

УДК 582.736:577.13(571/.5)

## ФЛАВОНОЛГЛИКОЗИДЫ НЕКОТОРЫХ СИБИРСКИХ ВИДОВ СЕКЦИИ *XIPHIDIUM* BUNGE РОДА *ASTRAGALUS* L.

© *О.В. Коцуний\**, *Т.А. Шеметова*, *А.А. Петрук*

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

Впервые методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) изучены состав и содержание флавонолгликозидов и проведено сравнение хроматограмм экстрактов листьев растений видов секции *Xiphidium* Bunge рода *Astragalus* L. Сибири. Исследовали листья 5 видов: *A. ionae* Palibin, *A. lenensis* Shemetova, *Schaulo* et Lomon, *A. macroceras* C.A. Meyer, *A. palibinii* Polozhij, *A. stenoceras* C.A. Meyer. Обнаружено 9 главных компонентов, из них идентифицированы флавонолы изокверцитрин, рутин и астрагалин. Гликозиды G1, G2, G6 и изокверцитрин найдены во всех видах, астрагалин – только у *A. macroceras*. Рутин не обнаружен у *A. stenoceras*. Содержание суммы главных гликозидов флавоноидов в листьях растений у видов *A. ionae*, *A. lenensis* и *A. palibinii* варьирует в пределах 0.26–0.70%, у *A. macroceras* – 0.37–0.59%, у *A. stenoceras* – 0.20% от массы абсолютно сухого сырья. Состав компонентов на хроматограммах подтверждает таксономическое сходство между *A. ionae* – *A. lenensis* – *A. palibinii*. Хроматограммы *A. macroceras* и *A. stenoceras* имеют большое количество общих компонентов, однако у *A. macroceras* отмечен наиболее богатый состав веществ.

*Ключевые слова:* *Astragalus* L., *Xiphidium* Bunge, флавонолгликозиды, ВЭЖХ, Сибирь.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ЦСБС СО РАН № АААА-А17-117012610051-5 по проекту «Оценка морфогенетического потенциала популяций растений Северной Азии экспериментальными методами».*

### Введение

Род *Astragalus* L. семейства Fabaceae Lindl. – один из крупнейших родов цветковых растений, насчитывающий около 3000 видов [1]. Распространен преимущественно в холодных аридных и семиаридных горных областях Северного полушария. Секция *Xiphidium* Bunge подрода *Cercidothrix* Bunge – одна из наиболее многочисленных и сложных в таксономическом отношении, с центром видовой разнообразия в горах Средней Азии [2, 3]. Секция включает более 100 таксонов, из них 18 произрастает в азиатской части России [4].

Виды секции отличаются разнообразием жизненных форм [5] и экологической пластичностью. Это создает определенные трудности при разграничении таксонов секции и для систематики рода в целом. Появляется необходимость в применении дополнительных методов для расширения системы признаков рода и решения спорных вопросов при идентификации близкородственных видов.

Нередко при классификации сложных в таксономическом плане родов используются данные по химическому составу растений. Особенно широко в хемотаксономических исследованиях применяются фенольные соединения [6–8]. В качестве биохимического критерия в систематике рода *Astragalus* использовали состав флавоноидов [9–12].

*Коцуний Ольга Викторовна* – кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: olnevaster@gmail.com

*Шеметова Татьяна Александровна* – кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, e-mail: astragalus86@yandex.ru

*Петрук Анастасия Андреевна* – кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: pet.a@mail.ru

О составе фенольных соединений растений секции *Xiphidium* в литературных источниках мало сведений. Н.Н. Гужва с соавторами [13] приводят данные о флавоноидах *A. varius* S. G. Gmelin, произрастающего в Европейской части России. Обна-

\* Автор, с которым следует вести переписку.

ружены кемпферол, кверцетин, нарциссин, популин, изокверцитрин, астрагалин, 3-О-β-D-глюкопиранозид изорамнетина. У азиатских видов секции состав и содержание фенольных соединений ранее детально не изучался. Есть сведения о наличии флавоноидов в надземных органах *A. suffruticosus* DC [14].

Известны исследования флавоноидов сибирских видов некоторых секций подрода *Cercidothrix*: *Uliginosi* Gray [15], *Craccina* (Stev.) Bunge (вид *A. sulcatus* L.) [16], *Onobrychoidei* DC. [9, 12, 17, 18].

