

Wormwoods of Buryatia: diversity analysis, ecological-geographical features, and chemotaxonomy of section *Abrotanum*

B. B. Namzalov¹, S. V. Zhigzhitzhapova², N. G. Dubrovsky³, A. B. Sakhyaeva¹, L.D. Radnaeva^{1,2}

¹Buryat State University, Smolina St. 24a, Ulan-Ude 670000, Russia

²Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of RAS, Sakhyanovoy St. 8, Ulan-Ude, 670047, Russia

³Tuva State University, Lenin St. 36, Kyzyl 667000, Russia

E-mail: namzalov@rambler.ru

The wormwoods of Buryatia includes 48 species and subspecies, which belong to three subgenus and seven sections (subgenus *Artemisia*, sections - *Artemisia*, *Abrotanum*, *Absinthium*; subgenus *Dracunculus*, sections - *Dracunculus*, *Campestris*, *Psammophilae*; subgenus *Seriphidium*, section - *Halophilum*). Most of the wormwoods of the region are xerophytes and mesoxerophytes, belonging to the steppe and forest-steppe ecological-coenotic groups (34 species, 70.8%), mainly from the sections of *Artemisia*, *Abrotanum*, and *Campestris*. Ecological-geographically, Central Asian, South Siberian, and North Asian species dominate, accounting for 45.8% of the total species composition with significant share of species with wide Eurasian distribution area (8 species, 16.6%). Endemism is peculiar to the species of psammophyte-steppe (*Artemisia ledebouriana*, *A. xylorhiza*) and mountain-steppe (*Artemisia subviscosa*) genesis (3 species, 6.25%). In the systematic relation, interpretations of a taxonomical variety on separate sections are ambiguous, among them there is *Campestris*, *Absinthium*, *Abrotanum*. In the section *Abrotanum* the identification of species close to *Artemisia gmelinii* is problematic. As a result of a detailed study of the composition of the essential oil, the additional chemotaxonomic criteria for the taxonomic status of *Artemisia messerschmidtiana* and *A. santolinifolia* were suggested. So, the presence of davanone components in the oil of *Artemisia santolinifolia* can be the taxonomic sign of this species. Specific components in high concentrations were also found in the composition of *Artemisia messerschmidtiana*, namely trans-Sabinene hydrate (2.4%), gamma-Terpinene (2.0%), and Germacrene D (1.6%).

Key words: distribution area; Buryatia; species; component composition; *Artemisia*; wormwood; ecological-geographical analysis; endemic; essential oils

Полыни Бурятии: анализ разнообразия, эколого-географических особенностей и хемотаксономии секции *Abrotanum*

Б. Б. Намзалов¹, С. В. Жигжитжапова², Н. Г. Дубровский³, А. Б. Сахьяева¹,
Л. Д. Раднаева^{1,2}

¹Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, 670000, Россия

²Бурятский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, 670047, Россия

³Тувинский государственный университет, г. Кызыл, 667000, Россия

E-mail: namzalov@rambler.ru

Разнообразие полыней Бурятии включает 48 видов и подвидов, которые относятся к трем под родам и семи секциям (подрод *Artemisia*, секции - *Artemisia*, *Abrotanum*, *Absinthium*; подрод *Dracunculus*, секции - *Dracunculus*, *Campestris*, *Psammophilae*; подрод *Seriphidium*, секция - *Halophilum*). Большинство полыней региона ксеро- и мезоксерофиты, относящиеся к степной и лесостепной эколого-ценотическим группам (34 вида, 70,8 %), преимущественно из секций *Artemisia*, *Abrotanum*, *Campestris*. В эколого-географическом отношении преобладают центральноазиатские, южно-

сибирские и североазиатские виды, составляющие 45,8 % общего видового состава при достаточном представительстве видов с широким евразийским ареалом (8 видов, 16,6 %). Эндемизм (3 вида, 6,25 %) свойственен видам псаммофитно-степного (*Artemisia ledebouriana* Besser, *A. xylorhiza* Krasch. ex Filatova) и горностепного (*Artemisia subviscosa* Turcz. ex Besser) генезиса. В систематическом отношении неоднозначны трактовки таксономического разнообразия по отдельным секциям, среди них *Campestris*, *Absinthium*, *Abrotanum*. В секции *Abrotanum* сложны дифференциации видов из родства *Artemisia gmelinii*. В результате детального исследования компонентного состава эфирного масла выявлены дополнительные хемотаксономические критерии видового статуса полыней *Artemisia messerschmidtiana* Besser, *A. santolinifolia* Turcz. ex Besser. Так, вид *Artemisia santolinifolia* отличается наличием даваноновых компонентов в составе его масла. В составе полыни Мессершмидта выявлены высокие содержания специфических компонентов, среди них *транс*-сабиненгидрат (2,4 %), γ -терпинен (2,0 %) и гермакрен D (1,6 %).

Ключевые слова: ареал; Бурятия; вид; компонентный состав; полынь; эколого-географический анализ; эндемик; эфирные масла

Введение

Полынь *Artemisia* L. – интереснейший род в познании эколого-географических и флорогенетических связей и закономерностей, для определения древнейших и новейших центров видообразования в растительности Евразии, а также отдельных ее крупных биогеографических областей и провинций (Krasheninnikov, 1958; Popov, 1959; Malyshev, 2002). Бурятия как часть Байкальской Сибири, укладывающийся в границы Ангарского флористического центра, в трактовке А. Н. Криштофовича (Krishtofovich, 1958) составляет один из локусов наибольшего разнообразия полыней Сибири.

Материалы и методы

Сводный список видов растений рода *Artemisia* L. во флоре Бурятии основан как на материалах собственных коллекций, так и литературных источников (Krasnoborov, 1997; Vazarova et al., 2002; Namzalov et al., 2015, 2018). Фитогеографический анализ разнообразия полыней флоры Бурятии проведен в соответствии концепцией Л. И. Малышева и Г. А. Пешковой (1984). Латинские названия растений приводятся по “Флоре Сибири” (1987–1997).

Фитохимический анализ компонентов эфирных масел близкородственных видов полыней (*Artemisia messerschmidtiana* Bess. и *A. gmelinii* Web. ex Stechm., *A. santolinifolia* Turcz. ex Bess.) проведен для обоснования их таксономического статуса. Образцы полыней собраны в трех локусах: полынь Мессершмидта на хребте Энысской (N50°93'57" E106°17'97"), полынь Гмелина на Загустайском валу (N50°53'21" E106°12'70") в пределах Селенгинского среднегорья Западного Забайкалья. Образцы полыни сантолинолистной – из долины р. Ока, уроч. Монголжон (N52°42'59" E99°36'28") Окинского нагорья, Восточных Саян.

