

УДК 582.998.2+577(571.54)

К проблеме таксономического статуса *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess.: хемосистематические аргументы и особенности окинской ценопопуляции вида (Восточный Саян)

To the problem of the taxonomic status of *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess.: chemosystematic arguments and features of the Okinsky cenopopulation of the species (Eastern Sayan)

Намзалов Б. Б.¹, Жигжитжапова С. В.^{1,2}, Раднаева Л. Д.^{1,2}, Намзалов М. Б-Ц.¹,
Рандалова Т. Э.², Дыленова Е. П.^{1,2}, Цыбикова С. З.²

Namzalov B. B.¹, Zhigzhitzhapova S. V.^{1,2}, Radnaeva L. D.^{1,2}, Namzalov M. B-Ts.¹,
Randalova T. E.², Dylenova E. P.^{1,2}, Tsybikova S. Z.²

¹ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет», ул. Смолина, 24а, Улан-Удэ, 670000, Россия
E-mail: namzalov@rambler.ru

¹Buryat State University, Smolin str., 24a, Ulan-Ude, 670000, Russia.

²ФГБУН Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук,
ул. Сахьяновой, 6, Улан-Удэ, 670047, Россия. E-mail: Zhig2@yandex.ru

²Baikal Institute of Nature Management, Siberian Branch of the Russian Academy of sciences, Sakhyanovoy str., 6,
Ulan-Ude, 670047, Russia

Реферат. Полынь сантолинолистная *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess. (Asteraceae) встречается на территории Бурятии спорадически. Нами исследована окинская ценопопуляция. Выделено эфирное масло из воздушно-сухой массы надземных частей растений методом гидродистилляции. Методом хромато-масс-спектрометрии установлено, что основными компонентами эфирного масла являются камфора (10,9 %), пресилфиперфолан-9 α -ол (5,24 %), борнеол (4,0 %), давана эфир (изомер1) (2,11 %).

Summary. *Artemisia santolinifolia* Turcz. Ex Bess. (Asteraceae) is found on the territory of Buryatia sporadically. We explored the Okinsky cenopopulation. The essential oil has extracted from the air-dry mass of the aerial parts of plants using hydrodistillation method. Using gas chromatography-mass spectrometry method it was found that camphor (10.9 %), presiliphyperfolan-9 α -ol (5.24 %), borneol (4.0 %), davana ether (isomer) (2.11 %) are the main components of essential oil.

Полынь сантолинолистная – *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess. (Asteraceae), вид, относящийся к подроду *Artemisia*, секции *Abrotanum* Bess. (Красноборов, 1997), имеет обширный, преимущественно среднеазиатско-монголо-южносибирский ареал и характерен в сообществах горных каменистых степей, травяных листовенничных лесах и кустарниках в поясе орографической лесостепи Южной Сибири. На территории Бурятии полынь сантолинолистная *Artemisia santolinifolia* встречается спорадически. Как реликтовый вид древней, вероятно палеогеновой, пустынно-степной флоры в условиях Забайкалья, связан с особыми экотопами – обнажениями древних известняково-глинистых отложений. Подобные местообитания в Забайкалье немногочисленны, и площади их крайне ограничены. Угрозу популяциям создают современные геоморфологические процессы и антропогенные воздействия (выпас, добыча строительных материалов, рекреация) (Пыхалова, Намзалов, 2013).

Вопрос таксономического статуса *Artemisia santolinifolia* в настоящее время не ясен. Большинство авторов признает его видовую самостоятельность (Поляков, 1961; Красноборов, 1997). В то же время его рассматривают как вариант полыни Гмелина: *Artemisia gmelinii* subsp. *scheludjakoviae* Kogobkov (Красноборов, 1997) или как синоним *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm. = *A. santolinifolia* auct. non

Turcz. ex Besser (Ling Yeou-ruenn, 1988; Коробков и др., 2015). В целом, полынь сантолинолистная – вид близкого родства к *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm., более мезофитному по экологии виду с обширным евразийским ареалом. По нашим данным, в ценофлоре гмелинополынной степи Забай-

калья (Жигжитжапова и др., 2010; Намзалов и др., 2016) большую ценогическую роль проявляют виды широким евразийским и североазиатским ареалами мезоксерофитной экологии (*Bromopsis inermis*, *Medicago falcata*, *Galium verum*). В отличие от этого, видовой состав сообществ с доминированием *Artemisia santolinifolia* типично горностепной, что было показано при анализе растительности горных степей Тувы и Юго-Восточного Алтая (Намзалов, 2015). В ценофлоре сообществ характерны виды ксерофитной и ксеропетрофитной экологии (*Stellaria dichotoma*, *Ephedra equisetina*, *Sedum oison*, *Carex pediformis*, *Potentilla sericea*), преимущественно с южносибирско-монгольским ареалом.