Целью нашей работы было исследование состава и содержания флавоноидов пяти сибирских представителей секции *Xiphidium* Bunge рода *Astragalus*.

### Экспериментальная часть

Исследование проводили на материале (табл. 1), собранном в фазы цветения – начала плодоношения на территории Республик Алтай и Хакасия (2009, 2010, 2012 и 2015 гг.), а также использовали материалы гербария им. И.М. Красноборова Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (NS). Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) изучали состав и содержание флавоноидов в экстрактах листьев растений следующих 5 видов секции *Xiphidium* рода *Astragalus*: *A. ionae* Palibin, *A. lenensis* Shemetova, Schaulo et Lomon., *A. macroceras* C.A. Meyer, *A. palibinii* Polozhij, *A. stenoceras* C.A. Meyer.

Для извлечения суммы флавоноидов проводили исчерпывающую экстракцию 70% этанолом при нагревании на водяной бане. После охлаждения экстракт пропускали через концентрирующий патрон, смывали 70% этанолом. Анализ компонентов проводили на жидкостном хроматографе «Agilent 1200» с диодно-матричным детектором и системой для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Вещества разделяли на колонке Zorbax SB-C18, размером 4.6×150 мм, с диаметром частиц 5 мкм, применив градиентный режим элюирования. В подвижной фазе содержание метанола в водном растворе ортофосфорной кислоты (0.1%) изменялось от 32 до 33% за 27 мин, далее до 46% к 38 мин, затем до 56% – к 50 мин. Скорость потока элюента – 1 мл/мин. Температура колонки 26 °С. Объем вводимой пробы 10 мкл. Детектирование осуществляли на аналитических волнах λ = 255, 270, 290, 340, 350, 360, 370 нм. Для приготовления подвижных фаз использовали метиловый спирт (ос.ч.), ортофосфорную кислоту (ос.ч.), бидистиллированную воду. Стандартные растворы готовили в концентрации 10 мкг/мл в этиловом спирте. В качестве метчиков использовали стандартные образцы рутина, изокверцитрина и астрагалина (производства фирмы «Fluka»). Анализ каждого образца проводили в 2-кратной повторности.

Таблица 1. Места, даты сбора и коды исследованных образцов

Вид	Код	Место и дата сбора
<i>A. ionae</i> Palibin	IK	Республика Хакасия, Богградский р-н, окр. д. Карасуг, северо-западный склон сопки, каменистая степь, 07.07.2012
	ICH	Республика Хакасия, Богградский р-н, Красноярское вдхр., залив Черная речка, отроги горы Варча, шлейфы, каменистая холоднопопынная-тырсовая степь, 10.07.2009
<i>A. lenensis</i> Shemetova, Schaulo et Lomon.	LE	Республика Саха (Якутия), Хангаласский р-н, окр. с. Еланка, полынно-злаковая каменистая степь на южном склоне в долине р. Лена, 24.08.2012
	LCh	Окр. г. Якутска, в 7 км к северо-западу, гора Чучур-Муран, разреженный сосново-березовый лес у вершины, 18.07.1970, NS
<i>A. macroceras</i> C.A. Meyer	MA	Республика Алтай, Кош-Агачский р-н, 850 км Чуйского тракта, остепненный склон, с вкраплениями лиственниц, 07.07.2015
	MCh	Республика Алтай, Кош-Агачский р-н, окр. с. Чеган-Узун, выс. 1800 м., мелкодерновинная степь, у дороги, 14.06.1977, NS
<i>A. palibinii</i> Polozhij	PCh	Республика Хакасия, Усть-Абаканский р-н, в 11 км ю-в д. Чарков, сопка около горько-соленого озера, степь с караганой и копеечником, 20.07.2012
	PAp	Республика Хакасия, Богградский р-н, окр. с. Абакан-Перевоз, берег Красноярского водохранилища, разнотравно-злаковая степь, 28.06.2010
<i>A. stenoceras</i> C.A. Meyer	SB	Республика Тыва, Пий-Хемский р-н, правый берег р. Бий-Хем, нанофитоновая степь, 04.07.2010
	SCh	Алтай, окр. с. Чеган-Узун, Южный каменистый склон, 25.06.1953, NS

Содержание индивидуальных компонентов ( $C_x$ , %) в пересчете на абсолютно сухое сырье вычисляли по формуле:

$$C_x = \frac{C_{\text{ст}} \cdot S_1 \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100}{S_2 \cdot M \cdot 10 \cdot (100 - B)}$$

где  $C_{ст}$  – концентрация стандартного раствора флавоноида, мкг/мл;  $S_1$  – площадь пика флавоноида в анализируемой пробе, ед.о.п.;  $S_2$  – площадь пика стандартного флавоноида, ед.о.п.;  $V_1$  – объем элюата после вымывания флавоноида с концентрирующего патрона, мл;  $V_2$  – общий объем экстракта, мл;  $M$  – масса навески, мг;  $B$  – влажность сырья, %.

