURBO(VEG) Software package for input processing, and presentation of phytosociological data. User's guide. JBN-DLO. University of Lancaster, 1996b. 59 p.

Weber H.E., Moravec J., Theurillat J.-P. International code of phytosociological nomenclature. 3rd // J. Veg. Sci. 2000. V. 11. P. 739–768.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 106–113 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 574.42

ОСОБЕННОСТИ GAP-ДИНАМИКИ В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННОМ ЛЕСУ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

А.М. Омелько, О.Н. Ухваткина

Учреждение Российской академии наук Биолого-почвенный институт ДВО РАН,
690022, Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, д. 159, e-mail: ibss@eastnet.febras.ru

Проведен анализ вертикальной и горизонтальной структур, а также истории нарушений древостоя (выявлены периоды промежуточных распадов). Обнаружена особая форма gap-динамики, которая может быть одной из причин сложной мозаичной структуры древостоев хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока.

Ключевые слова: *смешанные, хвойно-широколиственные леса, структура, gap-динамика, дендрохронология, возобновление, подрост.*

SPECIFIC GAP-DYNAMIC FORM IN CONIFEROUS-BROADLEAVED FOREST OF THE SOUTHERN SIKHOTE-ALIN

A.M. Omelko, O.N. Ukhvatkina

State Institute of Biology and Soil Science, Far Eastern Branch of Russian Academy of Science,
690022, Vladivostok, Stoletiya str., 159, e-mail: ibss@eastnet.febras.ru

Analysis of vertical and horizontal stand structure and stand disturbance history (minor releases revealed) is performed. Based on the analyses results we found out special gap-dynamic form, which can be one of the main factors causing complex mosaic stand structure of coniferous-broadleaved stand of the Russian Far East.

Key words: *mixed, coniferous-broadleaved forest, structure, gap-dynamic, dendrochronology, regeneration, pattern.*

ВВЕДЕНИЕ

Смешанные кедровые леса занимают северо-восточную часть Китая, Корейский полуостров, часть островов Японии и юг российского Дальнего Востока. В составе этих лесов участвуют 6–8 основных видов, образующих древостой (хвойные – *Pinus koraiensis*, *Picea ajanensis*, *Abies nephrolepis*, лиственные – *Betula costata*, *Tilia taquetii*, *Fraxinus manchzurica* и др.), а также ряд видов, играющих важную роль, но не являющихся доминантами (например, виды рода *Acer*). Для таких лесов характерны сложная динамика, мозаичная структура и вертикальная сомкнутость древесного полога.

Неоднородность структуры древостоев смешанных хвойно-широколиственных лесов отмечается многими исследователями (Ивашкевич, 1933; Дылис, Виппер, 1953; Колесников, 1956; Кудинов, 2004). Мозаичность лесных сообществ изучалась И.Т. Ивановой (Иванова и др., 1963). На двух пробных площадях в Уссурийском заповеднике были выделены микрофитоценозы определенного типа, и сделан вывод о том, что разным типам микрофитоценозов свойствен особый характер возобновления древесных пород. Эта работа не получила развития, и в течение длительного периода подобные исследования практически не проводились.

Обобщенную схему развития кедровых лесов, включающую восемь стадий длительностью приблизительно по 40 лет, предложил Б.А. Ивашкевич (1927), рассматривая ее как рабочую гипотезу. Последующие исследования (Дылис, Виппер, 1953; Моисеенко, 1963) не подтверждали существование периодических "взрывов возобновления", и справедливость схемы Б.А. Ивашкевича остается недоказанной, но и не опровергнутой, при этом альтернативных вариантов не было.

В настоящее время основной теорией, описывающей естественное развитие и формирование структуры ненарушенных лесов, является концепция gap-mosaic (gap-динамика) (Yamamoto, 1992, 1995; McCarthy, 2001; и др). При этом существует лишь одна работа, где автор подошел к изучению процессов в кедровых лесах с позиции gap-динамики (Ishikava et al., 1999). Авторами этой статьи проанализирована неоднородность размещения подроста разных видов на двух пробных площадях, привязка подроста к существующим в настоящее время окнам, а также восстановлена история частичных распадов в древостое (образование световых окон). Опираясь на полученные результаты, ими был сделан вывод, что один из основных лесообразующих видов – *P. koraiensis* – во-

© А.М. Омелько, О.Н. Ухваткина, 2012

зобновляется периодически во время образования большого числа световых окон, в то время как большинство других видов возобновляются непрерывно, главным образом под пологом древостоя. Необходимо подчеркнуть, что в этой работе учитывались растения более 2 м высотой, а подростом считались растения до 10 см в диаметре. В то же время возраст хвойных видов из-за их способности выносить длительные угнетения (Козин, 1981) может достигать 70 лет и более (Комарова, и др., 2010; Ухваткина и др., 2010), а возраст окон не превышает 30–40 лет. Следовательно, сложно говорить о привязке такого подроста к ныне существующим окнам. Поэтому результаты, полученные Ишикавой с соавторами, нуждаются в дальнейшем уточнении.

Цель настоящей работы – изучить механизмы непрерывного существования сложной структуры ненарушенного хвойно-широколиственного леса. Для ее выполнения поставлены следующие задачи: анализ вертикальной и горизонтальной структур древостоя широколиственно-темнохвойно-кедрового леса, его истории, а также изучение взаимосвязи структуры древостоя и особенностей естественного возобновления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на территории Верхнеуссурийского стационара Биолого-почвенного института ДВО РАН, расположенного на западном макросклоне южной части Сихотэ-Алиня в бассейне притоков второго порядка р. Уссури. Постоянная пробная площадь № 1 размером 64 × 91 м (0.58 га) была заложена в 1976 г. в бассейне ключа Березовый в средней части западного склона (уклон 22°), на высоте 760–790 м над ур. м. Участок расположен в коренном спелом лесу и относится к южному типу кедровых лесов на верхней границе распространения кедра корейского, где он формирует смешанные формации кедрово-еловых и елово-широколиственных лесов (Колесников, 1956). Древостой образован деревьями следующих видов: *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim., *Acer ukurunduense* Trautv. et Mey., *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr., *Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc, *Tilia taquetii* C.K. Schneid и *Betula costata* (Trautv.) Regel. Подлесок и лианы: *Actinidia kolomikta* Maxim. et Rupr., *Schizandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Ribes maximoviczianum* Kom., *Philadelphus tenuifolius* Rupr. et Maxim., *Acer barbinerve* Maxim.

Ревизия пробной площади проведена в 2009 г. Для задач этого исследования использованы результаты картирования всех взрослых деревьев и подроста (2631 шт.), а также измерения высот. Положение деревьев и подроста определялось с точностью до 0.1 м, учитывался подрост высотой от 0.05 м, учет всходов не проводился. На схеме пробной площади отмечалось расположение пней (73 шт.) по возможности, с указанием вида дерева. Со 105 деревьев взяты керны, но они с большой гнилой частью были исключены из анализа. В дендрохронологический анализ включены керны с 87 деревьев пяти видов (*P. ajanensis*, *P. koraiensis*, *A. nephrolepis*, *T. taquetii*, *B. costata*). После предварительной подготовки, включающей сушку, обрезку, керны отсканировались на планшетном сканере с разрешением 1200 dpi. Измерение ширины годичных колец проводилось в программе Adobe® Photoshop® CS4 Extended (Measurement tools) с точностью 0.01 мм.

Анализ истории древостоя проведен с помощью методики "boundary-line release criterion" (Black, Abrams, 2003). Подход основан на предположении о том, что резкое усиление радиального прироста (growth release, GR) деревьев происходит из-за улучшений условий, связанных с гибелью соседних деревьев (Lorimer, Frelich, 1989; Rubino, McCarthy, 2004). Согласно выбранной методике, для каждого вида находится функция, описывающая максимально возможное увеличение последующего прироста (boundary-line function, BLF) в зависимости от величины предыдущего прироста, найденного путем 10-летнего сглаживания полученных значений по формуле (Nowacki, Abrams, 1997): $GC = ((M_2 - M_1)/M_1) \times \times 100$ %, где GC – относительное изменение годичного прироста; M_1 – средний прирост за прошедшие 10 лет; M_2 – средний прирост за последующие 10 лет. Учитывая, что подобных работ для изучаемых нами видов не проводилось, мы построили локальные функции (BFL).

Анализ структуры древостоя. Выделение пологов в древесном ярусе смешанных лесов Южного Сихотэ-Алиня представляет собой нетривиальную задачу, пока что не имеющую обобщенного решения. Оригинальная методика была предложена Е.К. Козиным (2011), но она пока не получила статистического подтверждения. Выделение пологов проведено нами с помощью анализа распределения деревьев по высоте по методу к-средних.

Для анализа горизонтальной структуры древостоя мы использовали функцию парной корреляции (Wiegand, Moloney, 2004), которая предназначена для анализа эффектов второго порядка в точечных мозаиках. Например, для деревьев одного вида можно выявить тенденцию расти ближе друг к другу – "притягивание" или же, наоборот, образовывать регулярную структуру – "отталкивание". Для тестирования эффектов существуют разнообразные нуль-модели. В процессе анализа строится график эмпирической функции $g(r)$, который затем дополняется доверительными интервалами, построенными с использованием метода Монте-Карло в соответствии с выбранной нуль-моделью. Если график функции выходит за пределы доверительного интервала, то эффект считается значимым на данном расстоянии r. Анализ, про-

водившийся с помощь ПО Programita (http://www.oesa.ufz.de/towi/towi_programita.html#ring), включал в себя следующие структурные элементы: пологи (включая полог подроста), пни и деревья, показавшие GR. Все варианты анализа подразделяются на две группы: 1) анализ однородности мозаики (пологи в целом и отдельно по видам, пни, деревья, показавшие GR); 2) сравнение структуры, или независимость структуры мозаик (виды деревьев в пологах, пологи в целом, пни, а также по видам деревьев и деревья, показавшие GR, отношение пологов друг с другом в целом и по отдельным видам деревьев).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Дендрохронологический анализ. Для анализа использованы 13 544 измерения. Длительность учтенного временного промежутка – 243 года (табл. 1). Выявление вероятных частичных распадов (GR) проводилось с использованием построенных для вида BFL (см. табл. 1). Распределение числа деревьев, резко увеличивших радиальный прирост по десятилетиям, приведено для временного промежутка с 1770 по 1999 г. на рис. 1, где также показано изменение числа деревьев, учтенных в анализе (*N*) в каждой декаде (от 20 до 87 шт.). За этот временной промежуток увеличение радиального прироста отмечено в 1920–1929 гг. (41 % учтенных деревьев), 1960–1969 гг. (75 %) и 1980–1989 гг. (40 %). Наиболее массовая реакция деревьев отмечалась в 1960–1969 гг. (GR показали 64 дерева из 87). Во время вероятного частичного распада 1960–

Таблица 1

Количество измерений (*N*), длительность учтенного временного промежутка (TP), максимальный возраст без гнили (Age), максимально зафиксированный процент изменения радиального прироста (GC) и уравнение BLF для каждого вида

Вид	*N*, шт.	TP, лет	Age, лет	GC, %	BLF
P. ajanensis	5130	230	213	1388	$y = -321.4 \times \ln(x) + 194.24$, $R^2 = 0.94$
P. koraiensis	3879	243	216	685	$y = -189.3 \times \ln(x) + 171.37$, $R^2 = 0.95$
A. nephrolepis	2444	163	112	575	$y = -216.7 \times \ln(x) + 167.29$, $R^2 = 0.84$
T. taquetii	1407	180	162	423	$y = -143.3 \times \ln(x) + 120.75$, $R^2 = 0.89$
B. costata	680	218	–	114	$y = -152.98 \times e^{-1.322 \times x}$, $R^2 = 0.79$