Помимо эколого-фитоценогической специфики полыни сантолинолистной, в сравнении с полынью Гмелина отмечаются морфологические особенности этих видов. Так, при рассмотрении микропрепаратов с поверхности верхней стороны листовой пластинки видны клетки эпидермиса с извилистыми стенками. Клетки нижнего эпидермиса с более извилистыми стенками. Устьица расположены на верхней и нижней сторонах листа, устьичный аппарат аномоцитного типа. Кутикула с обеих сторон складчатая, на эпидермисе встречаются Т - образные и головчатые волоски. На обеих сторонах листа расположены крупные, овальные эфирномасличные железки с поперечной перегородкой. По краю цветоложа расположены женские цветки, в центре – обоеполые. Эпидермис цветков имеет прямоугольные клетки с мелкоизвилистыми стенками. Цветоложе густо опушено простыми Т-волосками, имеются эфирномасличные вместилища. На поперечном срезе стебель округлой формы, многогранный, с наружной стороны покрыт однослойным эпидермисом с тонким слоем кутикулы, а также видны флоэма и ксилема. По углам локализируются участки уголкового колленхимы. Сердцевина стебля представлена крупными округлыми, рыхло расположенными клетками сердцевинной паренхимы. Таким образом, микроскопический анализ вегетативных и генеративных органов полыни сантолинолистной выявил, что основные анатомо-диагностические признаки данного вида схожи с анатомо-диагностическими признаками полыни Гмелина (Жигжитжапова и др., 2015). Основное отличие заключается в наличии на эпидермисе листа полыни Гмелина бичевидных, а полыни сантолинолистной головчатых волосков.

Сбор растительного материала (надземная часть полыни сантолинолистной) был проведен в Окинском районе в Республике Бурятия. Гербарные образцы хранятся в ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет». Образцы были собраны в сообществе петрофитноразнотравно-стоповидноосоково-сантолинолистнополынной степи. Местообитание ценопопуляции: Восточные Саяны, Окинское нагорье. Окрестности с. Саяны, уроч. Монголжон, N52°42'59», E99°36'28». Каменистый склон подножья скального останца – «Тамгата». Проективное покрытие травостоя – 40–50 %. 17 августа 2016 г. Эфирное масло получали из воздушно-сухой массы надземных частей растений методом гидродистилляции. Эфирное масло было исследовано методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Agilent 6890 с квадрупольным масс-спектрометром (MSD 5973N) в качестве детектора. Была использована 30-метровая кварцевая колонка HP-5MS с внутренним диаметром 0,25 μ m. Процентный состав компонентов эфирного масла был вычислен по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ был основан на сравнении рассчитанных значений линейных индексов удерживания, времен удерживания, полных масс-спектров с библиотекой хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения (Ткачев, 2008). Количественный анализ был выполнен методом внутренней нормировки по площадям пиков без использования корректирующих коэффициентов.

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 наличием большого количества 6-ацетоксипинена (хризантенилацетата), в составе масла (до 73 %). Вторым хемотипом -- эфирные масла из растений, произрастающих в предгорной равнинной части Алтайского края, окрестностях Томска, Красноярском крае, дают схожее по составу масло, в котором константными компонентами являются *n*-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 %), пинокарвон (0,2–0,6 %), борнеол (12–24 %), терпинеол-4 (1,8–4,5 %), α -терпинеол (1,0–1,7 %), борнилацетат (0,5–3,5 %), спатчуленол (0,5–1,9 %) и окись кариофиллена (0,6–2,5 %) (Ханина и др., 2000). В образцах из Бурятии (Селенгинский р-н), Иркутской области (п. Култук, о. Оль-



Рис. Полынь сантолинолистная *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess. Особь вида Окинской популяции Восточного Саяна (окр. с. Саяны, уроч. Монголжон) (фото Б. Б. Намзалова).