Для исследования эфирных масел собраны растения в фазе бутонизации. Гербарные образцы хранятся в лабораториях Научного гербария (UUDE) и химии природных систем БИП СО РАН-ФГБОУ ВО «БГУ» (Улан-Удэ). Эфирное масло выделяли из воздушно-сухой массы надземных частей растений методом гидродистилляции. Его состав был исследован методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе 6890 (Agilent, США) с квадрупольным масс-спектрометром MSD 5973N (Agilent, США) в качестве детектора. Использована 30-метровая кварцевая колонка HP-5MS с внутренним диаметром 0.25 μ m. Процентный состав компонентов эфирного масла вычислен по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ основан на сравнении рассчитанных значений линейных индексов удерживания, времен удерживания, полных масс-спектров с библиотекой хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения. Количественный анализ выполнен методом внутренней нормировки по площадям пиков без использования корректирующих коэффициентов.

Результаты исследования и обсуждение

Во флоре Бурятии отмечено 48 видов и подвидов полыней, которые относятся к трем под родам и семи секциям (подрод *Artemisia*, секции – *Artemisia*, *Abrotanum*, *Absinthium*; подрод *Dracunculus*, секции – *Dracunculus*, *Campestris*, *Psammophilae*; подрод *Seriphidium*, секция *Halophilum*). Большинство из них относятся к видам ксерофитной и мезоксерофитной экологии, степной и лесостепной эколого-ценотическим группам (34 вида; 70,8%), секциям – *Artemisia*, *Abrotanum* и *Campestris*. В эколого-географическом отношении преобладают центральноазиатские, южно-сибирские и североазиатские виды, составляющие 45,8 % общего видового состава при достаточном представительстве видов с широким евразийским ареалом (8 видов; 16,6 %). Эндемизм (3 вида; 6,25 %) свойственен видам псаммофитно-степного (*Artemisia ledebouriana*, *A. xylorhiza*) и горностепного (*A. subviscosa*) генезиса (табл. 1). Далее подробно рассмотрим выявленные закономерности.

Анализ видового состава полыней в соотношении ареалогических и эколого-ценотических групп выявил наличие богатого по видовому разнообразию степного кластера в центральноазиатском и южно-сибирском секторах. Здесь отмечено 12 видов из 19 степных – собственно степные, горностепные и пустынно-степные (63,2 %), а также три эндемичных вида, свойственных только степям. Причем эндемизм в полынях равномерно затронул по одному виду в трех эколого-ценотических группах степного генезиса. Из них в типично-степной экогруппе – это *Artemisia ledebouriana*, в горностепной – *A. subviscosa* и в пустынно-степной – *A. xylorhiza*. Последний факт указывает на древность и преемственность степного флорогенеза в условиях Забайкалья (табл. 1).

Таблица 1. Распределение полыней *Artemisia* L. по ареалогическим и эколого-ценотическим группам во флоре Бурятии

Эколого-ценотическая группа	Ареалогическая группа											Всего
	Г	ЕА	АА	ОА	СА	ЕС	ВА	ЮС	ЦА	МД	Э	
Высокогорная (ВВ)			2		1							3
Светлохвойно-лесная (СХ)	1				1		1	2	1	1		7
Лесостепная (ЛС)	1	5	1	1	2	1	1				3	15
Степная (СС)		2			1				2		1	6
Горностепная (ГС)		1						3	4		1	9
Пустынно-степная (ПС)									3		1	4
Лугово-солончаковая (ЛГ)							2		2			4
Всего	2	8	3	1	5	1	4	5	12	4	3	48

Интересен бореальный блок полыней, включающий собственно таежный, преимущественно состоящий из видов светлохвойно-лесной эколого-ценотической группы с включением элементов лесостепного генезиса – растений остепненных подтаежных лесов. Показательно секторальное распределение, примерно в равном соотношении голарктико-евразийских (8 видов), евро-североазиатских (5 видов) и восточноазиатско-маньчжуро-даурских (6 видов) элементов во флоре. Подобное распределение лесных по генезису видов указывает на историческое единство циркумполярного бореального биома, в целом показавшее единое и равное их соотношение. Этот феномен особенно ярко иллюстрирует комплекс видов мезоксерофитной или ксеромезофитной экологии, характерный травяным лесам древней (пра-лесостепной) и современной лесостепи. Однако при автономном рассмотрении собственно видов бореальной (хвойнолесной или таежной) группы обнаруживается почти полное отсутствие видов с широким евразийским ареалом при очевидном преобладании азиатских – южно-сибирско-центральноазиатских (3 вида) и дауро-восточноазиатских (2 вида). Такое распределение объясняется генезисом полыней в экстраконтинентальных условиях формирования светлохвойно-лесной (преимущественно лиственничной) тайги севера Центральной и Восточной Азии. Это такие виды, как *Artemisia tanacetifolia* L., *A. bargusinensis* Spreng., *A. phaeolepis* Krasch., *A. lagocephala* (Besser) DC. и *A. umbrosa* (Besser) Pamp. (табл. 1).

В высокогорьях и азональных лугово-солончаковых комплексах, как видно из таблицы распределения полыней, их роль очень незначительна, они представлены всего семью видами. Это 14,5 % общего разнообразия полыней. Полыни лугово-солончакового ряда (4 вида) имеют соотношения в равных долях – центральноазиатский и восточноазиатско-даурский характер распределения. Как ожидалось, два вида из них с центральноазиатским ареалом – типично солончаковые (*Artemisia schrenkiana* Ledeb., *A. anethifolia* Weber ex Stechm.), а остальные два – мезофиты восточноазиатские (*Artemisia selengensis* Turcz. ex Besser, *A. integrifolia* L.), характерные в составе растительности долинно-кустарниковых, пойменно-луговых экосистем, что вполне закономерно.

Высокогорье как центр арктоальпийского очага флорогенезиса менее всего затронуло род *Artemisia*. Данная закономерность хорошо заметна при оценке разнообразия полыней Бурятии – всего три вида из 48. Это два американо-азиатские альпийские (*Artemisia furcate* M. Bieb., *A. borealis* Pall.) и единственная североазиатская арктоальпийская полынь – *A. czekanowskiana* Trautv.