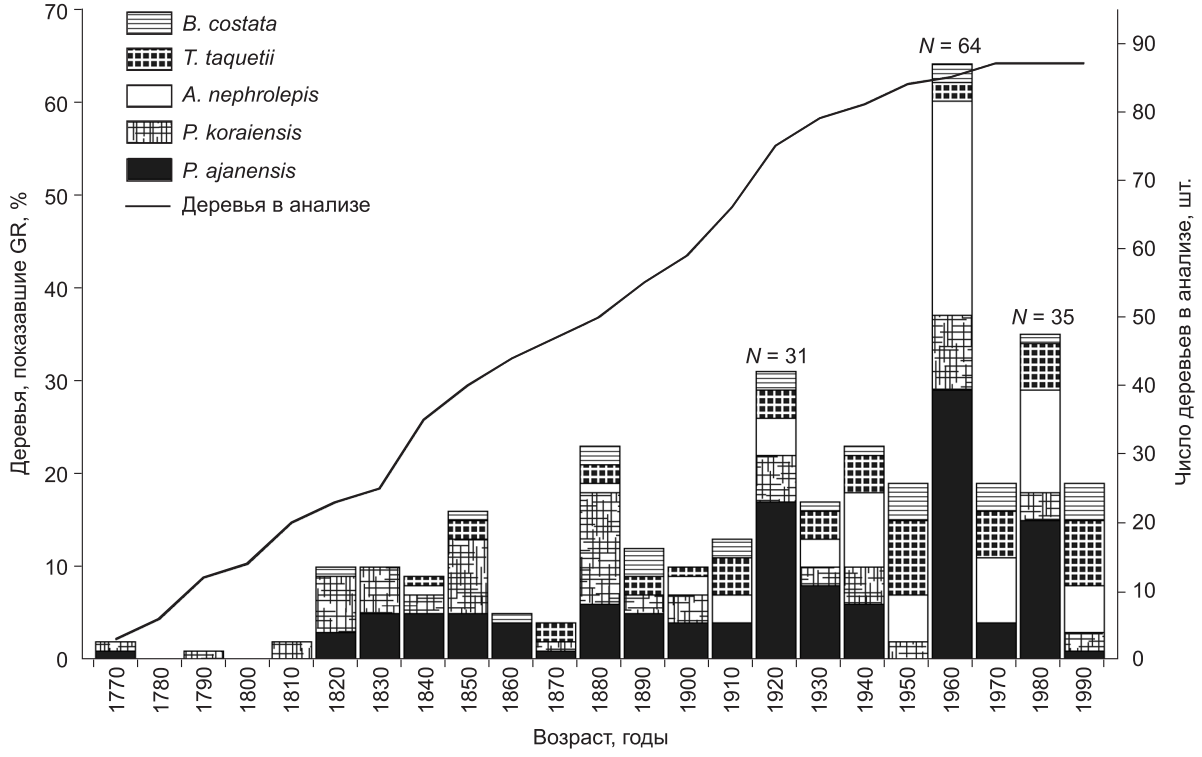


Рис. 1. Распределение числа деревьев (%), показавших GR:

N – число деревьев, показавших резкое увеличение радиального прироста за декаду. "Все деревья" – суммарное число деревьев, учтенных за декаду.

1969 гг. увеличение радиального прироста произошло у 29 деревьев *P. ajanensis*, 23 – *A. nephrolepis*, 8 – *P. koraiensis*, 2 – *T. taquetii* и 2 – *B. costata*.

Вертикальная и горизонтальная структуры. В результате анализа распределения деревьев по высоте выделены три кластера – высотные пологи (табл. 2). Расположение деревьев разных видов по пологам показано на рис. 2. В первом пологе больше всего деревьев *P. ajanensis* (см. табл. 2) и *T. taquetii*; *P. koraiensis* и *A. nephrolepis* по числу занимают промежуточное положение, меньше всего деревьев *B. costata*. Второй полог образован виргинильными деревьями (Комарова и др., 2009; Комарова, Трофимова, 2010; Ухваткина и др., 2010) основных видов и взрослыми (генеративными) деревьями *A. ukurunduense* с преобладанием *A. nephrolepis*. Подрост на пробной площади

Таблица 2

Число деревьев разных видов по пологам

Вид	Число деревьев в пологе, шт.		
	I	II	III (подрост)
P. koraiensis	34	16	617
P. ajanensis	76	72	442
A. nephrolepis	34	360	425
B. costata	17	7	16
T. taquetii	52	78	165
A. ukurunduense	–*	63	157
Всего	213	596	1822
Высотные границы полога, м	16.0–30.0	4.8–15.4	0.1–4.7
Средняя высота в пологе, м	22.6 ± 3.8	8.6 ± 2.9	0.9 ± 0.7

* Отсутствует в пологе.

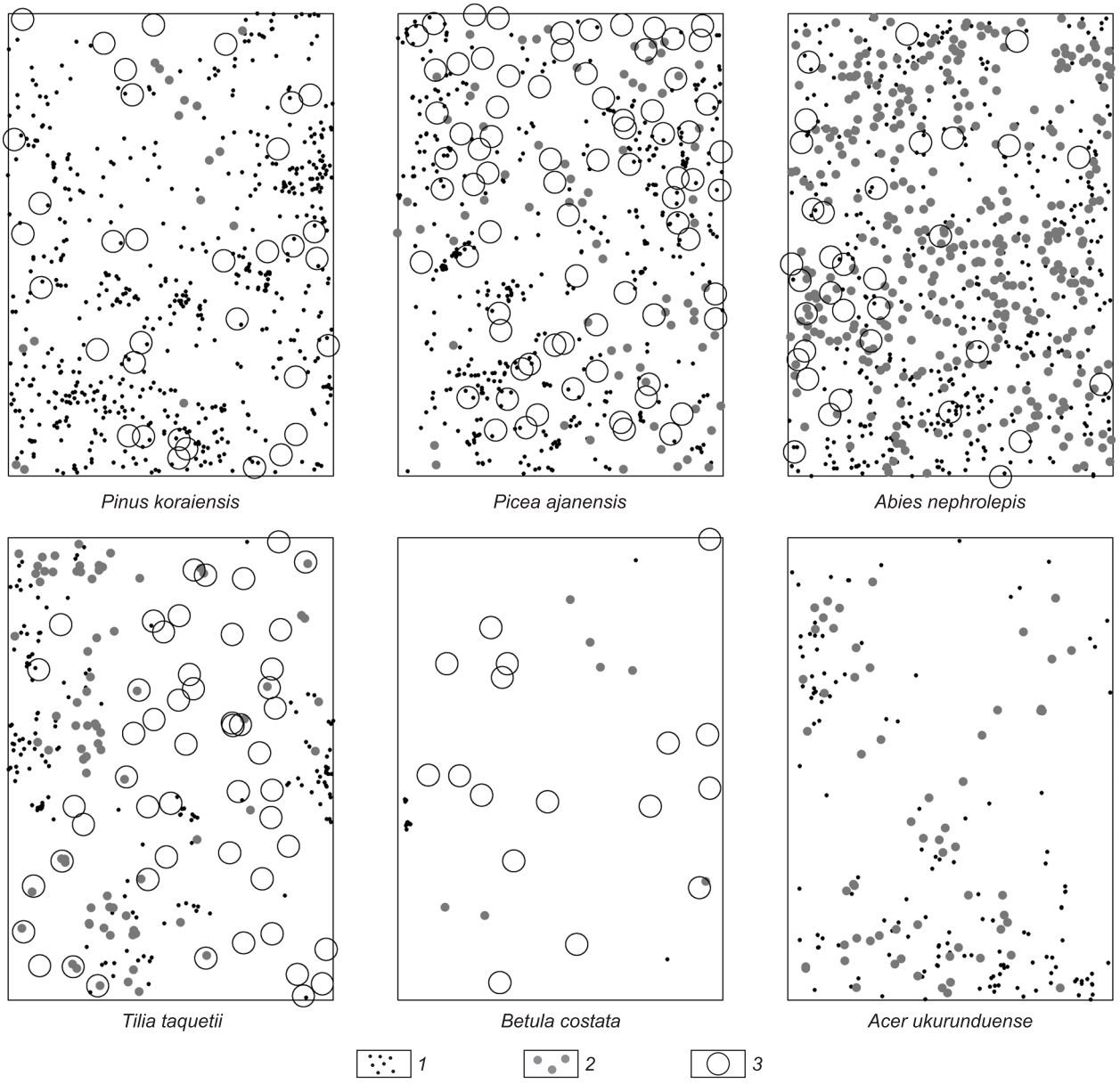


Рис. 2. Расположение деревьев разных видов на пробной площади по пологам:

1 – подрост; *2* – деревья второго полога; *3* – деревья первого полога.

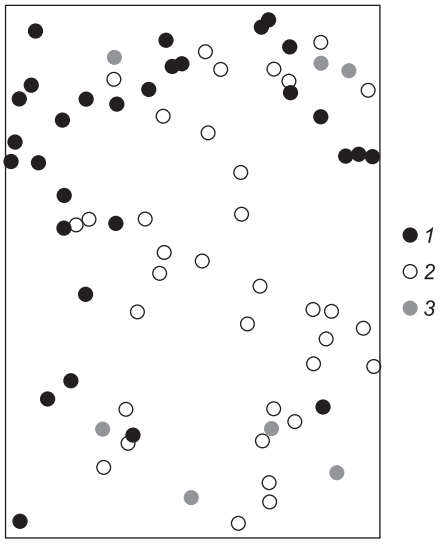


Рис. 3. Расположение пней на пробной площади:
1 – пни деревьев *T. taquetii*; *2* – пни *P. ajanensis*; *3* – пни других видов деревьев.

многочисленный, у большинства видов деревьев расположен неравномерно (см. рис. 2). Пни, отмеченные на пробной площади (рис. 3), образовались главным образом при усыхании деревьев *P. ajanensis* (36 шт.) и *T. taquetii* (30 шт.). Результаты анализа структуры пологов древостоя и отношения структурных элементов между собой представлены в форме таблицы. Исходные графики вынесены в приложение (http://web.me.com/alexomelko/app/graph.html).

Пни. Расположение пней однородно и положительно связано с расположением деревьев, показавших GR в 1960–1969 гг. (табл. 3). Вероятно, большинство пней остались от деревьев, выпавших в результате частичного распада древостоя в этот период времени.

Древостой, первый полог. Деревья первого полога расположены разреженно (отталкивание на расстояниях 1–4 м) (см. табл. 3). Анализ независимости расположения деревьев разных видов в первом пологе дал следующие результаты (см. табл. 3). *P. koraiensis* и *B. costata* расположены связанно и образуют смешанные группы, *T. taquetii* отделяется от деревьев других видов. *A. nephrolepis* и *P. ajanensis* отрицательно связаны друг с другом и *T. taquetii*, но могут находиться внутри березово-кедровых групп.

Древостой, второй полог. В целом деревья второго полога расположены однородно, но отдельные виды сильно сгруппированы (см. табл. 3); группы деревьев разных видов отделяются друг от друга. Деревья второго полога расположены независимо от деревьев первого полога (см. табл. 3). Наиболее детальный анализ (виды во втором пологе относительно видов в первом) показывает отрицательную связь в расположении *P. koraiensis* второго полога с *P. koraiensis* и *B. costata* первого полога и положительную связь с *T. taquetii* первого полога. В свою очередь, у *T. taquetii* во втором пологе наблюдается положительная связь с *P. ajanensis* верхнего полога и отрицательная – *A. nephrolepis*. Расположение всех деревьев второго полога отчетливо связано с расположением пней (см. рис. 3).

Подрост. Подрост на пробной площади размещен очень неравномерно и сгруппирован на расстоянии 1–6 м (см. табл. 3). Отдельные виды деревьев в подросте также сгруппированы. Анализ показывает, что на расстояниях 1–3 м структура размещения подроста разных видов деревьев отличается. На расстояниях от 3 м сходную структуру подроста имеют *P. koraiensis*, *P. ajanensis* и в меньшей степени *A. nephrolepis* – подрост трех хвойных видов образует смешанные группы. Сходным образом расположен подрост *A. ukurunduense*. Структура расположения подроста *T. taquetii* отличается от других пород, ее подрост расположен тремя группами.