что для эфирного 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 (изомер2) (0,9 %), *nor*-даванон (0,5 %). В эфирном масле полыни Гмелина отмечен лишь даванон, которой отсутствует в масле полыни сантолинолистной (табл.). Однако выявлено, что лишь у центральноазиатских популяций полыни Гмелина отмечено очень незначительное содержание даванон-производных в составе эфирного масла (Жигжитжапова и др., 2010), при отсутствии их в более западных равнинных популяциях вида (Ханина и др., 2000; Сулейменов и др., 2010). Отсюда становится очевидным, что наличие даваноновых компонентов в составе масла *Artemisia santolinifolia* отличает данный вид от близкородственной полыни Гмелина. Это в определенной степени подтверждается макроморфологическими особенностями этих видов полыней. Главнейшие отличия касаются строения листьев и побегов, а также размеров и формы корзинок. Так, 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 обоеполюх достигает в количестве до 60 (рис.). У полыни Гмелина темно-зеленые листья, маловетвистые побеги. Листья дважды перисторассеченные, с линейно-ланцетными дольками, на конце длиннозаостренные. Соцветие метельчатое, корзинки чаще продолговатые 2,0–3,5 мм в диаметре. В корзинках количество цветков почти вдвое меньше, чем у полыни сантолинолистной – краевых пестич-

хон, Приморский хребет) и Монголии (Булганский аймак) 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 %), *n*-цимол (1,1–3,3 %), борниацетат (0,9–2,5 %), α -терпинеол (0,6–1,9 %), пинокарвон (0,5–1,2 %), α -терпинен (0,7–1,5 %), октен-3-ол (0,3–0,6 %), терпинолен (0,3–0,6 %), β -пинен (0,2–0,7 %), α -пинен (0,1–0,7 %), кариофиллен (до 1,4 %) и окись кариофиллена (0,4–2,6 %) (Жигжитжапова, Раднаева, Соктоева, 2010).

Основными составляющими эфирного масла растений из Казахстана являются 1,8-цинеол (28,5 %), камфора (11,3 %), борнеол (9,3 %), α -туйон (8,6 %), *n*-цимол (3,7 %), *цис-n*-ментен-2-ол (2,5 %), камфен (1,8 %), *транс-n*-ментен-2-ол (1,8 %) (Сулейменов и др., 2010). Таким образом, характерным для эфирного масла полыни Гмелина вне зависимости от места обитания являются 1,8-цинеол, камфора, *n*-цимол.

Полынь сантолинолистная, в отличие от полыни Гмелина, в фитохимическом отношении изучена слабо. Сведений по составу эфирных масел полыни сантолинолистной в литературе нами не найдено, хотя имеются данные о бактерицидном действии (Карташова и др., 2012). Нами установлено, что основными компонентами эфирного масла из надземной 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. Интересным является то,

ных 10–12, обоеполюх внутренних 30–35. Таким образом, сравнительный анализ морфологических особенностей вегетативных и генеративных органов, анатомических признаков полыней Гмелина и сантолинолистной, а также с учетом состава компонентов эфирного масла в качестве дополнительно-го хемосистематического диагностического признака позволяет сделать заключение о правомочности выделения полыни сантолинолистной в ранг вида. Тому подтверждение – особенности уникальной окинской популяции вида на восточной границе ареала.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты № 15-44-04112р_Сибирь_а; № 15-44-04233р_Сибирь_а) и в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук (проект V.46.5.2).