Содержание гликозидов флавоноидов рассчитывали по кверцетину, применив известный из литературных данных коэффициент для пересчета концентрации – 2.504 [19, 20].

**Результаты и их обсуждение**

На основании сопоставления УФ-спектров и времен удерживания веществ на хроматограммах анализируемых и стандартных образцов установлены флавонолгликозиды изокверцитрин, рутин и астрагалин. Остальные главные компоненты по максимумам УФ-спектров были также отнесены к гликозидам флавонолов (табл. 2) [21].

В листьях *A. ionae* обнаружено 8, в листьях *A. stenoceras* – 6 главных гликозидов флавоноидов, в остальных видах – по 7 веществ (табл. 3).

В листьях всех изученных видов растений присутствуют флавонолгликозиды изокверцитрин, G1, G2 и G6. Астрагалин идентифицирован только у *A. macroceras*. Рутин не найден у *A. stenoceras*, гликозид G3 – у *A. lenensis*, гликозид G4 – у *A. macroceras* и *A. stenoceras*, гликозид G5 не обнаружен у *A. macroceras*.

В листьях *A. ionae*, *A. lenensis* и *A. palibinii* содержание суммы гликозидов составило 0.26–0.70%, в листьях *A. macroceras* – 0.37–0.59%, в листьях *A. stenoceras* – 0.20%. Среди индивидуальных веществ преобладают гликозид G6 (0.35% у *A. palibinii*) и рутин (0.18% у *A. ionae*).

Сравнили хроматограммы изученных видов. Наиболее богатый состав обнаружен в листьях растений *A. lenensis* и *A. palibinii* (33 и 32 вещества, соответственно), у *A. ionae* – 28 компонентов.

Виды *A. ionae*, *A. lenensis* и *A. palibinii* проявили по составу веществ очень большое сходство. *A. lenensis* – узколокальный эндемик степных сообществ коренного берега реки Лена и окрестностей г. Якутска, морфологически близок к *A. ionae* и *A. palibinii*, эндемикам степей Хакасии (рис. 1). В составе гликозидов флавоноидов этих видов обнаружено незначительное различие: у *A. ionae* и *A. palibinii* есть гликозид G3, отсутствующий у *A. lenensis* (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика главных компонентов флавоноидного комплекса в листьях растений видов секции *Xiphidium* рода *Astragalus*

Обозначения	Время удерживания (tr), мин	Спектральные характеристики соединений ( $\lambda_{max}$ , нм) на хроматограмме	Идентифицированное соединение, $\lambda_{max}$ , нм
G1	11.8	255, 360	флавонолгликозид
G2	13	255, 350	флавонолгликозид
G3	16.4	255, 355	флавонолгликозид
Isqtr	19.9	255, 360	изокверцитрин (255, 360)
Ru	20.4	255, 360	рутин (256, 272 пл., 357)
G4	29	260, 360	флавонолгликозид
Astr	32.5	265, 350	астрагалин (267, 300 пл., 351)
G5	34.5	252, 270 пл., 355	флавонолгликозид
G6	35.7	255, 265 пл., 350	флавонолгликозид

Примечание. Пл. – плечо.