В целом размещение подроста не зависит от размещения деревьев первого полога (см. табл. 3). Более детальный анализ (весь подрост и виды деревьев) показывает наличие положительной связи (подрост группируется рядом с деревьями) подроста и *B. costata* (до 7 м) и *P. koraiensis* (от 4 м). Также видна явная отрицательная связь (подрост расположен в отдалении от деревьев) между подростом и *T. taquetii* в верхнем пологе.

Наиболее детальный анализ (отдельные виды в подросте и виды деревьев первого полога) позволил обнаружить следующие закономерности. *A. nephrolepis* отрицательно связана со своим подростом, есть слабая положительная связь с подростом *P. ajanensis* и *T. taquetii*. У *P. ajanensis* в первом пологе наиболее отчетливая (отрицательная) связь прослеживается с подростом *T. taquetii*; *P. koraiensis* положительно связан с подростом *A. nephrolepis*, *A. ukurunduense* и *P. ajanensis*, а также *T. taquetii* на расстояниях 1–3 м отрицательно связан со своим подростом. *B. costata* положительно связана с подростом *T. taquetii* (от 2 м), *P. ajanensis* (1 м и от 4 м) и *P. koraiensis* (1–2 м), а также наблюдается отрицательная связь с подростом *A. ukurunduense* (1–5 м). У *T. taquetii* обнаружена отрицательная связь с подростом *A. nephrolepis* (от 1 м). Мозаика взрослых деревьев *T. taquetii* четко разделена с мозаикой подроста, что можно заметить и на схеме (см. рис. 2).

Подрост отрицательно связан с деревьями второго полога. Более детальный анализ (подрост и виды деревьев второго полога) показывает отрицательную связь с хвойными деревьями – *P. ajanensis*, *P. koraiensis* и, в особенности, с *A. nephrolepis*, которая составляет основу полога. Положительная связь подроста наблюдается с лиственными деревьями – *A. ukurunduense* и *T. taquetii*. В целом можно отметить, что связь подроста (как положительная, так и отрицательная) с деревьями второго полога более сильная и отчетливая, чем с деревьями первого.

Таблица 3

Результаты анализа горизонтальной структуры древостоя

Нуль-модель	Группа	*n*(*i*)	*n*(*j*)	Расстояние, м														
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
Пни																		
TSH	Rel–Stp	52	73	--	--	--	--	--	>	°>	°>	>	°>	°>	--	--	--	--
Подрост																		
CSR	L_3	1822	–	>	>	>	>	>	>	--	--	--	--	--	--	--	--	--
RL	An_3–Au_3	425	157	<	<	<	=	=	=	=	=	<	=	=	=	=	=	=
	An_3–Pa_3	425	442	<	<	<	=	<	=	<	=	<	=	=	<	=	=	=
	An_3–Pk_3	425	617	<	<	<	<	<	<	<	=	<	<	=	=	<	=	=
	An_3–Tt_3	425	165	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
	Pa_3–Au_3	442	157	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
	Pa_3–Tt_3	442	165	<	<	<	<	<	<	=	=	=	=	=	<	<	<	<
	Pk_3–Au_3	617	157	<	<	<	<	<	=	=	=	=	=	<	=	<	<	<
	Pk_3–Pa_3	617	442	<	<	<	=	=	=	=	=	=	>	=	=	>	>	>
	Pk_3–Tt_3	617	165	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	=	=	=
	Tt_3–Au_3	165	157	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
AC	L_3–L_1	1822	213	--	--	--	--	>	--	--	--	--	--	--	--	--	<	<
AC	L_3–L_2	1822	596	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
AC	L_3–Stp	1822	73	<	>	>	°>	°>	>	>	--	>	>	--	--	--	--	--
AC	L_3–Rel	1822	52	--	>	>	>	>	>	>	--	>	>	>	--	>	--	--
Первый ярус																		
CSR	L_1	213	–	<	<	--	<	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
TSH	Bc_1–An_1	17	34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Bc_1–Pa_1	17	76	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Bc_1–Pk_1	17	34	--	--	--	°>	>	>	>	°>	°>	--	--	--	--	--	--
	Bc_1–Tt_1	17	52	--	--	--	--	<°	<°	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Pa_1–An_1	76	34	<	<°	--	--	--	<	<	<	<°	--	<	<	<°	<°	<°
	Pk_1–An_1	34	34	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Pk_1–Pa_1	34	76	--	--	--	--	°>	°>	--	--	--	--	°>	°>	°>	°>	°>
	Tt_1–An_1	52	34	<	<	<°	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<	<°	--
	Tt_1–Pa_1	52	76	<°	--	--	<°	<°	<°	<°	--	--	--	--	--	--	<°	--
	Tt_1–Pk_1	52	34	--	--	--	<°	<	<	<	<°	<°	--	--	--	--	<°	--
Второй ярус																		
CSR	L_2	596	–	--	--	--	>	>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
CSR	An_2	360	–	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	--	>	>	>
	Au_2	63	–	>	>	>	>	>	>	>	--	>	>	>	>	--	--	--
	Pa_2	72	–	--	>	>	>	>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Pk_2	16	–	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	Tt_2	78	–	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	>	--	--
AC	L_2–L_1	596	213	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	<	--	--
RL	L_2–Stp	596	73	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=

Примечание. Обозначения структурных элементов: L_1, L_2, L_3 – все деревья первого, второго пологов и подроста; отдельные виды: *An – Abies nephrolepis*, *Au – Acer ukurunduense*, *Pa – Picea ajanensis*, *Pk – Pinus koraiensis*, *Tt – Tilia taquetii*, *Bc – Betula costata*, индексом обозначается принадлежность к пологу; Stp – пни; Rel – деревья, показавшие GR в 1960–1969 гг. Обозначения результатов анализа для нуль-моделей: random labeling (RL); = – структура совпадает, < и > – точки второй и, соответственно, первой мозаики сильнее коррелируют друг с другом; complete spatial randomness (CSR), antecedent conditions (AC), toroidal shift (TSH): –– – независимое, случайное размещение, > и < – "притягивание" и "отталкивание" соответственно, °> и <° – выраженное, но статистически не значимое "притягивание" и "отталкивание" (значение $g(r)$ приближается к границе доверительного интервала на расстояние меньше 1/10 его ширины). Прочерк означает отсутствие деревьев второго типа мозаики.

У всего подроста обнаружена положительная связь с пнями (см. табл. 3), причем подрост группируется не непосредственно у пней, а на расстояниях от 2 до 10 м. Положительно подрост связан и с деревьями, показавшими GR в 1960–1969 гг., что прослеживается практически в процессе всего анализа.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты показали, что структура всех трех пологов мозаична, однако характер этой мозаики различный. Деревья первого полога расположены разреженно, но образуют сложную мозаичную структуру: смешанные березово-кедровые группы, группы *T. taquetii*, отчетливо отделяющиеся от предыдущих, а также группы *A. nephrolepis* и *P. ajanensis*, которые отделяются друг от друга и *T. taquetii*, но расположены независимо от березово-кедровых. Группы не имеют четких границ и в значительной степени пересекаются друг с другом. Во втором пологе мозаика выглядит несколько иначе – деревья всех видов сгруппированы и при этом группы всех видов отделяются друг от друга. Подрост разных видов также сгруппирован, но структура ряда групп, в частности, подроста хвойных деревьев, в значительной мере совпадает.

При этом, если рассматривать пологи в целом, то анализ не выявляет четкой взаимосвязи их структуры. Деревья второго полога расположены независимо от деревьев первого. Структура подроста также не связана со структурой первого полога. Связь подроста со вторым пологом заключается в том, что подрост не растет под деревьями хвойных видов, в частности, под *A. nephrolepis*.

Мозаика расположения деревьев не постоянна. На это указывает то, что подрост *T. taquetii* группируется в отдалении от материнских деревьев, но не избегает полога хвойных и встречается в березово-кедровых группах. И наоборот, деревья *B. costata* и *P. koraiensis* во втором пологе растут под кронами *T. taquetii*. Механизм поддержания мозаики древостоя и ее движения можно объяснить с позиций особой формы gap-динамики. Согласно теории gap-динамики, процесс жизни древостоя ненарушенного леса можно подразделить на следующие этапы (Yamamoto, 1992): а) образование окна в пологе древостоя за счет усыхания или вывала взрослого дерева; б) появление в окне многочисленного подроста; в) быстрое развитие подроста, заканчивающееся тем, что одно или несколько молодых деревьев врастают в полог, закрывая окно, и отмирание оставшегося подроста. В случае широколиственно-темнохвойно-кедрового леса естественное возобновление происходит за счет подроста, уже существовавшего под пологом до образования окна. Развитие подроста происходит поэтапно – от одного частичного распада древостоя к другому. Об этом свидетельствуют следующие аспекты структуры древостоя. С расположением пней (оставшихся главным образом от деревьев, выпавших в результате частичного распада 1960–1969 гг.) связано расположение подроста и деревьев второго полога. Структура размещения подроста сходна для большинства хвойных и лиственных видов, а различия ее зависят от меж- и внутривидовых взаимодействий и разных микроусловий, необходимых для прорастания семян, но в целом образуются смешанные группы, в которых присутствует подрост всех основных видов. Подрост может накапливаться в окнах и под пологом древостоя, но при этом не может находиться в уже занятых более старшими деревьями второго полога местах. С расположением пней связано и расположение деревьев первого полога, показавших GR в 1960–1969 гг. Большинство деревьев, показавших GR в 1960–1969 гг., имеют диаметр до 35 см; это указывает на то, что в верхний полог древостоя они вышли относительно недавно.

По всей видимости, после частичного распада древостоя, который произошел в 1960–1969 гг., несколько деревьев второго полога получили возможность выйти в первый полог древостоя, их мы и отмечаем как деревья, показавшие GR. Подрост, находившийся в то время под пологом древостоя, перешел во второй полог, а на освободившихся участках начал накапливаться новый подрост. В настоящий момент крупный подрост на пробной площади находится в угнетенном состоянии, развитие деревьев второго пологов замедленно. Следующий частичный распад приведет устоявшуюся мозаику в движение. Частичные распады лишь немного синхронизированы по времени и площади древостоя, поэтому второй полог древостоя достаточно разнородный – он состоит из групп приспевающих деревьев, имеющих разную высоту и жизненное состояние. Это может быть одной из причин формирования вертикальной сомкнутости, описанной для смешанных кедрово-широколиственных древостоев юга Дальнего Востока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При исследовании широколиственно-темнохвойно-кедрового леса выявлен ряд важных аспектов формирования и развития пространственной структуры древостоя, его истории и естественного возобновления, что позволило описать процессы, происходящие в ненарушенных лесах. Описана особая форма gap-динамики, обеспечивающая их сложную пространственную структуру и мозаичность.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 11-04-01386а.

ЛИТЕРАТУРА

Дылис Н.В., Виппер П.Б. Леса западного склона Среднего Сихотэ-Алиня. М.; Л., 1953. 304 с.

Иванова И.Т., Ярошенко П.Д., Берстюкова К.П. Микрофитоценозы некоторых сообществ хвойно-широколиственных лесов Приморья // Комаровские чтения. 1963. Вып. XI. С. 51–85.

Ивашкевич Б.А. Типы лесов Приморья и их экономическое значение. Производ. силы ДВ // Раст. мир. 1927. Т. III. С. 25–31.

Ивашкевич Б.А. Девственный лес, особенности его строения и развития // Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть. 1929. № 10. С. 36–44; № 11. С. 40–47; № 12. С. 41–46.

Ивашкевич Б.А. Дальневосточные леса и их промышленное будущее. Хабаровск: ДВ ОГИЗ, 1933. 168 с.

Козин Е.К. Схема развития девственного пихтово-елового леса // Лесн. хоз-во. 1981. № 10. С. 50–53.

Козин Е.К. Что считать подростом? // Лесоведение. 2011. № 1. С. 69–72.

Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. ДВФ СО АН СССР. Сер. ботан. 1956. Т. 2(4). 262 с.

Комарова Т.А., Трофимова А.Д. Этапы онтогенеза *Pinus koraiensis* (*Pinaceae*) в Южном Сихотэ-Алине // Раст. ресурсы. 2010. № 4. С. 1–15.

Кудинов А.И. Широколиственно-кедровые леса Уссурийского заповедника и их динамика. Владивосток: Дальнаука, 2004. 183 с.