Таблица

Основные компоненты эфирных масел полыни Гмелина и полыни сантолинолистной

Компонент	Содержание, в % от цельного масла			
	полынь Гмелина			полынь сантолинолистая
	Ханина и др., 2000	Жигжитжапова, Раднаева, Соктоева, 2010	Сулейманов и др., 2010	
<i>n</i> -цимол	0,6–4	1,1–3,3	3,7	0,1
1,8-цинеол	4,0–32,0	21,5–40,3	28,5	0,3
γ -терпинен	0,2–1,2	–*	1,4	0,1
камфора	13,0–40,0	10,0–31,0	11,3	10,9
изоборнеол	0,2–0,6	0–1,0	–	–
пинокарвон	0,2–0,6	0,5–1,2	–	0,3
борнеол	12,0–24,0	4,5–17,6	9,3	4,0
α -терпинеол	1,0–1,7	0,6–1,9	0,7	0,2
борнилацетат	0,5–3,5	0,9–2,5	3,4	2,5
спатчуленол	0,5–1,9	0–3,5	–	8,1
кариофиллен	0–1,6	0–1,4	0,1	0,7
окись кариофиллена	0,6–2,5	0,4–2,6	1,1	–
терпинеол-4	0–4,5	4,5–7,7	3,3	0,8
α -терпинен	0–4,5	0,7–1,5	1,0	–
октен-3-ол	0–0,4	0,3–0,6	0,1	–
терпинолен	0–0,3	0,3–0,6	0,1	–
β -пинен	0–0,2	0,2–0,7	0,1	–
α -пинен	0–0,7	0,1–0,7	0,1	–
α -туйон	0–2,0	–	8,6	–
цис- <i>n</i> -ментен-2-ол	0–4,3	0–0,6	2,5	–
камфен	0–6,4	0–2,4	1,8	0,2
даванон	–	0–0,6	0,1	–
<i>пог</i> -даванон	–	–	–	0,5
транс- <i>n</i> -ментен-2-ол	0–4,0	–	1,8	–
пресилфиперфолан-9 α -ол	–	0–4,8	–	5,2
давана эфир (изомер1)	–	0–0,5	–	2,1
даванофуран (изомер)	–	–	–	1,3
<i>цис-трео</i> -даванофуран	–	0–5,8	–	1,4
давана эфир	–	–	–	0,8
давана эфир (изомер2)	–	0–0,3	–	0,9

Примеч.: *Знак «–» означает, что компонент не обнаружен

ЛИТЕРАТУРА

- Жигжитжапова С. В., Соктоева Т. Э., Раднаева Л. Д. Химический состав эфирного масла *Artemisia gmelinii* Web. et Stechm, произрастающей в Центральной Азии // Химия растительного сырья, 2010. – № 2. – С. 131–133.
- Жигжитжапова С. В., Чимитцыренова Л. И., Дыленова Е. П., Раднаева Л. Д. Анатомо-диагностические признаки и компонентный состав эфирного масла травы полыни Гмелина // Молодые ученые и фармация XXI века: Сб. тр. III науч.-практ. конф. аспирантов и молодых ученых. – М.: ВИЛАР, 2015. – С. 259–264.
- Карташова О. Л., Ткачев А. В., Уткина Т. М., Потехина Л. П. Влияние эфирных масел полыни на рост микроорганизмов и образование ими биопленок // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН (Электронный журнал), 2012. – № 3. URL: [http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2012-3 %20](http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2012-3%20)
- Коробков А. А., Галанин А. В., Беликович А. В. *Artemisia gmelinii* Weber ex Stechm. (= *A. santolinifolia* auct. non Turcz. ex Besser) – Полынь Гмелина // Флора Даурии. Т. VI (Asteraceae). – Находка: Институт технологии и бизнеса, 2015. – С. 30.
- Красноборов И. М. *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess. // Флора Сибири: Asteraceae (Compositae). – Новосибирск: Наука, 1997. – Т. 13. – С. 106–107.
- Намзалов Б. Б. Степи Тувы и Юго-Восточного Алтая / отв. ред. чл.-корр. РАН В. П. Седельников. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2015. – 294 с.
- Намзалов Б. Б., Жигжитжапова С. В., Раднаева Л. Д. О фитоценотической приуроченности и видовом статусе *Artemisia messerschmidiana* Bess. в Западном Забайкалье // Биоразнообразие и сохранение генофонда флоры, фауны и народонаселения Центрально-Азиатского региона: Материалы IV междунар. науч.-практ. конф. (г. Кызыл, 1–4 октября 2015 г.). – Кызыл, 2015. – С. 12–14.
- Поляков П. П. *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess. // Флора СССР. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – Т. 26. – С. 465–467.
- Пыхалова Т. Д., Намзалов Б. Б. Полынь сантолинолистная (*Artemisia santolinifolia*) // Красная книга Республики Бурятия: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – С. 480.
- Ткачев А. В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск, 2008. – 969 с.
- Ханина М. А., Серых Е. А., Покровский Л. М., Ткачев А. В. Результаты химического исследования *Artemisia gmelinii* Web. et Stechm. флоры Сибири // Химия растительного сырья, 2000. – № 3. – С. 77–84.
- Ling Yeou-ruenn. The chinese *Artemisia* Linn – the classification, distribution and application of *Artemisia* Linn. in China // Bulletin of Botanical Research, 1988. – Vol. 8, № 4. – P. 1–61.
- Suleimenov E. M., Tkachev A. V., Adekenov S. M. Essential oil from Kazakhstan *Artemisia* species // Chemistry of Natural Compounds, 2010. – Vol. 46. – P. 135–139.