Таблица 3. Содержание флавонолгликозидов в листьях растений видов секции *Xiphidium* рода *Astragalus*, в % от массы абсолютно сухого сырья

Вещество	Коды									
	IK	Ich	LE	LCh	PCh	PAp	MA	MCh	SB	SCh
Гликозид G1	0.07	0.01	0.07	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.06
Гликозид G2	0.07	0.02	0.03	–	0.05	–	0.04	0.03	0.03	0.07
Гликозид G3	–	0.01	–	–	–	0.10	0.08	0.16	0.04	0.04
Изокверцитрин	0.12	0.03	0.10	0.04	0.10	0.03	0.01	0.07	0.05	0.01
Рутин	0.08	0.18	0.06	0.04	–	0.01	–	0.02	–	–
Гликозид G4	0.03	0.02	0.03	–	0.04	0.02	–	–	–	–
Астрагалин	–	–	–	–	–	–	0.07	0.05	–	–
Гликозид G5	0.10	–	0.03	0.07	0.08	0.10	–	–	0.01	0.01
Гликозид G6	0.24	–	0.31	0.09	0.35	0.10	0.14	0.23	0.04	0.007
Сумма	0.70	0.27	0.62	0.26	0.67	0.36	0.37	0.59	0.20	0.20

Виды *A. macroceras* и *A. stenoceras* по морфологическим признакам являются достаточно близкими и не всегда отличимыми. Их хроматограммы характеризуются достаточно высоким уровнем сходства. Однако отмечена биохимическая дифференциация этих таксонов. *A. macroceras* имеет наиболее богатый по сравнению с *A. stenoceras* состав (30 и 24 соединения, соответственно). В образцах *A. macroceras* обнаружены рутин и астрагалин, которых нет у *A. stenoceras*. Напротив, у *A. stenoceras* найден компонент G5, отсутствующий в *A. macroceras* (рис. 2). *A. macroceras* и *A. stenoceras* отличаются от *A. ionae*, *A. lenensis* и *A. palibinii* отсутствием компонента G4.

Таким образом, в дополнение к классическому морфолого-географическому подходу в классификации близких астрагалов секции *Xiphidium* возможно использование биохимического критерия, в частности, состава флавоноидов.

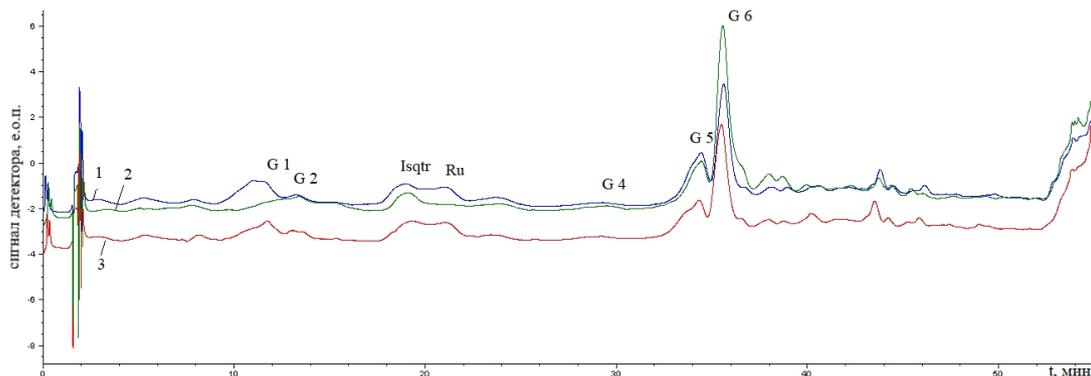


Рис. 1. Хроматограммы экстрактов листьев растений: 1 – *A. ionae* (ИК), 2 – *A. lenensis* (LE), 3 – *A. palibinii* (PCh). Isqtr – изокверцитрин, Ru – рутин, G1, G2, G4–G6 – неидентифицированные компоненты