Моисеенко С.Н. Возобновление кедра корейского под пологом леса // Сб. тр. ДальНИИЛХ. Хабаровск, 1963. Вып. 5. С. 214–223.

Ухваткина О.Н., Комарова Т.А., Трофимова А.Д. Особенности онтогенеза *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. в условиях среднегорного пояса Южного Сихотэ-Алиня // Лесн. вестн. 2010. № 3. С. 169–173.

Black B.A., Abrams M.D. Use of boundary-line growth patterns as a basis for dendroecological release criteria // Ecol. Appl. 2003. V. 13. P. 1733–1749.

Black B.A., Abrams M.D., Rentch J.S., Gould P.J. Properties of boundary-line release criteria in North American tree species // Ann. Forest Sci. 2009. V. 66:2. P. 205.

McCarthy J. Gap dynamics of forest trees: a review with particular attention to boreal forests // Environ. Rev. 2001. V. 9. P. 1–59.

Fajardo A., Gonzalez M.E. Replacement patterns and species coexistence in an Andean Araucaria-Nothofagus forest // J. Vegetation Sci. 2009. V. 20. P. 1176–1190.

Ishikawa Y., Krestov P.V., Namikawa K. Disturbance history and tree establishment in old-growth *Pinus koraiensis* – hardwood forests in the Russian Far East // J. Vegetation Sci. 1999. V. 10. P. 439–448.

Lorimer C.G., Frelich L.E. A method for estimating canopy disturbance frequency and intensity in dense temperate forests // Can. J. Forest Res. 1989. V. 19. P. 651–663.

Nowacki G.J., Abrams M.D. Radial-growth averaging criteria for reconstructing disturbance histories from presettlement-origin oaks // Ecol. Monogr. 1997. V. 67. P. 225–249.

Rubino D.L., McCarthy B.C. Comparative analysis of dendroecological methods used to assess disturbance events // Dendrochronologia. 2004. V. 21. P. 97–115.

Wiegand T., Moloney K.A. Rings, circles and null-models for point pattern analysis in ecology // Oikos. 2004. V. 104. P. 209–229.

Yamamoto S.-I. The gap theory in forest Dynamics // Bot. Magaz. 1992. V. 105. P. 375–383.

Yamamoto S.-I. Gap characteristics and gap regeneration in subalpine old-growth coniferous forests, Central Japan // Ecol. Rec. 1995. V. 10. P. 31–39.

Zielonka T., Holeksa J., Fleischer P., Kapusta P. A tree-ring reconstruction of wind disturbances in a forest of the Slovakian Tatra Mountains, Western Carpathians // J. Vegetation Sci. 2009. V. 21. P. 31–42.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 114–118 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 635.9:635.935.72

ИНТРОДУКЦИЯ РЕДКИХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ВИДОВ ЛИЛИЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

О.А. Мухина

Государственное научное учреждение Научно-исследовательский институт садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко Российской академии сельскохозяйственных наук, 656045, Барнаул, Змеиногорский тракт, 49, e-mail niilisavenko@hotbox.ru

Изучены зимостойкость, ритмы роста и развития, морфологические признаки, особенности размножения в условиях Алтайского края трех дальневосточных видов лилий, занесенных в Красную книгу Российской Федерации.

Ключевые слова*: интродукция, лилия, вид, зимостойкость, цветение, плодоношение.*

INTRODUCTION OF THE RARE FAR-EAST SPECIES OF LILIES IN THE ALTAI TERRITORY

O.A. Muhina

State Research Establishment Lisavenko Research Institute of Horticultural for Siberia of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 656045, Barnaul, Zmeinogorskiy trakt, 49, e-mail niilisavenko@hotbox.ru

Winter-resistance, growth and development rhythms, morphological characters, peculiarities of propagation of three Far-East lily species in conditions of the Altai Territory, entered into the Red book of the Russian Federation, were studied.

Key words: *introduction, lily, species, winter-resistance, blossoming, bearing.*

ВВЕДЕНИЕ

Лилии (род *Lilium* L.) – многолетние луковичные декоративные растения. Среди цветочных культур им принадлежит одно из ведущих мест. Большое разнообразие видов, разновидностей, гибридных форм позволяет использовать их для украшения садов и парков, для выгонки в зимне-весенний период и для срезки в открытом грунте. В природе известно 105 видов лилий (Баранова, 1990). В России наибольшее видовое разнообразие лилий представлено на Дальнем Востоке – там встречаются 10 видов (Ворошилов, 1966). Среди них – лилия мозолистая (*Lilium callosum* Siebold. et Zucc.), лилия тигровая (*Lilium tigrinum* Ker-Gawl. (=*L. lancifolium* Thunb.), лилия поникающая (*Lilium cernuum* Kom.) занесены в Красную книгу Российской Федерации (2008) как редкие и нуждающиеся в охране растения. В Алтайском крае произрастает единственный вид *Lilium pilosiusculum* (Freyn) Miscz. З.И. Лучник (1951) на Алтайской опытной станции садоводства (г. Горно-Алтайск) испытывала его в культуре. И.В. Верещагина (1980) начала создавать коллекцию лилий. Ею были рекомендованы, как наиболее устойчивые в местных условиях, азиатские гибриды лилий, которые происходят от восточноазиатских видов (Верещагина, 1996).

Коллекция лилий в ГНУ НИИСС Россельхозакадемии в настоящее время насчитывает более 200 наименований, в том числе 11 видов. Более половины коллекции (140 сортов) составляют сорта из раздела I. Гибриды Азиатские (*Asiatic Hybrids*). Этот раздел объединяет гибриды, происходящие от видовых лилий: *L. tigrinum* Ker-Gawl., *L. cernuum* Kom., *L. dauricum* Ker-Gawl., *L. davidii* Duchartre, *L. maximowiczii* Regel, *L. amabile* Palibin, *L. pumilum* Delile, *L. concolor* Salisb., *L. bulbiferum* L., а также межвидовых гибридов: *L.* × *maculatum* Thunb. и *L.* × *hollandicum* Bergmans. Он наиболее богат по сортовому составу и включает в себя самые зимостойкие лилии мира.

В природе многие виды лилий находятся на грани исчезновения, их луковицы выкапывают, цветы срывают в букеты, лишая возможности плодоношения, что приводит к сокращению их численности. Вырванные из естественных мест обитания, они не всегда приспосабливаются к новым условиям, не всегда успешно соседствуют с другими растениями. Для сохранения редких видов требуется разработка комплекса мероприятий по искусственному размножению или воспроизводству вымирающих растений, что поможет предотвратить полное уничтожение их запасов в природе (Цицин, 1976).

Цель исследования – интродукция редких и исчезающих видов лилий в Алтайском крае и сохранение их в культуре.

© О.А. Мухина, 2012

МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования стали *L. callosum*, *L. cernuum* и *L. tigrinum*. Исходный материал был получен из Ботанического сада-института ДВО РАН в 80-е годы прошлого столетия. Фенологические наблюдения проводили в соответствии с Методикой фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР (1979), описание морфологических признаков согласно Методике ГСИ (1968), статистическую обработку экспериментальных данных – вариационным методом (Зайцев, 1990). Тепло- и влагообеспеченность вегетационных периодов, гидротермический коэффициент (ГТК) определяли по методике, предложенной Г.Т. Селяниновым (Агроклиматические ресурсы…, 1971). Коэффициент продуктивности рассчитывался как отношение числа полноценных семян к числу семяпочек в коробочке, выраженное в процентах (Методические указания…, 1980).

Исследования проводили в лесостепи Алтайского края с 2008 по 2011 г. Опытный участок расположен на окраине г. Барнаула на высоком берегу р. Оби. Территория примыкает к кромке соснового бора, с трех сторон защищена лесом. Почва участка – темно-серая лесная. Климат характеризуется как резко континентальный с продолжительной зимой, коротким и жарким летом; с резкими колебаниями температуры и сильной изменчивостью погоды по отдельным годам. Среднегодовое количество осадков в Барнауле 400 мм, из них в мае–июне выпадает 21.0 %. Из летних месяцев наиболее увлажненные – июль и август, когда выпадает 27.3 % от годового количества осадков. Продолжительность безморозного периода составляет в среднем 120 дней. Первые заморозки наступают в среднем 16 сентября, последние – 20 мая. По условиям теплообеспеченности вегетационные периоды в годы исследования различались по гидротермическим показателям: 2008 и 2011 гг. были жаркие, засушливые, 2009 г. – теплый, недостаточно увлажненный и 2010 г. – теплый, слабоувлажненный. По степени суровости зимний период 2009/10 г. характеризовался как многоснежный суровый, зимы 2007/08, 2008/09 и 2010/11 гг. были значительно теплее.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По данным Д.Л. Врищ (1972), на территории России *L. callosum* встречается в Приморском и на юге Хабаровского края; *L. cernuum* и *L. tigrinum* – только на юге Приморского края. Произрастают они на разнотравных лугах, среди кустарников. В континентальных условиях Юго-Западной Сибири температурный режим зимнего периода выступает важнейшим ограничивающим показателем при выращивании многолетних цветочных культур. И.В. Верещагина (1996) в результате изучения зимостойкости цветочных растений в Сибири относит *L. cernuum* к группе, выдерживающей снижение температуры до –8…–9 °С не более 10 дней. *L. tigrinum* более зимостойкая, она выдерживает снижение температуры до –10 °С не более 10 дней. Устойчивость к низким температурам зимой *L. callosum* не установлена. В сложившихся температурных условиях зимних периодов 2007/08–2010/11 гг. исследованные виды лилий зимовали без повреждений. Отрастание их начиналось 25.04–07.05 на 14–27-й день после перехода средней суточной температуры через 0 °С, при сумме положительных температур от 162.6 до 237.8 °С. Сроки отрастания исследованных видов совпадали по времени с отрастанием сортов из раздела I. Гибриды Азиатские садовой классификации лилий и их можно отнести к раноотрастающим. Они холодостойкие, возвратными весенними заморозками не повреждались. По сроку зацветания *L. cernuum* можно отнести к среднецветущей, на Алтае она зацветала 7–15 июля, а *L. callosum* и *L. tigrinum* – к поздноцветущим. Лилия *L. callosum* зацветала 12–19 июля, *L. tigrinum* – 21 июля–8 августа (табл. 1). Сроки зацветания исследуемых видов в зависимости от условий года изменялись от 6 дней у *L. callosum* до 17 у *L. tigrinum*, коэффициент вариации колебался в пределах 1.0–6.1 %. Незначительно отличались сроки цветения в Алтайском крае, естественных местах обитания и г. Санкт-Петербурге. Период от начала отрастания до цветения варьировал от 72 до 92 дней. На Алтае массовое цветение *L. cernuum* и *L. callosum* приходилось на самый жаркий месяц – июль и начиналось на второй-третий день после зацветания. Средняя продолжительность цветения была 6–13 дней. Более продолжительно цвела *L. tigrinum* – 12–16 дней в августе, в соцветии которой насчитывалось 6–12 цветков. Продолжительность цветения находилась в прямой зависимости от числа цветков в соцветии. У средне- и поздноцветущих лилий процесс формирования цветков начинается на его верхушке в конусе нарастания, одновременно с ростом побега возобновления (май–начало июня). Максимальное количество цветков в соцветии отмечено в 2009 г., когда условия увлажнения в период закладки цветочных почек были наиболее благоприятные.

Период вегетации исследуемых видов продолжался от 123 до 143 дней, они заканчивали вегетацию до заморозков.