Такова краткая характеристика эколого-географического распределения полыней во флоре Бурятии. Из анализа видно, что основное их разнообразие связано видами степного генезиса. Вторым по значимости является полыни лесного генезиса, при этом роли светлохвойно-таежного и пребореально-лесостепного очагов генезиса примерно уравновешены. Эндемизм во флоре полыней проявился слабо и исключительно в степных эколого-ценотических комплексах, и при этом равномерно – в горностепных и пустынно-степных, по одному виду. Этот факт подчеркивает, что разнообразие полыней Бурятии – неотъемлемая часть единого южно-сибирско-центральноазиатского центра формирования полыней Евразии (Krasheninnikov, 1958).

Достаточно информативными представляется анализ особенностей распределения видов полыней по регионам Бурятии и в целом по Байкальской Сибири с учетом сопредельных территорий (табл. 2). При этом выявлено, что более половины видового разнообразия (31 вид, 64,5 %) полыней приходится на подрод настоящих полыней *Artemisia*, где преобладают по количеству видов секции *Abrotanum* (13) и *Absinthium* (11), в составе последней отмечен один из трех эндемиков Бурятии. Это *Artemisia subviscosa*, характерная в горных степях Северного Прибайкалья – Баргузинская долина, горы Витимского нагорья. В целом, виды из этих секций хорошо представлены во всех регионах Прибайкалья и Забайкалья, Саян. Однако наибольшее их количество приходится

на горы и долины Прибайкалья и Селенгинского Среднегорья. Саяны и Восточное Забайкалье имеют примерно равное количество полей из этих секций, от трех в Саянах до семи в Даурии.

Таблица 2. Соотношение числа видов полей Бурятии по секциям и секторам (долготным географическим территориям)

Подрод Секция	Бурятия	Восточный	Прибайкалье	Селенгинское	Северное	Восточное
		Саян с Прихубсугульем	с Приангарьем	среднегорье	Прибайкалье	Забайкалье
		I	II	III	IV	V
Artemisia						
<i>Artemisia</i>	7	4	2	6	3	4
<i>Abrotanum</i>	13	6	9	11	6	7
<i>Absinthium</i>	11/1	3	8/+	7	7/+	5
Dracunculus						
<i>Dracunculus</i>	4	2	3	3	3	3
<i>Campestris</i>	9/2	7	6/∧	7/∧	5	3
<i>Psammophilae</i>	2			2/*		
Seriphidium						
<i>Halophilum</i>	2		2	2		1
Всего видов	48/3	22	30/2	38/2	24/1	23

Примечание: Географические регионы Бурятии и сопредельные территории: I – Восточносаянский с Прихубсугульем; II – Прибайкалье с Приангарьем и включением Ольхона; III - Селенгинское Среднегорье (южная Бурятия); IV - Северное Прибайкалье с Витимским плоскогорьем; V - Даурия (Восточное Забайкалье). Количество эндемичных видов по секциям и регионам Бурятии указано в знаменателе. В секции *Absinthium* – эндемик горных степей Северного Прибайкалья и Витимского плоскогорья (*A. subviscosa*+), секции *Campestris* – эндемик песчаных степей Прибайкалья и Селенгинского Среднегорья (*A. ledebouriana*∧) и субэндемик каменистых и псаммофитных степей Селенгинской Даурии и Монголии (*A. xylorhiza**).

Виды из типовой секции *Artemisia* равномерно распределены во всех секторах (по 3–4 вида) от Саян до Восточного Забайкалья (Даурии). Однако наибольшее разнообразие типичных полей характерно в Селенгинском Среднегорье. Это в основном прибрежные долинно-пойменные, лугово-кустарниково-уремные виды – *Artemisia vulgaris* L., *A. integrifolia*, *A. selengensis*, *A. umbrosa*, а также солончаково-луговые – *A. leucophylla* (Turcz. ex Besser) Pamp., *A. mongolica* (Besser) Fisch. ex Nakai.

Не менее разнообразны видами подрод *Dracunculus* (15 видов; 31,2 %) с тремя секциями – *Dracunculus*, *Campestris*, *Psammophilae*. Из них наиболее представительна во флоре Бурятии секция *Campestris* (9 видов из 15), но и оригинальна с одним эндемичным видом *Artemisia ledebouriana*. В целом, это очень характерные горностепные виды – виды ценозоообразователи, в их числе *Artemisia commutata* Besser в разнотравных луговых степях, травяных остепненных лесах – березняках, сосняках и лиственничниках; *Artemisia dolosa* Krasch., *A. pycnorhiza* Ledeb., *A. bargusinensis* Spreng. – в горных разнотравно-петрофитных, криоксерофитных степях. В отличие от них в псаммофитных степях Прибайкалья и Селенгинского среднегорья доминирует эндемик песчаных степей – *Artemisia ledebouriana* Besser, придавая своеобразие ландшафтам Бурятии.

В целом, виды полей этой секции распределены равномерно по регионам Бурятии (по 6–7 видов), немного уступает Даурия из-за преобладания сравнительно однообразного равнинно-среднегорного рельефа. В отличие от видов секции *Dracunculus* с обширными гларктическими, азиатско-американскими ареалами мезоксерофитов (*Artemisia dracunculus* L., *A. glauca* Pall. ex Willd.), особняком выделяется секция *Psammophilae* с двумя очень редкими видами, известными из песчаных степей Селенгинского среднегорья (Dulerova et al., 2012), один из них Южнобурятско-хэнтэйский субэндемик – *Artemisia xylorhiza*. Krasch. ex Filatova.

Секция *Halophilum* из подрода *Seriphidium* специфична для Центральной Азии, и два вида полей – *Artemisia nitrosa* Weber ex Stechm., *A. Schrenkiana* Ledeb. – из этой секции в Бурятии являются рубежными, составляя оригинальные популяции в значительном отрыве от исходных древнейших центров их формирования – засоленных пустынь и полупустынь Внутренней Азии (Namzalov et al., 2018). Они известны из единичных точек их местообитаний в Тугнуйской и Иволгинской долинах Селенгинского среднегорья Западного Забайкалья, придавая своеобразный облик солончаковых пустынь Азии в бореальных ландшафтах Забайкалья.