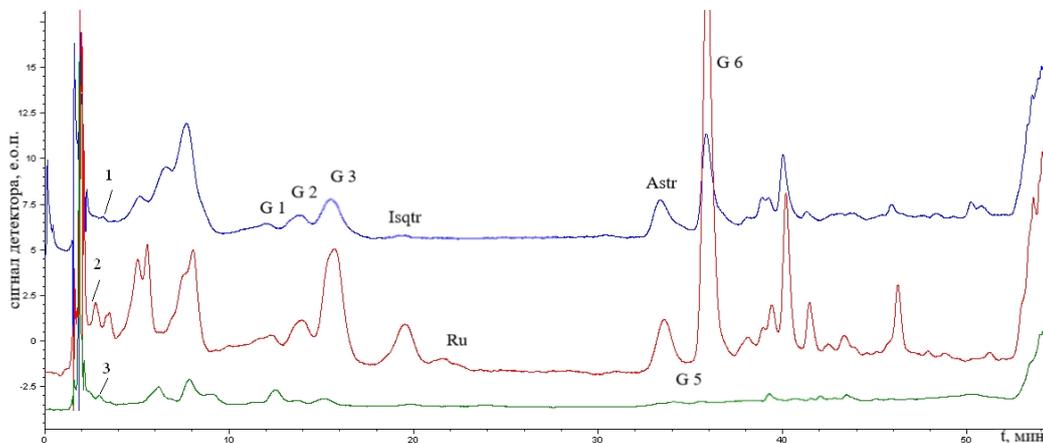


Рис. 2. Хроматограммы экстрактов листьев растений: 1 – *A. macroceras* (MA), 2 – *A. macroceras* (MCh), 3 – *A. stenoceras* (SCh). Isqtr – изокверцитрин, Ru – рутин, Astr – астрагалин. G1 – G3, G5, G6 – неидентифицированные компоненты

### Выводы

Впервые методом ВЭЖХ изучены состав и содержание флавоноидов в листьях растений пяти видов секции *Xiphidium* Bunge рода *Astragalus* L. Сибири и проведено сравнение их хроматограмм.

Отметили 9 основных компонентов, из них идентифицированы флавонолгликозиды изокверцитрин, рутин и астрагалин. У изучаемых видов обнаружены сходства и отличия в составе и содержании флавоноидов. Содержание суммы основных гликозидов в листьях *A. ionae*, *A. lenensis* и *A. palibinii* варьирует в пределах 0.26–0.70%, в листьях *A. macroceras* и *A. stenoceras* – 0.37–0.59% и 0.20% соответственно.

Хроматограммы водно-спиртовых экстрактов листьев показали значительное сходство видов *A. ionae*, *A. lenensis* и *A. palibinii*. *A. macroceras* и *A. stenoceras* также имеют достаточное количество общих компонентов.

## Список литературы

1. Podlech D., Zarre Sh. A taxonomic revision of the genus *Astragalus* L. (Leguminosae) in the Old World. Vienna, 2013. Vol. 1. Pp. 1–822.
2. Polhill R.M. Galegae // *Advances in legume systematics*. Kew, 1981. Pp. 357–363.
3. Lock J.M., Schrire B.D. Tribe Galegae // *Legumes of the World*. Kew, 2005. Pp. 475–481.
4. Выдрин С.Н. *Astragalus* L. – Астрагал // *Флора Сибири*. 1994. Т. 9. С. 20–74.
5. Мякшина Т.А., Шауло Д.Н. Типы жизненных форм астрагалов секции *Xiphidium* Bunge и их значение для систематики рода // *Вестник Томского государственного университета*. 2011. №2 (14). С. 7–15.
6. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск, 2004. 240 с.
7. Аммосов А.С., Литвиненко В.И. Фенольные соединения родов (*Glycyrrhiza* L.) и (*Meristotropis* Fisch. et Mey.) (обзор) // *Химико-фармацевтический журнал*. 2007. Т. 44. №7. С. 30–52. DOI: 10.30906/0023-1134-2007-41-7-30-52.
8. Озимина И.И., Фролова О.О. К вопросам хемотаксономии семейства Бобовых // *Фундаментальные исследования*. 2013. №4–4. С. 873–881.
9. Кадырова Р.Б. Флавоноидный состав некоторых сибирских видов *Astragalus* L. // *Растительные ресурсы*. 1989. Т. 25. №4. С. 552–557.
10. Коцупий (Сиднева) О.В., Храмова Е.П., Высочина Г.И. Состав и содержание агликонов флавоноидов в листьях сибирских видов рода *Astragalus* секций *Cenantrum* и *Onobrychium* (*Fabaceae*) // *Растительные ресурсы*. 2009. Т. 45. №3. С. 76–82.
11. Ковалева А.М., Гончаров Н.Ф., Сидора Н.В., Комисаренко А.Н. Современные технологии поиска растительных источников биологически активных веществ на основе многомерного таксономического анализа. Вопросы нумерической таксономии родов *Astragalus* L. *Crataegus* L. М., 2011. 126 с.
12. Коцупий О.В., Храмова Е.П., Высочина Г.И. Сравнительно-морфологическое и хемотаксономическое изучение видов секции *Onobrychium* рода *Astragalus* (*Fabaceae*) // *Растительный мир Азиатской России*. 2012. №1 (9). С. 33–38.
13. Гужва Н.Н., Лукьянчиков М.С., Казаков А.Л. Флавоноиды *Astragalus virgatus* // *Химия природных соединений*. 1987. №6. С. 911–912.
14. Боброва М.Н. Качественное исследование некоторых забайкальских растений на содержание флавоновых веществ // *Вопросы фармакогнозии*. 1961. Вып. 1. С. 157–163.
15. Коцупий О.В., Высочина Г.И. Состав и содержание флавоноидов видов растений из секций *Euodmus* Bunge и *Melilotopsis* Gontsch рода *Astragalus* L. Сибири // *Ученые записки ЗабГУ. Серия: Естественные науки*. 2016. Т. 11. №1. С. 104–111.
16. Киселёва А.В., Волхонская Т.А., Киселёв В.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск, 1991. 136 с.
17. Комиссаренко Н.Ф., Полякова Л.В. Флавоноиды *Astragalus adsurgens* // *Химия природных соединений*. 1987. №2. С. 302–304.
18. 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 Chemical Bulletin*. 2001. Vol. 50. N6. Pp. 1107–1112. DOI: 10.1023/A:1011302309943.
19. Van Beek T.A. Chemical analysis of *Ginkgo biloba* leaves and extracts // *Journal of Chromatography A*. 2002. Vol. 967. N1. Pp. 21–55. DOI: 10.1016/S0021-9673(02)00172-3.
20. Юрьев Д.В., Эллер К.И., Арзамасцев А.П. Анализ флавонолгликозидов в препаратах и БАД на основе экстракта *Ginkgo biloba* // *Фармация*. 2003. №2. С. 7–10.
21. Клышев Л.К., Бандюкова В.А., Алюкина Л.С. Флавоноиды растений (распространение, физико-химические свойства, методы исследования). Алма-Ата, 1978. 220 с.