Виды значительно отличаются по морфологическим признакам. Наиболее высокая *L. tigrinum* (95 ± 10.3 см), низкорослая – *L. cernuum* (45 ± 5.5 см). Варьирование по высоте у видов небольшое. В условиях недостаточного увлажнения в Алтайском крае исследуемые виды лилий были ниже по высоте, чем в более влажном климате естественных мест обитания Приморья и г. Санкт-Петербурга (см. табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика видов лилий в естественных местах обитания и при интродукции в Барнауле и Санкт-Петербурге

Параметр	Место произрастания		
	Приморский край	г. Санкт-Петербург	г. Барнаул
	Lilium callosum		
Высота растения, см	30–100	50–100	40–70
Диаметр цветка, см	–	До 2.5	До 2.5
Количество цветков, шт.	2–10	–	2–7
Начало цветения, месяц (дата)	Июль–август	Июль	12–19 июля
	Lilium cernuum		
Высота растения, см	30–85	40–70	25–55
Диаметр цветка, см	3.5–5.0	3.5–5.0	4.0
Количество цветков, шт.	–	2–15	2–3
Начало цветения, месяц (дата)	Вторая половина июля	Июль	7–15 июля
	Lilium tigrinum		
Высота растения, см	100–200	До 150	До 110
Диаметр цветка, см	–	–	8.5
Количество цветков, шт.	4–12	8–10	6–12
Начало цветения, месяц (дата)	Конец июля–начало августа	Август	21 июля–8 августа

Примечание. Параметры видов в природе приводятся согласно Д.Л. Врищ (1972), в г. Санкт-Петербурге – М.В. Барановой (1990).

Лилия мозолистая (*L. callosum*) получила русское название оттого, что на концах листочков околоцветника и верхних листьях имеются мозолистые утолщения. В коллекции лилий НИИСС это самый мелкоцветковый вид – диаметр цветка 2.5 см. Растение высотой 67 ± 3.3 см; стебель зеленый, без опушения, в нижней части со стеблевыми корнями. Расположение листьев на стебле очередное. Листья немногочисленные, узкие, длиной 5–8 см, шириной 0.4–0.6 см. Цветки одиночные, трубчато-чалмовидной формы, оранжево-красной окраски (рис. 1), собраны в редкую кисть. У *L. cernuum* стебель прямой, тонкий, ребристый, зеленый, с мелкими темно-пурпурными пятнами, без опушения, в верхней части почти без листьев. Листья многочисленные, густо расположены в средней части стебля, темно-зеленые, узкие, длиной до 8 см, шириной 0.4–0.6 см, одно-трехнервные, в верхней части короче, самые верхние редуцированы. Листорасположение на стебле очередное. Цветки чалмовидные, поникающие (рис. 2), в диаметре 4 см, в кистевидных соцветиях по 2–3 цветка. Длина цветоножки 6 см. Листочки околоцветника сиреневые, покрыты темно-пурпурными пятнышками, с наружной стороны на верхних кончиках листочков расположены крупные мозолистые образования. Пыльца светло-оранжево-коричневая.

У *L. tigrinum* стебли хорошо облиственны, опушенные, черновато-коричневые, в пазухах листьев с многочисленными стеблевыми луковичками – бульбочками черного цвета. Листья расположены в очередном порядке, сидячие, ланцетные, голые или опушенные по краю, до 8 см длиной. Цветки чалмовидные, поникающие, 8.5 см в диаметре, оранжевые с крупными темно-фиолетовыми пятнышками на внутренней стороне листочков околоцветника (рис. 3). На наружных долях околоцветника имеются мозолистые образования. В соцветии в среднем 8 цветков.

У *L. callosum* пыльники на прямых нерасходящихся нитях, находятся на уровне рыльца, что способствует самоопылению цветков. Плод – коробочка удлиненно-цилиндрической (иногда грушевидной) формы, длиной 2.7 ± 0.1 см, шириной 0.5 ± 0.04 см. В сухую погоду в июле (ГТК 0.7–0.9) 2008–2009 гг. плодообразование было 100 %, в дождливую погоду в период цветения (ГТК 1.0–1.5) в 2011–2010 гг. – 70 % (табл. 2). Число семян в плоде изменялось от 153.6 ± 12.4 в 2009 г. до 226 ± 22.4 в 2010 г., полноценных от 91.6 ± 5.3 до 168.0 ± 6.8. Коэффициент семенной продуктивности варьировал от 59.6 до 74.3 %, причем больше полноценных семян в плоде получено в 2010 г.

Цветки *L. cernuum* плодов от самоопыления в годы исследований не образовывали; при принудительном опылении собственной пыльцой в 2010 г. плодообразование составило 100 %. Плод – продолговатая коробочка длиной 3.0 ± 0.1 см, шириной 1.4 ± 0.02 см. Полноценных семян в плоде получено 47 ± 3.2 штук. Коэффициент семенной продуктивности составил в этом году 44.3 %. Тип прорастания семян этих видов надземный. При посеве семян в начале марта в теплице (18–20 °С) всходы появлялись через 20–25 дней. Сеянцы, высаженные в начале июня на гряду открытого грунта, первый год провели в ювенильной стадии. У сеянцев *L. callosum* появлялся на-



Рис. 1. Цветок лилии мозолистой – *Lilium callosum.*



Рис. 2. Цветок лилии поникающей – *Lilium cernuum.*



Рис. 3. Цветок лилии тигровой – *Lilium tigrinum.*
Фото автора.

Таблица 2

Плодообразование и семенная продуктивность *L. callosum* и *L. cernuum*

Год	Плодообразование, %	Число семян в плоде		Коэффициент семенной продуктивности, %
		всего	полноценных	
Lilium callossum (перекрестное опыление)				
2008	100	158.8 ± 10.3	99.0 ± 5.5	62.3
2009	100	153.6 ± 12.4	91.6 ± 5.3	59.6
2010	70	226.0 ± 22.4	168.0 ± 6.8	74.3
2011	70	178.0 ± 23.4	133.6 ± 9.0	72.1
Lilium cernuum (принудительное опыление собственной пыльцой)				
2010	100	106.0 ± 10.2	47.0 ± 3.2	44.3

стоящий стебель, и единичные растения зацветали на второй год жизни. Массовое зацветание отмечалось на третий год. По данным С.Е. Калинович (2010), сеянцы *L. cernuum* зацветают на третий год жизни, т. е. их рост и развитие аналогичы *L. callosum*.

У *L. callosum* и *L. cernuum* луковицы белой окраски, имели удлиненно-яйцевидную форму, диаметром 2–3 см; они недолговечны и требуется регулярно заменять их выращенными из семян. Дочерних луковиц и детки они не образовывали. По литературным данным *L. callosum* и *L. cernuum*, как и большинство видов, диплоиды ($2n = 24$), а *L. tigrinum* имеет диплоидные и триплоидные ($2n = 36$) формы (Матвеева, 1980). Диплоиды этого вида подвержены вирусным заболеваниям и быстро выпадают в культуре, наиболее устойчивая триплоидная форма. На Алтае *L. tigrinum* семян, даже при принудительном опылении собственной свежесобранной пыльцой, не завязывала. Но хорошо размножалась вегетативно: луковицами, детками и бульбочками. Луковицы *L. tigrinum* белые, шаровидной формы, в диаметре 2.5–3.5 см. Устойчивость в грунте, хорошее вегетативное размножение стали причиной распространения *L. tigrinum* в приусадебном цветоводстве Алтайского края. У *L. callosum* и *L. cernuum* преобладает семенное размножение, а у *L. tigrinum* – вегетативное. В течение периода исследования видимых признаков грибных, вирусных и бактериальных болезней не выявлено.

Таким образом, дальневосточные виды лилий, занесенные в Красную книгу Российской Федерации, в условиях Алтайского края хорошо зимуют, ежегодно цветут и могут использоваться в озеленении. Но из-за недостаточного увлажнения высота растения, число цветков в соцветии меньше, чем в естественных условиях обитания. Виды лилий *L. cernuum* и *L. callosum* образуют полноценные семена, их можно размножать семенами. Плодообразование и семенная продуктивность их зависят от условий в период цветения и формирования семян. *L. tigrinum* семян не завязывает, но хорошо размножается вегетативно.

ЛИТЕРАТУРА

Агроклиматические ресурсы Алтайского края. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 154 с.

Баранова М.В. Лилии. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отдние, 1990. 384 с.

Верещагина И.В. Выращивание лилий в Алтайском крае: Рекомендации. Новосибирск: Сиб. отд-ние ВАСХНИЛ, 1980. 11 с.

Верещагина И.В. Перезимовка декоративных многолетников в Алтайском крае. Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние, 1996. 170 с.

Ворошилов В.Н. Флора советского Дальнего Востока. М., 1966. 477 с

Врищ Д.Л. Лилии Дальнего Востока и Сибири. Владивосток, 1972. 110 с.

Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1990. 226 с.

Калинович С.Е. Некоторые результаты интродукции *Lilium cernuum* Kom. в Ботаническом саду ИГУ // Вестн. Иркут. с.-х. академии. Иркутск, 2010. Вып. 41. С. 38–43.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М.В. Ломоносова; Гл. редкол.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. М.: Тов-во нуч. изданий КМК, 2008. 855 с.

Лучник З.И. Декоративные растения Горного Алтая. М.: Сельхозиздат, 1951. 223 с.

Матвеева Т.С. Полиплоидия декоративных растений. Однодольные. Л.: Наука, 1980. 300 с.

Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур: Декоративные культуры. М.: Колос, 1968. Вып. 6. 223 с.

Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР // Бюл. Гл. бот. сада. 1979. Вып. 113. С. 3–8.

Методические указания по семеноводству интродуцентов. М.: Наука, 1980. 64 с.

Цицин Н.В. Роль ботанических садов в охране растительного мира // Бюл. ГБС. 1976. Вып. 100. С. 9–13.

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Растительный мир Азиатской России, 2012, № 1(9), с. 119–126 **http://www.izdatgeo.ru**

УДК 635.925

ДЕКОРАТИВНЫЕ ФОРМЫ БЕРЕЗЫ (*BETULA*), РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО ИСПЫТАНИЯ В КУЛЬТУРЕ В СИБИРИ

Т.Н. Встовская

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
630090, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, e-mail: ttvvsstt@ngs.ru

В условиях Сибири перспективен для интродукции 21 вид березы. Из российских и зарубежных литературных и электронных источников, содержащих информацию о древесных растениях, только у 9 из этих видов в настоящее время удалось выявить 126 форм, представляющих интерес для озеленения и садово-паркового строительства. Проанализированы их декоративная и экологическая характеристики.

Ключевые слова*: Betula, форма, крона, листья.*

ORNAMENTAL FORMS OF BIRCH (*BETULA*) RECOMMENDED FOR PRIMARY TESTING IN CULTIVATION IN SIBERIA

T.N. Vstovskaya

Central Siberian Botanical Garden, SB RAS,
630090, Novosibirsk, Zolotodolinskaya str., 101, e-mail: ttvvsstt@ngs.ru

Twenty one species of birch are promising for introduction in Siberia. Based on literature and Russian and foreign web-based information on woody plants in only 9 species 126 forms of interest for urban plantings and park garden design have been revealed. Their ornamental and ecological characteristics were analyzed.

Key words*: Betula, form, crown, leaves.*

Для садово-паркового строительства и озеленения в Сибири большое значение имеет правильный выбор ассортимента древесных растений, устойчивых в местных климатических условиях. Его основу составляют сибирские и инорайонные виды, успешно произрастающие (естественно или искусственно) в областях более холодных и близких по климату Сибири (Встовская, 1985–1987; Встовская, Коропачинский, 2005). Общий список перспективных для первичного испытания в Сибири древесных растений в настоящее время включает 703 вида, объединяющихся в 127 родов и 40 семейств. Он может быть существенно пополнен подвидами, вариантами и формами этих видов и их гибридов, представляющими интерес в декоративном отношении.

Необходимо обратить внимание на то, что в Сибири, где ассортимент видов для озеленения невелик из-за суровости климата, использование внутривидовых форм зимостойких видов играет особую роль. Это один из важнейших путей расширения ассортимента.

Декоративным формам растений в Азиатской России уделяется незначительное внимание. В сибирских интродукционных центрах их испытывается ничтожно мало. Одной из причин этого является неизученность их в Сибири и отсутствие достаточных сведений о них. В публикациях довольно сложно найти характеристики форм, нет крупных обобщающих сводок, содержащих перечни форм и их описания.