При всем большом разнообразии полей Байкальской Сибири, на модели Бурятии – срединного и наиболее полно представляющего фитобиоту Байкала, следует отметить, что она, в общем, малооригинальна, господствуют виды с широкими евразийскими, североазиатскими и центральноазиатскими ареалами. Это видно, с одной стороны, в сравнительной степени бедности эндемизма (3 вида из 48; 6,2 %), с другой – эндемизм достаточно локален и связан с песчаными ландшафтами Селенгинского среднегорья и Прибайкалья (полюнь Ледебур), а также горностепными убурами северного Прибайкалья (полюнь клейковатая). В какой-то мере их можно

рассматривать в качестве локусов древнейшего (до Байкальского рифтогенеза) эндемизма в лоне Ангариды, в то время, по-видимому, единого центральноазиатско-ангаридского узла флорогенеза. Вероятно, к этому же периоду формообразования следует отнести генезис полыни Баргузинской. Однако современный ареал вида достаточно широкий – южносибирско-монгольский (Darimaa, Gubanov, 1990), что указывает на более ранние этапы морфогенеза этой полыни в сравнении с полынью Ледебурга.

В заключение – некоторые размышления о филогенетических связях в сериях родственных рядов внутри секций. Так, особенно показательна секция *Absinthium* DC, сегодня подразделяемая на 7 подсекций – *Frigidae*, *Lagocephala*, *Rutifolia*, *Rupestris*, *Obtusilobae*, *Absintium*, *Anethifolia* (Krasnoborov, 1997). Вероятно, статус и степень обоснованности выделения надвидовых таксонов не всегда бывают оправданными, тем более их генетическое родство. Не случайно, М. Г. Попов (Popov, 1959) секцию *Absintium* рассматривал очень широко, объединяя в нее виды из родства *Artemisia frigida* Willd., *A. sericea* Weber ex Stechm., *A. rupestris* L. При этом, касаясь *Artemisia subviscosa* Turcz. ex Besser, отмечает, что вид «очень близкий к *Artemisia frigida*, возможно, просто его раса» (с. 738). Такой вид, как *Artemisia rutifolia* Stephan ex Spreng., автор относил к секции *Abrotanum*, тогда, как И. М. Красноборов (Krasnoborov, 1997) выделял ее в отдельную подсекцию *Rutifolia* в секции *Absinthium*, вслед за П. П. Поляковым (Polyakov, 1961). Несомненно, эти непростые вопросы в систематике полыней необходимо решать, привлекая дополнительные критерии, в том числе хемосистематические.

Данный подход применительно к полыням не нов, имеются ряд обобщений хемотаксономического плана (Goryaev et al., 1962; Shatar, 1973; Berezovskaya, 1978; Khanina, 1999; Shatar et al., 2006). Привлечение дополнительных сведений о родстве таксонов с учетом компонентного состава эфирного масла представляется интересным. Представляем некоторые наши результаты анализа состава эфирного масла в полынях Бурятии и об их информативности в решение некоторых вопросов систематики полыней.

В качестве модельной мы рассмотрели полыни из подрода *Artemisia*, секции *Abrotanum* Bess., а в ней одноименную подсекцию, состоящую из шести видов. Это преимущественно полукустарниковые и полукустарничковые полыни (*Artemisia adamsii* Besser, *A. gmelinii* Web. Ex Stechm., *A. freyniana* (Pamp.) Krasch., *A. macrantha* Ledeb., *A. messerschmidtiana* Besser, *A. santolinifolia* Turcz. ex Besser), за исключением травянистого многолетника *Artemisia macrantha*. Полыни этой группы заметно отличаются от видов других подсекций и биоморфологически, и экологически. В фитогеографическом плане относятся к рубажным видам пребореального, лесостепного флористического комплекса, находящимся как на западной (*Artemisia freyniana*, *A. messerschmidtiana*), так и на восточной (*Artemisia santolinifolia*) границах ареалов (рис. 1). Это виды мезоксерофитной экологии, характерные в сообществах остепненных лесов и луговых разнотравных степей, кустарниково-опушечных группировок степоидного облика. Лишь *Artemisia adamsii* проявляет тяготение к аazonальным солончаковым комплексам – леймусникам и чиевникам. И только в составе трансформированных залежных сообществ вид проникает в типичные горностепные ландшафты.

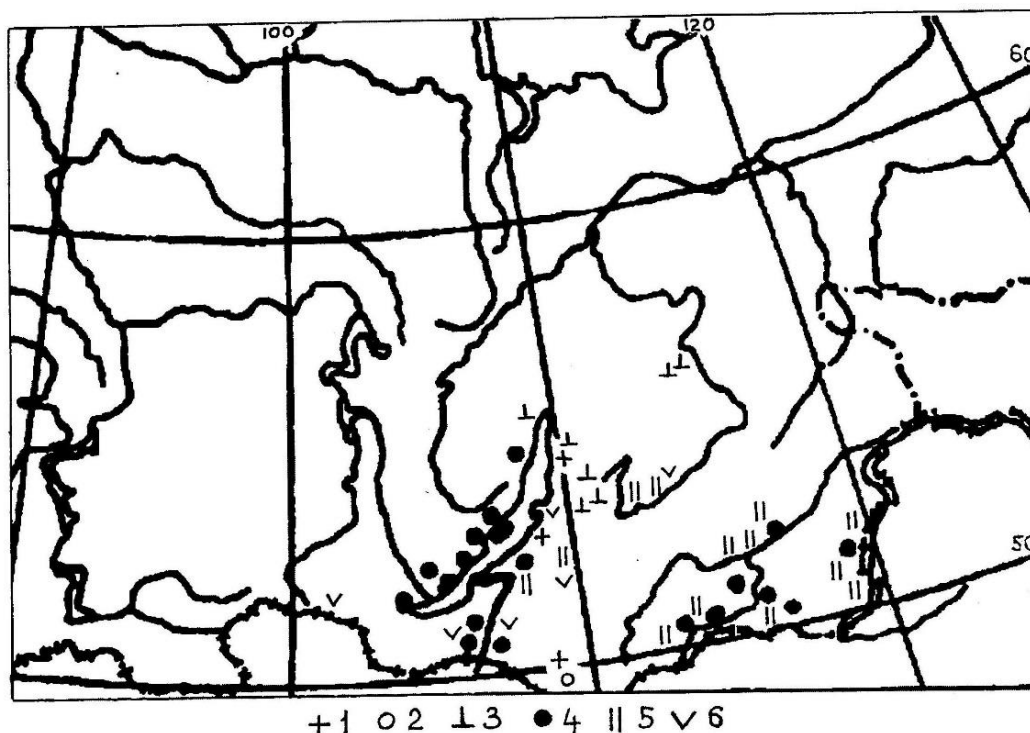


Рис. 1. Распределение эндемичных и рубажных видов полыней в Байкальской Сибири, Бурятии (Krasnoborov, 1997; Rykhalova, Namzalov, 2013, а также по нашим данным). Эндемики: 1. *Artemisia ledebouriana* (Прибайкальско-Селенгинско-Даурский); 2. *Artemisia xylophiza* (Селенгинско-Даурско-Хэнтэйский); 3. *Artemisia subviscosa* (Северо-Прибайкальский). На западной границе ареала – 4. *Artemisia messerschmidtiana*; 5. *Artemisia freyniana*. На восточной границе ареала – 6. *Artemisia santolinifolia*.