Поступила в редакцию 9 июля 2018 г.

После переработки 16 ноября 2018 г.

Принята к публикации 25 ноября 2018 г.

Для цитирования: Коцупий О.В., Шеметова Т.А., Петрук А.А. Флавонолгликозиды некоторых сибирских видов секции *Xiphidium* Bunge рода *Astragalus* L. // *Химия растительного сырья*. 2019. №2. С. 67–72. DOI: 10.14258/jcrpm.2019024263.

Kotsupiy O.V.\*, Shemetova T.A., Petruk A.A. FLAVONOLGLYCOSIDE OF SOME SIBERIAN SPECIES OF THE SECTION *XIPHIDIUM* BUNGE OF THE GENUS *ASTRAGALUS* L.

Central Siberian Botanical Garden SB RAS, ul. Zolotodolinskaya, 101, Novosibirsk, 630090 (Russia),  
e-mail: olnevaster@gmail.com

For the first time, the composition and content of flavonolglycosides was studied by high-performance liquid chromatography (HPLC) and a chromatograms of extracts of leaves of plants of the species of the *Xiphidium* Bunge section of the genus *Astragalus* L. Siberia was compared. The leaves of five species were investigated: *A. ionae* Palibin, *A. lenensis* Shemetova, Schaulo et Lomon., *A. macroceras* C. A. Meyer, *A. palibinii* Polozhij, *A. stenoceras* C. A. Meyer. There were found 9 main components, among them flavonols isoquercitrin, rutin and astragalin have been identified. Glycosides G1, G2, G6 and isoquercitrin was found in all species, astragalin there is only in *A. macroceras*. Rutin not detected in *A. stenoceras*. The amount of the main glycosides of flavonoids in the leaves of plants in the species *A. ionae*, *A. lenensis* and *A. palibinii* varies between 0.26–0.70%, in *A. macroceras* – 0.37–0.59%, in *A. stenoceras* – 0.20% by weight of the absolutely dry raw material. The composition of the components on chromatograms confirms the taxonomic similarity between *A. ionae*–*A. lenensis*–*A. palibinii*. The chromatograms of *A. macroceras* and *A. stenoceras* have a large number of common components, however, composition the most abundant is noted in the *A. macroceras*.