Береза – одно из самых красивых деревьев нашей флоры. Виды этого рода в основном высокие деревья (реже кустарники) с белыми стволами, ажурной кроной и тонкими свисающими ветками. Однако есть виды и с иной формой кроны и окраской коры (темной или очень декоративной шелушащейся желтовато-розово-коричневой). Осенью листья ярко расцвечиваются в желтые тона, ранней весной их украшают длинные сережки. Род *Betula* насчитывает 100–120 видов. Для Сибири перспективны для интродукции только 21.

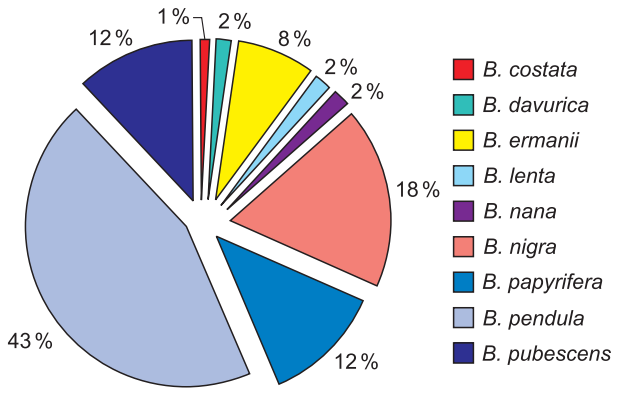
На основании литературных (Деревья и кустарники СССР, 1951; Колесников, 1974; Древесные растения…, 1975, 2005; Деревья и кустарники…, 1986; Плотникова и др., 1990; Аксенов, Аксенова, 2000; Мамаев, 2000; Коропачинский, Встовская, 2002; Александрова, 2004; Каталог садовых растений. Bruns Pflanzen, 2008/2009; Rehder, 1949; Krüssmann, 1976; Santamour, McArdie, 1989; Houtman, 2004; Hatch, 2007; Schmidt & son CO, 2008–2009; Sortimentskatalog. Laubgehölze, 2009; Catalog “Lost Horizons”, 2010; Catalog Rein…, 2010–2011; Trees for North Dakota) и электронных (список в конце статьи) источников было проанализировано формовое разнообразие перспективных для испытания в Сибири видов.

© Т.Н. Встовская, 2012

Таблица 1

Число подвидов, вариантов и форм у видов рода *Betula*

Вид	Подвид	Варианты	Формы	Всего
B. costata Trautv.	–	–	1	1
B. davurica Pall.	–	–	2	2
B. ermanii Cham.	–	1	9	10
B. lenta L.	1	–	1	2
B. nana L.	–	–	2	2
B. nigra L.	–	–	23	23
B. papyrifera Marsh.	–	2	13	15
B. pendula Roth	–	–	56	56
B. pubescens Ehrh.	1	–	14	15
Всего	2	3	121	126



Число подвидов, вариантов и форм у видов рода *Betula*.

Декоративные подвиды, варианты и формы (**ПВФ**) отмечены у **9** видов березы (табл. 1), у **12** (*B. alleghaniensis* Britton, *B. divaricata* Ledeb., *B. fruticosa* Pall., *B. glandulosa* Michx., *B. michauxii Spach*, *B. microphylla* Bunge, *B. occidentalis* Hook., *B. oycoviensis* Bess., *B. pulifolia* Marsh., *B. pumila* L., *B. schmidtii* Regel, *B. tianschanica* Rupr.) они пока неизвестны.

Всего выявлено **126 ПВФ**, большинство которых принадлежит *B. pendula* (43 %), *B. nigra* (18 %) и *B. lenta*, *B. pubescens* (по 12 %) (табл. 1, см. рисунок).

Таблица 2

Распределение ПВФ березы по высоте

Высота	Вид, подвид, форма		
Выше 15 м (**1**)	***B. costata***	*Renaissance Oasis*	*'Golden Cloud'*
	'Fincham Cream'	*Renaissance Reflection*	*'Liuba White'*
	B. ermanii	*Renaissance Upright*	*'Obelisk'*
	'Grayswood Hill'	*'Saint George'*	*'Purple Splendor'*
	'Hakkoda Orange'	*'Snowy'*	*'Purpurea'*
	'Holland'	*'Vancouver'*	*Rocky Mountain Splendor*
	'Polar Bear'	***B. pendula***	*'Royal Frost'*
	B. nigra	*'Arvi'*	*'Silver Grace'*
	City Slicker	*'Bangor'*	*'Splendor White'*
	'Clump'	*'Bircalensis'*	*'Tristis'*
	Dura-Heat	*'Boeughs'*	*'Zwitsers Glorie'*
	Heritage	*'Burgundy Wine'*	***B. pubescens***
	B. papyrifera	*'Crimson Frost'*	*'Aurea'*
	'Chickadee'	*Dakota Pinnacle*	*'Rubra'*
	'Clarenville'	*'Dalecarlica'*	
	'Grandis'	*'Fastigiata'*	
	Prairie Dream	*'Golden Beauty'*	
5–15 м (**2**)	***B. ermanii***	*'Shiloh Splash'*	*'Carelica'*
	'Pendula'	*'Summer Cascade'*	*'Dark Prince'*
	B. lenta	*'Suwanee'*	*'Elegans'*
	ssp. uber	*Tecumseh Compact*	*'Gracilis'*
	B. nigra	*Tropical Birch*	*Prairie Vision*
	'Black Star'	*'Wakehurst'*	*Purple Rain*
	Butter Birch	***B. papyrifera***	*'Silver Cascade'*
	'Cinnamon Bark'	var. *kenaica*	*'White Edge'*
	Fox Valley	*Renaissance Compact*	*'Whitespire'*
	'Heritage Improved'	***B. pendula***	*'Youngii'*
	Northern Tribute	*'Aurea'*	***B. pubescens***
	'Riversii'	*Avalanche*	f. *columnaris*
	'Select'	*'Bibor'*	
2–5 м (**3**)	***B. ermanii***	***B. papyrifera***	***B. pubescens***
	'Mount Apoi'	var. *minor*	*'Crenata Nana'*
	B. nigra	***B. pendula***	
	Chameleon	*'Filigree Lace'*	
0.6–2 м (**4**)	***B. nana***	***B. pendula***	
	'Glencarry'	*'Trost's Dwarf'*	

Главными признаками выделения форм у березы являются жизненная форма, структура и цвет коры ствола, размеры и форма кроны, характер ее ветвления, летняя окраска листьев, их форма и размеры.

В табл. 2 дано распределение **ПВФ** по 4 категориям высоты (указаны в скобках в левом столбце). Преобладают деревья выше 15 м выс. – **42** и 5–15 м – **32**, совсем небольшую долю составляют низкие деревца и кустарники: 2–5 м – **5** и 0.6–2 м – **2**. Следует учитывать, что при интродукции растений в более холодные области их высота бывает меньше.

Большинство форм (**31**) имеют белую кору (в основном это формы *B. pendula*) и бело-розово-оранжево-коричневую, большей частью шелушащуюся (Ш) (**17**), **9** характеризуются изменчивой светлой корой (белой, бледно-желтой и кремовой), светло-коричневая, оранжеватая и розоватая, шелушащаяся – у **5**, коричневая и красноватая, шелушащаяся – у **2** и серая – у **1** подвида (табл. 3).

Таблица 3

Окраска коры ствола березы

Окраска	Вид, подвид, форма	
Белая	***B. ermanii***	*'Filigree Lace'*
	'Polar Bear' – Ш	*'Golden Cloud'*
	B. papyrifera	*'Liuba White'*
	'Chickadee' – Ш	*'Obelisk'*
	'Grandis' – Ш	*Prairie Vision* – Ш
	Prairie Dream – Ш	*Purple Rain* – Ш
	Renaissance Oasis (с возрастом) – Ш	*'Royal Frost'* (с возрастом) – Ш
	Renaissance Upright (с возрастом)	*'Scarlet Glory'*
	'Snowy'	*'Silver Cascade'*
	B. pendula	*'Silver Grace'*
	'Aurea'	*'Swiss Glory'*
	Avalanche (с возрастом) – Ш	*'Tristis'*
	'Bibor' (с возрастом)	*'White Edge'* – Ш
	'Boeughs'	*'Whitespire'*
	'Burgundy Wine' – Ш	***B. pubescens***
	'Dalecarlica'	*'Rubra'*
	'Dark Prince'	*'Variegata'*
	'Fastigiata'	
Изменчивая: белая, бледно-желтая, кремовая	***B. costata***	***B. pendula***
	'Fincham Cream' – Ш	*Dakota Pinnacle* (с возрастом)
	B. ermanii	*Rocky Mountain Splendor* – Ш
	'Pendula' – Ш	*'Splendor White'*
	B. nigra	*'Zwitsers Glorie'* (с возрастом)
	City Slicker – Ш	***B. pubescens***
	Tropical Birch	ssp. *tortuosa*
Светло-коричневая, оранжеватая, розоватая	***B. davurica***	*'Shiloh Splash'* – Ш
	'Stone Farm' – Ш	*'Suwanee'* – Ш
	B. nigra	***B. papyrifera***
	'Black Star' – Ш	*'Clarenville'* – Ш
Бело-розово-оранжево-коричневая	***B. ermanii***	*Northern Tribute* – Ш
	'Grayswood Hill' – Ш	*'Riversii'* – Ш
	'Hakkoda Orange' – Ш	*'Select'* – Ш
	'Holland' – Ш	*'Summer Cascade'* – Ш
	'Mount Apoi' – Ш	*Tecumseh Compact* – Ш
	B. nigra	*'Vancouver'* – Ш
	'Cinnamon Bark' – Ш	***B. papyrifera***
	Dura-Heat – Ш	*Renaissance Compact* (с возрастом) – Ш
	Fox Valley – Ш	***B. pendula***
	Heritage – Ш	*'Golden Beauty'*
	'Heritage Improved' – Ш	
Коричневая, красноватая	***B. davurica***	
	'Maurice Foster' – Ш	
	'Mount Zao' – Ш	
Серая	***B. lenta***	
	ssp. *uber*	

Особой формой листьев, отличной от типовой формы вида (листья надрезаны на лопасти, доли и сегменты), обладают **10 ПВФ**:

B. lenta
'Laciniata'
B. pendula
'Bangor'
'Bircalensis'
'Dalecarlica'
'Filigree Lace'
'Gracilis'
'Karaca'
'Trost's Dwarf'
B. pubescens
'Incisa'
'Urticifolia'

Более мелкие листья по сравнению с типовой формой вида имеют **9 ПВФ**:

B. ermanii
'Mount Apoi'
B. lenta
ssp. *uber*
B. nigra
Dura-Heat
B. papyrifera
var. *kenaica*
var. *minor*
B. pendula
'Dentata Viscosa'
'Karaca'
'Trost's Dwarf'
B. pubescens
ssp. *tortuosa*

Более крупные листья у **7** форм:

B. nigra
Heritage
'Suwanee'
B. papyrifera
'Grandis'
'Vancouver'
B. pendula
Rocky Mountain Splendor
'Silver Grace'
'Splendor White'

По летней окраске листьев выделяются **24** формы, принадлежащие в основном *B. pendula* и *B. pubescens* (табл. 4). Бордово-пурпурная у **11** форм, желтая, желтовато-зеленая у **6**, пестрая бело- до желто-зеленой у **6** и голубовато-зеленая у **1**.

Характеризуется стволом с неправильными утолщениями ***B. pendula*** *'Carelica'*.

Кроме того, в США выделен ряд форм, обладающих повышенной устойчивостью к бронзовой березовой златке (***B. papyrifera*** *'Nam Shaw'*, *Renaissance Oasis*, ***B. pendula*** *Prairie Vision* и др.).