Виды подсекции, несмотря на морфоэкологическую близость и флорогенетическое единство, имеют специфические особенности и нередко трактуются с различных позиций в систематическом плане. Так, например, особенно противоречивые взгляды специалистов к серии видов типично лесостепного комплекса – *Artemisia gmelinii*, *A. messerschmidtiana*, *A. freyniana* (Voroshilov, 1982; Grubov, 1982; Berezovskaya et al., 1991). В фитохимическом отношении полыни подсекции *Abrotanum* (подрод *Artemisia*), прежде всего *Artemisia gmelinii* относится к группе полыней, эфирные масла которых содержит большое количество терпеновых соединений (1,8-цинеола, камфоры, кариофиллена и др.). Однако в эту группу входят полыни, относящиеся к самым разным секциям и даже под родам – *Artemisia scoparia* Waldst. ex Kit., *A. dolosa* Krash. (секция *Campestris* подрод *Dracunculus*), *A. Nitrosa* Web. ex Stechm. (секция *Halophilum* подрод *Seriphidium*). В этом смысле терпеноидность в составе эфирного масла не является специфичным для полыней из родства *Artemisia gmelinii*.

Детальный покомпонентный анализ эфирного масла в группе близких по морфологии и экологии полыней оказался достаточно информативными. Это относится к таким полыням, как *Artemisia gmelinii*, *A. messerschmidtiana* и *A. santolinifolia*. Так, по мнению В. Н. Ворошилова (Voroshikov, 1997), такие виды, как *Artemisia freyniana* и *A. messerschmidtiana* являются лишь экологическими расами полыни Гмелина. С другой стороны, позиции многих систематиков не подвергают сомнению видовой статус отмеченных выше видов (Grubov, 1982; Darimaa, Gubanov, 1990; Boyko, 1990; Krasnoborov, 1997). Кроме того, рядом авторов (Berezovskaya et al., 1991) высказываются идеи о более широком толковании полыни Мессершмидта, в которую включена как синоним *A. freyniana* (Pamp.) Krasch. Относительно другого вида секции – *Artemisia santolinifolia* – утверждается новый взгляд, согласно которому данный вид рассматривается как синоним полыни Гмелина (Ling Yeou-ruen, 1988; Korobkov et al., 2015). Все эти дискуссионные вопросы по таксономическому статусу рассматриваемых видов подвергнуты критическому анализу с учетом компонентного состава эфирного масла. Ниже рассмотрим подробнее полученные результаты.

В целом, во флоре Сибири из подсекции *Abrotanum* Bess. подрода *Artemisia* L. встречается 8 видов, из них как отмечено выше на территории Бурятии встречаются *Artemisia gmelinii*, *A. messerschmidtiana*, *A. santolinifolia*, *A. freyniana*, *A. macrantha* и *A. adamsii*. Первые четыре из перечисленных полыней относятся к таксонам близкого родства к полыни Гмелина, в систематическом плане являются наиболее сложными. Истории, связанные с открытиями этих видов, а также с последующими таксономическими комбинациями, вплоть до закрытия некоторых из них или перевода в синонимы, полны интересными фактами, подробно рассмотренные Э. В. Бойко (Boyko, 1990). Так, впервые полынь Гмелина в трактовке Вебера как *Artemisia gmelinii* Web. был обнаружен Бессером (Besser, 1834). Позднее Турчанинов (1845) во "Flora Baicalense-Dahurica" рассматривает полынь Гмелина с учетом авторства Stechmann и предлагает приоритетное название *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm.

Полынь Мессершмидта *Artemisia messerschmidtiana* Bess. так же, как и полынь сантолинолистная *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess. – виды близкого родства к *Artemisia gmelinii*. Полынь сантолинолистная, имеющая обширный преимущественно среднеазиатско-монголо-южно-сибирский ареал, характерна в горных каменистых степях, травяных лиственничных лесах и кустарниках в поясе орографической лесостепи Южной Сибири. В Бурятии вид представлен немногочисленными рудежными популяциями на восточной границе ареала (Пыхалова, Намзалов, 2013), рассматривается как древний реликтовый вид. В дополнение к уже известным популяциям редкого вида в Забайкалье было найдено новое местонахождение полыни сантолинолистной в долине Оки Восточного Саяна. Полынь доминировала в сообществе горной петрофитной степи.

Экологические особенности рассматриваемых видов хорошо видны при анализе видового состава трех характерных полынных сообществ. Полынь Гмелина – вид более мезофитный в сравнении с полынью Мессершмидта. В сообществе гмелинопопынной степи большую ценотическую роль проявляют виды широким евразийским и североазиатским ареалами мезоксерофитной экологии (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Medicago falcata* L., *Galium verum* L.). Мессершмидтопопынный фитоценоз – типично горностепной, в составе сообщества характерны виды южно-сибирско-монгольским ареалом, ксерофитной и ксеропетрофитной экологии (*Stellaria dichotoma* L., *Ephedra monosperma* C.A.Mey., *Sedum oizoon* L., *Carex pediformis* C.A.Mey., *Potentilla sericea* L.). Сообщество сантолинолистнопопынной степи в долине Горной Оки Саян также относится к горным каменистым степям, в видовом составе которых преобладают ксеропетрофиты с центральноазиатским и южно-сибирским ареалами (*Carex pediformis*, *Potentilla sericea*, *Hedysarum gmelinii* Ledeb., *Allium leucocephalum* Turcz. ex Ledeb., *Phlojodicarpus sibiricus* (Stephan ex Spreng.) Koso-Pol.).