**Keywords:** *Astragalus* L., *Xiphidium* Bunge, flavonolglycosides, HPLC, Siberia.

## References

1. Podlech D., Zarre Sh. *A taxonomic revision of the genus Astragalus L. (Leguminosae) in the Old World*, Vienna, 2013, vol. 1, pp. 1–822.
2. Polhill R.M. *Advances in legume systematics*, Kew, 1981, pp. 357–363.
3. Lock J.M., Schrire B.D. *Legumes of the World*, Kew, 2005, pp. 475–481.
4. Vydrina S.N. *Flora Sibiri*, 1994, vol. 9, pp. 20–74. (in Russ.).
5. Myakshina T.A., Shaulo D.N. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 2 (14), pp. 7–15. (in Russ.).
6. Vysochina G.I. *Fenol'nyye soyedineniya v sistematike i filogenii semeystva grechishnykh*. [Phenolic compounds in the systematics and phylogeny of the buckwheat family]. Novosibirsk, 2004, 240 p. (in Russ.).
7. Ammosov A.S., Litvinenko V.I. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2007, vol. 44, no. 7, pp. 30–52, DOI: 10.30906/0023-1134-2007-41-7-30-52 (in Russ.).
8. Ozimina I.I., Frolova O.O. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2013, no. 4–4, pp. 873–881. (in Russ.).
9. Kadyrova R.B. *Rastitel'nyye resursy*, 1989, vol. 25, no. 4, pp. 552–557. (in Russ.).
10. Kotsupiy (Sidneva) O.V., Khramova Ye.P., Vysochina G.I. *Rastitel'nyye resursy*, 2009, vol. 45, no. 3, pp. 76–82. (in Russ.).
11. Kovaleva A.M., Goncharov N.F., Sidora N.V., Komisarenko A.N. *Sovremennyye tekhnologii poiska rastitel'nykh istochnikov biologicheskii aktivnykh veshchestv na osnove mnogomernogo taksonomicheskogo analiza. Voprosy numericheskoy taksonomii rodov Astragalus L. Crataegus L.* [Modern technologies of search for plant sources of biologically active substances based on multidimensional taxonomic analysis. Issues of numerical taxonomy of the genera *Astragalus* L. *Crataegus* L.]. Moscow, 2011, 126 p. (in Russ.).
12. Kotsupiy O.V., Khramova Ye.P., Vysochina G.I. *Rastitel'nyy mir Aziatskoy Rossii*, 2012, no. 1 (9), pp. 33–38. (in Russ.).
13. Guzhva N.N., Luk'yanchikov M.S., Kazakov A.L. *Khimiya prirodnykh soyedineniy*, 1987, no. 6, pp. 911–912. (in Russ.).
14. Bobrova M.N. *Voprosy farmakognozii*, 1961, no. 1, pp. 157–163. (in Russ.).
15. Kotsupiy O.V., Vysochina G.I. *Uchenyye zapiski ZabGU. Seriya: Yestestvennyye nauki*, 2016, vol. 11, no. 1, pp. 104–111. (in Russ.).
16. Kiselova A.V., Volkhonskaya T.A., Kiselov V.Ye. *Biologicheskii aktivnyye veshchestva lekarstvennykh rasteniy Yuzhnoy Sibiri*. [Biologically active substances of medicinal plants of Southern Siberia]. Novosibirsk, 1991, 136 p. (in Russ.).
17. Komissarenko N.F., Polyakova L.V. *Khimiya prirodnykh soyedineniy*, 1987, no. 2, pp. 302–304. (in Russ.).
18. Gromova A.S., Lutsky V.I., Cannon J.G., Li D., Owen N.L. *Russian Chemical Bulletin*, 2001, vol. 50, no. 6, pp. 1107–1112, DOI: 10.1023/A:1011302309943.
19. Van Beek T.A. *Journal of Chromatography A*, 2002, vol. 967, no. 1, pp. 21–55, DOI: 10.1016/S0021-9673(02)00172-3.
20. Yur'yev D.V., Eller K.I., Arzamastsev A.P. *Farmatsiya*, 2003, no. 2, pp. 7–10. (in Russ.).
21. Klyshev L.K., Bandyukova V.A., Alyukina L.S. *Flavonoidy rasteniy (rasprostraneniye, fiziko-khimicheskiye svoystva, metody issledovaniya)*. [Plant flavonoids (distribution, physicochemical properties, research methods)]. Alma-Ata, 1978, 220 p. (in Russ.).

Received July 9, 2018

Revised November 16, 2018

Accepted November 25, 2018

**For citing:** Kotsupiy O.V., Shemetova T.A., Petruk A.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 2, pp. 67–72. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019024263.

\* Corresponding author.