Экологические особенности большинства форм изучены недостаточно. По имеющимся данным переносят:

⇒ бедные почвы **6** видов (*B. costata*, *B. ermanii*, *B. nana*, *B. papyrifera*, *B. pendula*, *B. pubescens*) и **22** формы:

B. nigra
Dura-Heat
Heritage
Northern Tribute
B. papyrifera
Prairie Dream
Renaissance Reflection
B. pendula
'Bangor'
'Bibor'
'Dalecarlica'
'Fastigiata'
'Filigree Lace'
'Golden Beauty'
'Gracilis'
'Laciniata'
'Obelisk'
'Purple Splendor'
'Purpurea'
'Royal Frost'
'Silver Grace'
'Tristis'
'Trost's Dwarf'
'Youngii'
'Zwitsers Glorie'

⇒ глинистые плохо дренированные – **2** вида (*B. lenta*, *B. pendula*) и **7** форм:

B. nigra
Fox Valley
Heritage
Northern Tribute
Tecumseh Compact
B. papyrifera
Renaissance Reflection
B. pendula
'Crimson Frost'
Dakota Pinnacle

Таблица 4

Летняя окраска листьев ПВФ березы

Окраска	Вид, подвид, форма	
Пестрая бело(кремово)-зеленая	***B. nigra***	*'White Edge'*
	Chameleon	***B. pubescens***
	B. pendula	*'Albo-marginata'*
	'Biala Dama'	*'Variegata'*
Пестрая желто-зеленая	***B. nigra***	
	'Shiloh Splash'	
Желтая, желтовато-зеленая	***B. pendula***	***B. pubescens***
	'Aurea'	*'Armenian Gold'*
	'Golden Beauty'	*'Aurea'*
	'Golden Cloud'	*'Yellow Wings'*
Бордово-пурпурная	***B. pendula***	*'Purple Splendor'*
	'Bibor'	*'Royal Frost'*
	'Biribin'	*'Scarlet Glory'*
	'Burgundy Wine'	***B. pubescens***
	'Crimson Frost'	*'Atropurpurea'*
	'Dark Prince'	*'Rubra'*
	Purple Rain	
Голубовато-зеленая	***B. pendula***	
	'Liuba White'	

⇒ растут в условиях застойного увлажнения **3** вида (*B. nana*, *B. pendula*, *B. pubescens*) и **6** форм:

B. nigra
Heritage
'Heritage Improved'
Northern Tribute
'Wakehurst'

B. pendula
'Royal Frost'

B. pubescens
'Aurea'

⇒ засухоустойчивы – **6** видов (*B. ermanii*, *B. lenta*, *B. nigra*, *B. papyrifera*?, *B. pendula*, *B. pubescens*) и **23** формы:

B. ermanii
'Polar Bear'

B. nigra
City Slicker
Dura-Heat
Fox Valley
Heritage
'Summer Cascade'

B. papyrifera
Renaissance Oasis

B. pendula
'Bibor'
'Bircalensis'
'Boeughs'
Dakota Pinnacle
'Dalecarlica'
'Fastigiata'
'Golden Cloud'
'Gracilis'
'Laciniata'
'Obelisk'
'Purple Splendor'
'Purpurea'
'Royal Frost'
'Tristis'
'Whitespire'

B. pubescens
'Rubra'

⇒ жаростойки – **1** вид (*B. nigra*) и **15 ПВФ**:

B. lenta
ssp. uber

B. nigra
City Slicker
Dura-Heat
Fox Valley
'Graceful Arms'
Heritage
'Shiloh Splash'
'Summer Cascade'
Tecumseh Compact

B. papyrifera
Renaissance Oasis
Renaissance Reflection

B. pendula
Dakota Pinnacle
'Golden Beauty'
'White Edge'
'Whitespire'

⇒ теневыносливы – **1** вид (*B. costata*) и **1** форма (*B. pendula 'Filigree Lace'*);

⇒ газоустойчивы – **6** видов (*B. costata*, *B. davurica*, *B. ermanii*, *B. nana*, *B. papyrifera*, *B. pendula*) и **14** форм:

B. davurica
'Stone Farm'

B. nigra
Heritage
'Heritage Improved'

B. papyrifera
Prairie Dream

B. pendula
'Bibor'
Dakota Pinnacle
'Fastigiata'?
'Golden Beauty'
'Golden Cloud'
'Obelisk'
Prairie Vision
Purple Rain
'Purpurea'
'Tristis'

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании литературных и электронных источников описаны **2** подвида, **3** варианта и **121** форма видов рода *Betula*, представляющих интерес в декоративном отношении.

Следует отметить, что имеется ряд форм со сходными характеристиками. Возможно, это связано с недостатком сведений о них. Нередко бывают описаны формы-близнецы, действительно неотличимые друг от друга. Поэтому приведенные здесь списки форм нуждаются в ревизии и в более тщательном изучении на предмет целесообразности их сохранения.

Декоративные формы березы рекомендуются для первичного испытания в сибирских интродукционных центрах. Вероятно, не все они окажутся устойчивыми в Сибири, но несомненно, эти формы, происходя от более зимостойких видов березы, потенциально перспективнее для интродукции, чем формы южных видов. При успешной адаптации в новых климатических условиях они обогатят и расширят местные ассортименты древесных растений для озеленения и садово-паркового строительства. О наличии форм в продаже можно справиться на сайтах питомников и садоводческих центров, электронные адреса которых приведены в литературе.

ЛИТЕРАТУРА

Аксенов Е.С., Аксенова Н.А. Декоративные садовые растения. М., 2000. 556 с.

Александрова М.С. Декоративные композиции сада. М., 2004. 174 с.

Встовская Т.Н. Древесные растения – интродуценты Сибири: в 3-х т. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. Т. 1. 279 с.; 1986. Т. 2. 287 с.; 1987. Т. 3. 272 с.

Встовская Т.Н., Коропачинский И.Ю. Древесные растения Центрального сибирского ботанического сада. Новосибирск, 2005. 234 с.

Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Покрытосеменные. Киев, 1986. 720 с.

Деревья и кустарники СССР. Т. 2. М.; Л., 1951. 605 с.

Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. М., 1975. 548 с.

Древесные растения Главного ботанического сада РАН. М., 2005. 586 с.

Каталог садовых растений. Bruns Pflanzen, 2008/2009. Oldenburg, 2009. 936 p.

Колесников А.И. Декоративная дендрология. М., 1974. 704 с.

Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск, 2002. 705 с.

Мамаев С.А. Определитель деревьев и кустарников Урала. Екатеринбург, 2000. 260 с.
Плотникова Л.С., Якушина Э.И., Рябова Н.В., Александрова М.С., Петрова И.П. Ассортимент древесных растений, рекомендуемый Главным ботаническим садом АН СССР для озеленения Москвы // Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы. М., 1990. С. 14–49.
Catalog Rein & Mark Bulk. 2010–2011. 225 p. (http://bulkboskoop.nl/downloads/Bulk-catalogus2010-2011.pdf).
Catalog "Lost Horizons". 2010. 90 p. (http://www.losthorizons.ca/dwnld/Lost_Horizons_Catalogue_2010.pdf)
Hatch L.C. Cultivars of Woody Plants. V. 1, **A–G.** TCR Press, 2007. (http://books.google.ru/books?id=a-jo55L6LMUC&printsec=frontcover&dq=Cultivars+of+Woody+Plants.+Hatch&source#v)
Houtman Ronald. Variegated Trees & Shrubs. Royal Boskoop Horticultural Society, Koninklijke Vereniging voor Boskoopse Culturen. 2004. 338 p.
Krüssmann G. Handbuch der Laubgehölze. Berlin und Hamburg, 1976. B. I. 495 s.
Laura G. Jull. Alternative to Ash Trees: Commercially Available Species and Cultivars. Dept. of Horticulture, University of Wisconsin-Madison.
Reference Guide. J. Frank Schmidt & Son Co. 2008. 76 p. (http://www.jfschmidt.com/rg/jfs_ref_guide_08.pdf).
Rehder A. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America. N.Y., 1949. 996 p.
Schmidt J.F. & son CO. New Trees. 2008–2009. Oregon. (http://www.jfschmidt.com/pdfs/JFS_New_2009.pdf)
Sortimentskatalog. Laubgehölze. 12/2009. Baumschulgarten Enneking. 170 s. (http://www.baumschulgarten-enneking.de/kataloge/pdf/Gruppe7.pdf).
Stemberg G., Wilson J.W. Native trees for North American landscapes: from the Atlantic to the Rockies. U.S.A., Portland, Oregon, Timber Press, 2004. 555 p. (http://books.google.com/books?id=qOq5v4fd1kcC&pg=PA85&lpg=PA85&dq=Betula+nigra+Tecumseh+Compact&source)
Trees for North Dakota (http://www.ndsu.edu/fileadmin/ndfs/docs/c_forestry/TreesforND.pdf).

САЙТЫ ПИТОМНИКОВ САДОВОДЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

Абиес ландшафт (**Россия, Москва**) (http://www.abies-landshaft.ru/enciklopedia/).
Арболес (**Россия**) (http://www.arboles.ru).
Артвиль (**Украина**) (http://artville.agrointel.com/prods599.html).
Аэлита агрофирма (**Россия, Москва**) (http://www.ailita.ru/e_mag633.html).
Балтэзер питомник (**Латвия**) (http://www.baltezers.lv/lat/).
Евро-Плант (**Россия, Санкт-Петербург**) (http://www.euro-plant.ru/catalog/).
Зелен Сад (**Украина**) (http://www.zelensad.com.ua/shop/index.html).
Инфосад (**Россия**) (http://www.infosad.ru/arboreal/Index.aspx).
Королевское общество садоводства **Великобритании** (http://apps.rhs.org.uk/agm/index.asp).
Ландшафтное искусство (**Россия, Москва**) (http://www.landy-art.ru/index.php?p=.kat).
Медра (**Россия, Москва**) (http://www.medra.ru/index.php?id=46&alp_l=A).
Мой сад (**Россия, Новосибирск**) (http://www.moysad.ru/modul.html?catal.php).
Назарово питомник (**Россия, Московская обл.**) (http://www.pitomniki.ru/dekor.htm).
Паер + (**Россия, Москва**) (http://www.paer.ru/).
Пульс природы (**Россия, Москва**) (http://www.netpulse.ru/catalog/?type=type1&id=63&d=y&mn=0).
Русский сад (**Россия, Москва**) (http://www.russad.ru/production/2-5/).
Савватеевых питомник (**Россия, Московская обл.**) (http://www.drevo-spas.ru/inside.html?action=rastenia&id=7&pid=0&idt=5).
Садик.ру (**Россия, Москва**) (http://www.sadik.ru/posad6.shtml).
Современный декоративный питомник (**Россия, Московская обл.**) (http://www.biotop.ru/catalog/list-2.html?firstgoods=100).
Энциклопедия декоративных садовых растений (**Россия**) (http://flower.onego.ru/kustar/index.html).
Юхона питомник (**Эстония**) (http://www.plantex.ee/?mid=3&lang=et&t=look&sub=1).
Acorn Farms (**США, Огайо**) (http://www.acornfarms.com/botanicalindex.htm).
Angendohr Nursery (**Германия**) (http://www.angendohr.ru/nursery/bushes/).
Aubin Nurseries (**Канада, Монитоба**) (http://www.aubinnurseries.ca/refGuide.html).
Augalai. Поисковый сайт по растениям (**Литва**) (http://www.augalai.lt/news).
Bachman's Landscape Services (**США, Миннесота**) (http://plants.bachmanslandscaping.com/NetPS-Engine.asp?CCID=12070012&page=listmain).
Backyardgardener. Информационный сайт (**США**) (http://www.backyardgardener.com/plantname/index.html).
Bailey Nurseries (**США, Канада**) (http://bailey.virtual-services.net/presslib/browse/all).
Beaver Creek Nursery (**США, Иллинойс**) (http://www.beavercreeknursery.com/plantlist.cfm?sort=all&startrow=1).
BlueBell Nursery (**Англия**) (http://www.bluebellnursery.com/cgi-bin/catalogue.cgi?cat=t&).
Bomengids. Информационный сайт (**Нидерланды**) (http://www.bomengids.nl/uk/sortbylat.html).
Bór Szkółka. Питомник. (**Польша**) (http://www.polskierosliny.eu/bor/?action=offer2&sort=1&lang=pl).