Кроме эколого-ценотических показателей, виды отмеченных полыней имеют ряд отличий в морфологических особенностях. Главнейшие биоморфологические отличия полукустарниковых полыней – Мессершмидта, сантолинолистной и Гмелина касаются строения листьев и побегов. Так, у полыни Мессершмидта прикорневые и нижние стеблевые листья дважды и нередко трижды перисторассеченные с узкими долями 1–3 мм. При этом листья с обеих сторон беловойлочно-волосистые, ямчато-железистые. В целом листья и стебли серые от опушения, многолетние части стеблей бурые с полосчато-лупящейся корой, однолетние части побегов – светло-зелено-фиолетовые, слегка ребристые. У *Artemisia santolinifolia* прикорневые и нижние стеблевые листья дважды-трижды перисторассеченные до средней жилки и боковых с узкими долями 1–3 мм. При этом листья светло-зеленые, нередко с серо-желтым опушением молодых листьев, побегов. Многолетние части стеблей разветвленные, бурые с полосчато-лупящейся корой. Соцветие сжато метельчато-кистевидное, корзинки шаровидные, 4–6 мм в диаметре, на коротких ножках. В корзинках краевых пестичных цветков 14–16, а внутренних обоюполюх достигает в количестве до 55–60.

У полыни Гмелина темно-зеленые листья, маловетвистые побеги. Листья дважды перисторассеченные, с линейно-ланцетными дольками, на конце длиннозаостренные. Соцветие метельчатое, корзинки чаще продолговатые 2–3,5 мм в диаметре. В корзинках количество цветков почти вдвое меньше, чем у полыни сантолинолистной – краевых пестичных 10–12, обоеполых внутренних в числе 30–35.

Морфологические особенности близкородственных полыней подтверждаются и по составу компонентов эфирного масла (табл. 3). При этом анализ подтвердил не только их филогенетическую близость, но и заметные отличия, что указывает на их достаточную обособленность, выходящую на их самостоятельный статус.

Так, в составе эфирного масла полыни Мессершмидта выявлены специфические 10 компонентов (табл. 3). Среди них выделяются компоненты с высоким содержанием, это *транс*-сабиненгидрат (2,4 %), γ -терпинен (2,0 %) и гермакрен D (1,6 %).

В дополнение к показателям степени специфичности этого вида необходимо отметить ряд фактов по содержанию компонентов эфирного масла, характерных во всех трех видах. Таковыми являются сравнительно богатое содержание борнеола (8,0 % / 12,6 % / 4,0 %), α -терпинеола (0,6 % / 4,3 % / 0,2 %) и борнилацетата (2,8 % / 0,9 % / 2,5 %) и особенно высокое – 1,8-цинеола в эфирном масле полыней Мессершмидта (30,3 %) и Гмелина – 40,3 %, при очень незначительном ее содержании в масле полыни сантолинолистной – 0,3 % (Zhigzhitzhapova et al., 2010; Namzalov et al., 2015). Вопрос таксономического статуса *Artemisia santolinifolia* на сегодня остается дискуссионным. Большинство авторов признают его видовой статус (Polyakov, 1961; Krasnoborov, 1997). В то же время его рассматривают как вариант полыни Гмелина: *Artemisia gmelenii* subsp. *scheludjakoviae* Korobkov (Krasnoborov, 1997); или как синоним *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm. = *A. santolinifolia* auct. non Turcz. ex Besser (Korobkov et al., 2015).

В литературе накоплен обширный материал по химическому составу эфирного масла полыни Гмелина. Так, при сравнительном анализе эфирного масла *Artemisia gmelinii* из разных популяций Западной Сибири показано, что можно выделить два хемотипа, для которых состав эфирного масла различается очень сильно. Первый хемотип из Горного Алтая, который характерен наличием большого количества 6-ацетоксипинена (хризантенилацетата) в составе масла (до 73 %).

Второй хемотип из растений предгорного равнинного Алтая, окрестностей Томска и Красноярского края, эфирные масла которых дают схожее по составу масло, в котором константными компонентами являются *l*-цимол (0,6–4 %), 1,8-цинеол (4,0–32,0 %), γ -терпинен (0,2–1,2 %), камфора (13–40 %), изоборнеол (0,2–0,6 %) и окись кариофиллена (0,6–2,5 %) (Ханина и др., 2000). В образцах из Бурятии, Иркутской области и Монголии характерными являются 1,8-цинеол (21,5–40,3 %), камфора (10,0–31,0 %), борнеол (4,5–17,6 %), терпинеол-4 (4,5–7,7 %), *l*-цимол (1,1–3,3 %), борнилацетат (0,9–2,5 %), кариофиллен до 1,4 % и др. (Zhigzhitzhapova et al., 2010). Таким образом, характерным для эфирного масла полыни Гмелина вне зависимости от места произрастания являются 1,8-цинеол, камфора, *l*-цимол.

Полынь сантолинолистная в отличие от полыни Гмелина изучена слабо. Сведений по составу эфирных масел полыни сантолинолистной в литературе нами не найдено, хотя имеются данные о бактерицидном действии (Kartashova et al., 2012). Нами установлено, что основными компонентами эфирного масла из наземной части полыни сантолинолистной (окинская ценопопуляция) являются камфора (10,9 %), пресилфиперфолан-9 α -ол (5,2 %), борнеол (4,0 %), которые также отмечены в составе масла полыни Гмелина (Namzalov et al., 2017). Интересным является то, что в составе масла полыни сантолинолистной характерно большое содержание производных даванона, в том числе давана эфир (изомер 1) (2,1 %), даванофуран (изомер) (1,3 %), *цис*-трео-даванофуран (1,4 %), давана эфир (0,8 %), давана эфир (изомер 2) (0,9 %), *пор*-даванон (0,5%). В эфирном масле полыни Гмелина отмечено лишь даванон, который отсутствует в масле полыни сантолинолистной (табл. 3).

Однако лишь у центральноазиатских популяций полыни Гмелина выявлено очень незначительное содержание даванон-производных в составе эфирного масла (Zhigzhitzhapova et al., 2010), при отсутствии их в западных равнинных популяциях вида (Khanina et al., 2000; Suleymenov et al., 2010). Отсюда становится очевидным, что наличие даваноновых компонентов в составе масла *Artemisia santolinifolia* отличает вид от близкородственной полыни Гмелина. Это в определенной степени подтверждается и морфологическими особенностями видов полыней.

Заключение

По данным анализа бурятских популяций полыни Мессершмидта и полыни сантолинолистной, вполне подтверждается их видовой статус не только с позиций морфологического критерия, но и фитохимического – с учетом компонентного состава эфирного масла.

В целом, результаты исследований показали, что с учетом эколого-морфологических и фитохимических данных можно говорить о трех близкородственных видах в секции *Abrotanum* Bess. из подрода настоящих полыней *Artemisia* L. Это *Artemisia gmelinii*, *A. messechmidtiana* и *Artemisia santolinifolia*. Если первый – это пребореально-лесостепной вид с обширным евразийским ареалом, то второй имеет более узкий ареал – это восточноазиатский лесостепной вид. Полынь Мессершмидта в условиях Западного Забайкалья – гемизндемик, составляющий западные рубежные популяции Байкало-Дауро-Монгольского горно-лесостепного вида. В такой же степени рубежными представляются местонахождения полыни сантолинолистной в Бурятии, представляющие лишь небольшие локальные популяции на восточной границе его обширного среднеазиатско-южно-сибирско-монгольского ареала.

Таблица 3. Содержание компонентов эфирного масла полыни, полыни Мессершмидта и полыни сантолинолистной, произрастающих в степных сообществах Селенгинского среднегорья (Западное Забайкалье) и Окинского нагорья (Восточные Саяны)

Названия компонентов	Полынь Мессершмидта*	Полынь Гмелина**	Полынь Сантолинолистная***
α-пинен	0,5	0,4	
камфен	2,0	2,4	0,2
β-пинен	0,5	0,4	
окт-1-ен-3-ол	0,5	0,5	
α-терпинен	1,1	1,1	
1,8-цинеол	30,3	40,3	0,3
камфора	25,4	25,2	10,9
изоборнеол	0,3	0,5	
пинокарвон	0,6	0,5	0,3
борнеол	12,6	8,0	4,0
α-терпинеол	4,3	0,6	0,2
борнилацетат	2,8	0,9	2,5
<i>Специфические компоненты полыни Мессершмидта</i>			
вербенол	0,3		
β-фелландрен	0,3		
β-мирцен	0,4		
α-фелландрен	0,3		
л-цимол	3,3		0,1
терпинеол-4	4,5		0,8
оксид кариофиллена	0,4		
<i>Специфические компоненты полыни Гмелина</i>			
трициклен		0,1	
сабинен		0,2	
γ-терпинен		2,0	0,1
транс-сабиненгидрат		2,4	
миртенол		0,5	
α-копаен		0,1	
Кариофиллен		0,4	0,7
Гумулен		0,1	
гермакрен D		1,6	
β-бисаболен		0,3	
<i>Специфические компоненты полыни сантолинолистной</i>			
Спатчуленол			8,1
пог-даванон			0,5
пресилфиперфолан-9α-ол			5,2
давана эфир (изомер1)			2,1
даванофуран (изомер)			1,3
цис-трео-даванофуран			1,4
давана эфир			0,8
давана эфир (изомер2)			0,9

Фитоценозы и даты сборов: *Ковыльно-осочково-миссершмидтопопынная каменистая степь. Селенгинское среднегорье, Тамчинская долина, хр. Энысей. На крутых развалах вулканических пород (базальтах). Проективное покрытие травостоя – 30 %. 4 мая 2015 г. ** Кострово-тараново-гмелинопопынная луговая степь. Селенгинское среднегорье, Загустайский вал. Шлейфы и подножья лессовых обнажений. Проективное покрытие травостоя – 70 %. 22 июня 2015 г. ***Петрофитная стоповидноосоково-сантолинолистнопопынная степь. Саяны, долина р. Ока, уроч. Монголжон. Каменистый склон (метаморфизированные известняки с песчаниками). Проективное покрытие травостоя – 40-50 %. 17 августа 2016 г.

Гербарные образцы полыней хранятся в гербарии Бурятского государственного университета UUDE (г. Улан-Удэ) и лаборатории химии природных систем БИП СО РАН.

Благодарности

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук и гранта БГУ № 19-10-0502. Авторы весьма признательны А. А. Коробкову за помощь в диагнозе видов, в расшифровке сложных переходных форм и разновидностей полыней из родства *Artemisia gmelinii* из различных локусов Забайкалья и Саян, а также за ценные консультации.