Braun Nursery (**Канада, Онтарио**) (http://www.braungroup.com/images/braun_nursery_products.pdf).
Buchholz & Buchholz Nursery (**США, Вашингтон**) (http://www.buchholznursery.com/ plant_library_search.html?text).
Centre du jardin Deux-Montagnes. Садовый центр (**Франция**) (http://www.centredujardin.com/fr/vegetaux/?idcat=1).
Damien Devos Boomkwekerij. Питомник (**Нидерланды**) (http://www.damiendevos.be/nl/alfabetisch-assortiment/assortiment-a.html).
Dave's Garden. Информационный сайт (**США**) (http://davesgarden.com/guides/pf/adv_search.php?Search=Click+here+to+search+for+plants).
Daves Nursery (**США, Нью-Джерси**) (http://www.davesnursery.com/source/plant_photos.htm).
De gamle sorter. Питомник (**Дания**) (http://www.de-gamle-sorter.dk/andre_planter.htm).
Dendrologie.online. Информационный сайт (**Чехия**) (http://databaze.dendrologie.cz/index.php?menu=7).
DRYADE Bomenbank. Информационный сайт (**Нидерланды**) (http://library.wur.nl/WebQuery/dryade?dryade=abies).
Duchy of Cornwall Nursery (**Англия**) (http://www.duchyofcornwallnursery.co.uk/a-to-z-products/).
E-plantor. Информационный сайт (**Швеция**) (http://www.eplanta.com/Buskar_och_trad.asp?pass).
Earl May. Информационный сайт (**США**) (http://www.earlmay.com/ggdb/ggdb.php?cat=E).
eNature. Информационный сайт (**США**) (http://www.enature.com/fieldguides/intermediate.asp?curGroupID=10).
Esveld. Питомник (**Нидерланды**) (http://www.esveld.nl/~laur/index.php?lan=eng&s=plant&q=list&letter).
Evergreen Gardenworks Nursery (**США, Калифорния**) (http://www.evergreengardenworks.com/viewcat.htm#ByGenus).
Evergreen Nursery (**США, Теннесси**) (http://www.evergreenplantnursery.com/Contact-Us-s/29.htm).
Faller Landscape & Nursery (**США, Небраска**) (http://www.fallerlandscape.com/index.cfm?fuseaction=plants.main&alphaKey=A&whichName=genus&showIntro=0&typeID).
Femrite Nursery (**США, Нью-Джерси**) (http://www.femrite.com/2008-2009_Femrite_Catalog.pdf).
Fleming's Nursery (**Австралия**) (http://www.flemings.com.au/ornamental_listing.asp?variety).
FloraInfo. Информационный сайт (**Дания**) (http://www.florainfo.dk/pls/florav2/PSPSoegningoversigt?InSprog=DK&InBestilBilleder=N&InPlantelisteID=&InBestilPrint=N).
Front-garden.ru (**Россия, Москва**) (http://www.front-garden.ru/catalog/).
Forde Nursery (**США, Монтана**) (http://www.forde-nursery.com/index.php?p=catalog&category_id).
Forestfarm (**США, Орегон**) (http://www.forestfarm.com/products.php?category=19).
Fowler's Nursery (**США, Сев. Каролина**) (http://www.fowlersnursery.com/index.cfm?fuseaction=plants.viewCat&typeID=9).
Fox Ridge Nursery (**США, Иллинойс**) (http://www.foxridgenursery.com/2010plantguide.pdf).
Gardenworld (**США, Орегон**) (http://www.gardenworldonline.com/srv/shop?index=a).
Garten.cz. Энциклопедия (**Чехия**) (http://www.garten.cz/enc.php?lng=en).
Goscote Nurseries (**Англия**) (http://www.goscote.co.uk/).
Great Plant Picks of The Elisabeth C. Miller Botanical Garden. Информационный сайт (**США, Вашингтон**) (http://www.greatplantpicks.org/search?searchterm=all&title=All%20Great%20Plant%20Picks).
Greer Gardens (**США, Орегон**) (http://www.greergardens.com/index.htm).
Hallbergs Plantskola. Питомник (**Швеция**) (http://www.hallbergs-plantskola.se/?s=grp&g=all).
Handy Nursery (**США, Орегон**) (http://www.handynursery.com/catalog/products_new.php?page=5).
Hantulan Taimi. Питомник (**Финляндия**) (http://www.hantulantaimi.fi/default.aspx?id=114).
Havenet. Садовый центр (**Дания**) (http://www.havenet.dk/?menupunkt=butikken&pkt=1&grp=2).
Havenyield Farm (**США, Оклахома**) (http://www.havenyield.com/master_list.asp).
Hillier Nurseries (**Великобритания**) (http://designersguide.hilliertrees.co.uk/shop/products/trees)-
horti.lv. Информационный сайт (**Латвия**) (http://www.horti.lv/augu_katalogs/1/2/0/0/0/LT/).
Hortus Conclusus. Питомник (**Бельгия**) (http://www.hortusconclusus.be/index.php?page=CATA&class=&filt=&filt_lat).
Ibro. Информационный сайт (**Польша**) (http://www.ibro.pl/Pliki/szukanie_podst.php3).
IRIS. Информационный сайт (**США, Миннесота**) (http://www.insideiris.com/nrd_landscape_profile_mgt.php?action=show_all_plants&mode=cat_tree).
Jacobs Plantencentrum (**Нидерланды**) (http://www.jacobsplant.nl/plantinfo.php?plantid=568).
Jeffries Nurseries (**Канада, Манитоба**) (http://www.jeffriesnurseries.com/p5-14.pdf).
Junker's Nursery (**Англия**) (http://www.junker.co.uk/frames.htm).
Kemper Center For Home Gardening (Missouri Botanical Garden) (США). Информационный сайт (http://www.mobot.org/gardeninghelp/plantfinder/Alpha.asp?start=A&end=A).
Klehm's Song Sparrow Farm. (**США, Висконсин**) (http://www.songsparrow.com/2010/plantlist.cfm?type=WOODY,&startrow=1&pageType=plantlist&subtype).
L., G. Kurowski Szkółkę. Питомник (**Польша**) (http://www.kurowski.pl/pl/katalog.php?action=lisciaste&roslina=205&nazwy=1).
Les Botaniques du Val Douve (**Франция**) (http://www.les-botaniques-du-val-douve.com/index.php?option=com_virtuemart&page=shop.browse&category_id).

Little Heath Farm Nursery (**Англия**) (http://www.littleheathfarmnursery.co.uk/plant%20lists.html).
Marek Hubczuk Szkółkę. Питомник (**Польша**) (http://www.hubczuk.pl/p/index.php?co=katalog&kgr=1&kid=3).
Michigan State University Plant Encyclopedia (**США**) (http://saylorplants.com/pd_search_scientific_a.asp).
Miller Nurseries (**США, Нью-Йорк**) (http://www.millernurseries.com/catalog1.php).
Monrovia. Садовый центр (**США, Калифорния**) (http://www.monrovia.com/plant-catalog/search.php).
Mountain Shadow Nursery (**США, Вашингтон**) (http://www.mtshadow.com/pdbm/list/).
Nature Hills Nursery (**США, Небраска**) (http://www.naturehills.com/catalog/Bushes_and_Shrubs.aspx?page=7).
North Carolina University Cooperative Extension Service (**США**) (http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/consumer/factsheets/SCIENTIFIC/scientific_index.html).
Northwest Shade Trees' Nursery (**США, Орегон**) (http://www.shadetrees.com/scripts/treelist.asp).
Oregonstate (University State Oregon). Информационный сайт (**США**) (http://oregonstate.edu/dept/ldplants/).
Ornamental Trees (**Англия**) (http://www.ornamental-trees.co.uk/catlist.php)
Pahl's Market. Садовый центр (**США, Миннесота**) (http://www.pahls.com/library.cfm?s=1&Keywords=&type).
Patentgenius (**США**) (http://www.patentgenius.com/class/PLT/216.html)
Pender Nursery (**США, Сев. Каролина**) (http://www.pendernursery.com/New/).
R.V. Roger Ltd. Питомник (**Англия**) (http://rvroger.co.uk/?linksource=frontpage).
Schriemer's Nursery & Garden Center (**Канада, Манитоба**) (http://www.schriemers.ca/Plants/PlantCatalogues.shtml).
Schulte's Greenhouse & Nursery (**США, Миннесота**) (http://search.schultesgreenhouse.com/NetPS-Engine.asp?CCID=12070008&page=listmain).
Scientific and Common Names starting – Desert Tropicals. Информационный сайт (**США, Аризона**) (http://www.desert-tropicals.com/Plants/sci_names_A.html).
Sester Farms (**США, Орегон**) (http://www.sesterfarms.com/plants/deciduous+trees).
Shelmerdine Garden Center (**Канада, Манитоба**) (http://search.shelmerdine.com/NetPS-Engine.asp?CCID=11050002&page=listmain)
Sheridan Nurseries (**Канада, Онтарио**) (http://www.sheridannurseries.com/cgi-bin/WebObjects/SNSite.woa/7/wa/search?wosid).
Skinner Gardenstore (**США, Канзас**) (http://www.skinnergardenstore.com/pdf/Skinner%202009%20catalog%20web.pdf).
Sodinukai medelynas. (**Литва**) (http://www.sodinukai.lt/o%20nas.htm).
Southside Nursery (**США, Вирджиния**) (http://www.southsidetrees.com/index.cfm/fuseaction/trees.main/index.htm).
Stanley & Sons Nursery (**США, Орегон**) (http://www.stanleyandsons.com/full-product-list.cfm).
Sun Valley Garden Center (**США, Миннесота**) (http://www.qscaping.com/NetPS-Engine.asp?CCID=20000011&page=listmaker&list=dtree).
Sunny Gardens. Информационный сайт (**США**) (http://www.sunnygardens.com/garden_plants/a.php).
Sveplantinfo. Информационный сайт (**Швеция**) (http://www.sveplantinfo.se/bsv/PSPSoegningres?InSprog=SE&InSoegeMetode=PLANTEGRUPPE&InSoegEfter=386708&InSoegningStart=21&InEksternSoegning=N)
SZMIT. Питомник (**Польша**) (http://www.szmit.pl/p/?co=oferta&t=&show=50&show_group=Abies&lang=pl&sort=1#50).
Tabaza. Информационный сайт (**Польша**) (http://tabaza.info/modules.php?name=Tabaza&op=Szukaj&lit=A&sortuj=latin).
Tawakoni Plant Farm (**США, Техас**) (http://tawakoni.com/growit/bin/CurInvJS.exe?Count=778&myquery=SN&mystart=1&myend=100&MyP_Class=0).
The Brenton Arboretum (**США, Айова**) (http://www.thebrentonarboretum.org/plantsbotanicalnames.htm).
The Plant Press. Информационный сайт (**Англия**) (ttp://www.plantpress.com/dictionary.html).
The Theodore Payne Wiki. Информационный сайт (**США, Сев. Каролина**) (http://www.theodorepayne.org/gallery/glossary.htm).
Tracz Centrum Ogroonicze. Садовый центр (**Польша**) (http://www.tracz.pl/pl/cedr_himalajski.php).
Tynning Planteskule. Питомник (**Норвегия**) (http://www.tynningplanteskule.no/Busker%20Alle.html).
Uxbridge Nurseries (**Канада, Онтарио**) (http://uxbridgenurseries.com/.control/UxbridgeCatalogue.pdf).
Van den Berk Baumschulen (**Нидерланды**) (http://www.vdberk.ru/tree-book/search).
Weston Nurseries (**США, Массачусетс**) (http://www.westonnurseries.com/index.cfm/fuseaction/home.showpage/pageID/2/index.htm).
Willoway Nurseries (**США, Огайо**) (http://www.willowaynurseries.com/pics.htm).
Woody plants (University State Illinois) Информационный сайт (**США**) (http://woodyplants.nres.uiuc.edu/plant/?g).
Wyevale East Nurseries (**Великобритания**) (http://www.wyevale-east.co.uk/).
Wyoming Plant Company (**США, Вайоминг**) (http://www.wyomingplantcompany.com/evergrees.htm).
Zahradnictvi. Садовый центр (**Чехия**) (http://www.havlis.cz/seznam_en.php?menuid=3).
Zuliani vivai. Питомник (**Италия**) (http://www.zulianivivai.it/it/catalogo/catalogo.htm#top).