References

- Bazarova, S.V., Bodoev, N.V., Namzalov, D.D. (2002). Khimicheskij sostav efirnogo masla polyni klejkovatoj *Artemisia subviscosa* Turcz. ex Bess. [The chemical composition of essential oil of *Artemisia subviscosa* Turcz. ex Bess. Chemistry of plant raw material, 1, 81-84. (In Russian).
- Berezovskaya T.P. (1978). Khemotaksonomiya polynej Yuzhnoj Sibiri. [The chemotaxonomy of wormwoods of Southern Siberia]. Thesis of Doctoral Dissertation. Novosibirsk. (In Russian).
- Berezovskaya T.P., Amelchenko V.P., Krasnoborov I.M., Seryx E.A. (1991). Polyni Sibiri (sistematika, ekologiya, ximiya, khemosistematika, perspektivy ispolzovaniya). [Wormwoods of Siberia: systematics, ecology, chemistry, chemosystematics, using prospects]. Novosibirsk: Nauka (In Russian).
- Boyko E.V. (1990). K taksonomii polyni Gmelina – *Artemisia gmelinii* (Asteraceae), blizkix k nej vidov. (pp. 110-115). [To the taxonomy of wormwood Gmelin - *Artemisia gmelinii* (Asteraceae), species close to it. In: Chorology and taxonomy of plants of the Soviet Far East. Vladivostok. (In Russian).
- Goryaev M.I., Bazaliczskaya V.S., Polyakov P.P. (1962). Khimicheskij sostav polynej. [The chemical composition of wormwood]. Alma-Ata (In Russian).
- Grubov V.I. (1982). Opredelitel sosudistyx rastenij MNR. [Key to vascular plant of MPR] Leningrad. Nauka. (In Russian).
- Darimaa Sh., Gubanov I.A. (1990). Geografiya polynej v Mongolskoj Narodnoj Respublike. [The geography of wormwoods in the Mongolian People's Republic. Byulleten' Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody Otdel Biologicheskii. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series, 95(3), 98-111. (In Russian).
- Dulepova N.A., Korobkov A.A., Korolyuk A.Yu., Koceruba V.V. (2012). Novye dannye o polyniyax podroda *Dracunculus* (*Artemisia*, Asteraceae) iz Respubliki Buryatiya. [New data about wormwoods of the subgenus *Dracunculus* (*Artemisia*, Asteraceae) from the Republic of Buryatia. Turczaninowia, 15(2), 55-61. (In Russian).
- Krasnoborov I.M. (1997). *Artemisia* L. – Polyn. [*Artemisia* L. – Wormwood]. In: Siberian flora. № 13: Asteraceae (Compositae)]. Novosibirsk. Nauka. Siberian Branch Russian Academy of Science, 90-141. (In Russian).
- Khanina M. A. (1999). Polyni Sibiri i Dalnego Vostoka (farmakognosticheskoe issledovanie i perspektivy ispolzovaniya v medicine). [Wormwood of Siberia and the Far East (pharmacognostic research and prospects for use in medicine)]. Thesis of Doctoral Dissertation. Perm. (In Russian).
- Korobkov A.A., Galanin A.V., Belikov A.V. (2015). Flora Daurii. Tom VI (Asteraceae). [Flora of Dauria. Vol. VI (Asteraceae)]. Naxodka, Institut texnologii i biznesa. (In Russian).
- Krashennikov I.M. (1958). Rol i znachenie angarskogo floristicheskogo centra v filogeneticheskom razvitii osnovnyx evrazijskix grupp polynej podroda *Eurtemisia*. [The role and importance of the Angarsk floristic center in the phylogenetic development of the main Eurasian groups of wormwoods of the subgenus *Eurtemisia*. In: Materials on the history of flora and vegetation of the USSR]. Moscow-Leningrad. USSR Academy of Science Press, 3, 64-129. (In Russian).
- Kristofovich A.N. (1958). Proisxozhdenie flory angarskoj sushi. [The origin of Angara land flora. In: Materials on the history of flora and vegetation of the USSR]. Moscow-Leningrad. USSR Academy of Science Press, 3, 7-42. (In Russian).
- Ling Yeou-ruen. (1988). The Chinese *Artemisia* Linn – the classification, distribution and application of *Artemisia* Linn. In China. Bulletin of Botanical Research. South China Institute of Botany, Academia Sinica Guangzhou, Guangdong, 8(4), 1-61.
- Maly`shev L.I. (2002). Vidoobrazovanie rastenij v gorax Sibiri. [Speciation of plants in the mountains of Siberia. Siberian Journal of Ecology, 2, 531-540. (In Russian).
- Malyshev L.I., Peshkova G.A. (1984). Osobennosti i genezis flory Sibiri (Predbaikale i Zabajkale). [Features and genesis of flora of Siberia (Prebaikalia and Transbaikalia)]. Novosibirsk: Nauka. (In Russian).
- Namzalov B.B., Zhigzhitzhapova S.V., Radnaeva L.D. (2015). O fitocenoticheskoy priurochennosti i vidovom statuse *Artemisia messerschmidtiana* Bess. v Zapadnom Zabajkale. [About the phytocenotic confinement and species status of *Artemisia messerschmidtiana* Bess. in Western Transbaikalia. In: Biodiversity and preservation of the gene pool of flora, fauna and population of the Central Asian region: Proceedings of IV International Scientific Conference (October 1-4, 2015, Kyzyl, Russia). Kyzyl: Tuva State University RIO. 12-14. (In Russian).
- Namzalov B. B., Zhigzhitzhapova S.V., Radnaeva L.D., Namzalov M. B-Ts., Randalova T.E., Dylenova E.P., Cybikova S.Z. (2017). K probleme taksonomicheskogo statusa *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess.: xemosistematicheskie argumenty i osobennosti okinskoj cenopopulyacii vida (Vostochnyj Sayan). [To the problem of the taxonomic status of *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess.: hemosystematic arguments and peculiarities of the Okinsk coenopopulation of the species (Eastern Sayan). In: Problems of botany of South Siberia and Mongolia: a collection of scientific articles based on the materials of the XVI International Scientific Conference (June 5–8, 2017, Barnaul). Barnaul: Concept. 279-283. (In Russian).
- Namzalov B.B., Namzalov M.B-Ts., Zhigzhitzhapova S.V. (2018). O novej naxodke polyni selitryanoj *Artemisia nitrosa* Web ex Stechm. – redkogo vida vo flore Zabajkalya. [A new discovery of *Artemisia nitrosa* Web ex Stechm. - a rare species in the flora of Transbaikalia]. Bulletin of Buryat State University. Biology, Geography, 1, 87-92. (In Russian).
- Polyakov P.P. (1961). Rod *Artemisia* L. [Genus *Artemisia* L.] In: Flora of the USSR. Moscow-Leningrad. USSR Academy of Science Press, 26, 425-631. (In Russian).
- Popov M. G. *Artemisia* L. – Polyn. [*Artemisia* L. – The Wormwood]. In: Middle Siberian flora. Moscow-Leningrad. USSR Academy of Science Press, 2, 730-740. (In Russian).

- Pyhalova T. D., Namzalov B. B. (2013). Polyn santalinolistnaya (*Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess.). [*Artemisia santolinifolia* (*Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess.)]. In The Red Book of the Republic of Buryatia. Rare and endangered species of animals, plants and fungi. Ulan-Ude. Buryat Scientific Center Siberian Branch Russian Academy of Science (In Russian).
- Shatar S. (1973). Issledovanie khimicheskogo sostava efirnyx masel vechnozelenyx rastenij severo-zapadnogo rajona Mongolskoj Narodnoj Respubliki. [The study of the chemical composition of essential oils of evergreens of the northwestern region of the Mongolian People's Republic]. Thesis of Doctoral Dissertation. Alma-Ata. (In Russian)
- Shatar S., Bodoev N.V., Zhigzhitzhapova S.V., Altanczeczeg Sh., Namzalov B.B. (2006). Efironosnye rasteniya bassejna reki Selenga. [Etheriferous plants of the Selenga river basin]. Ulan-Ude. (In Russian).
- Voroshilov V.N. (1982). Opredelitel rastenij sovetskogo Dalnego Vostoka. [Key to the plants of the Soviet Far East]. Moscow. Nauka. (In Russian).
- Voroshilov V.N. (1997). O polynyax iz rodstva *Artemisia gmelinii* [About wormwood from *Artemisia gmelinii*. Byulleten' Moskovskogo Obshchestva Ispytatelei Prirody Otdel Biologicheskii. Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological Series, 102(1) (In Russian).
- Zhigzhitzhapova S.V., Soktoeva T.E., Radnaeva L.D. (2010). Khimicheskij sostav efirnogo masla *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm, proizrastayushhej v Centralnoj Azii. [The chemical composition of the essential oil *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm, native to Central Asia. *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja - Chemistry of plant raw material*. 2. 131-133. (In Russian).

Citation:

Namzalov B.B., Zhigzhitzhapova S. V., Dubrovsky N. G., Sakhyaeva A. B., Radnaeva L.D. (2019). Wormwoods of Buryatia: diversity analysis, ecological-geographical features, and chemotaxonomy of section *Abrotanum*. *Acta Biologica Sibirica*, 5 (3), 178-187.

Submitted: 10.08.2019. **Accepted:** 15.09.2019

crossref <http://dx.doi.org/10.14258/abs.v5.i3.6589>



© 2019 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).