

УДК 577.13:582.736  
ББК 28.592.7

**Ольга Викторовна Коцупий<sup>1</sup>,**  
кандидат биологических наук,

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

**Галина Ивановна Высочина,**

доктор биологических наук, профессор,  
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН  
(630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101),  
e-mail: vysochina\_galina@mail.ru

### Состав и содержание флавоноидов видов растений из секций *Eudmus* Bunge и *Melilotopsis* Gontsch. рода *Astragalus* L. Сибири

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) изучены состав и содержание агликонов и гликозидов флавоноидов в листьях видов растений из секции *Eudmus* Bunge (*Astragalus uliginosus* L., *A. schelichovii* Turcz.) и секции *Melilotopsis* Gontsch. (*A. melilotoides* Pall., *A. tenuis* Turcz.) рода *Astragalus* L. из разных мест произрастания.

В гидролизатах экстрактов листьев *A. uliginosus* и *A. schelichovii* обнаружены по 5 агликонов флавоноидов, из них идентифицированы кверцетин, кемпферол и изорамнетин. Морфолого-географическая дифференциация этих видов подтверждается таксоноспецифичным составом гликозидов флавоноидов. Среднее значение суммы главных гликозидов флавоноидов составило: в листьях растений *A. uliginosus* – 2,46 % (от массы абсолютно-сухого сырья), *A. schelichovii* – 3,08 %.

В *A. melilotoides* обнаружены кверцетин, кемпферол, изорамнетин, рутин и изокверцитрин, в *A. tenuis* – кверцетин, кемпферол, изорамнетин, лютеолин, изокверцитрин, 3-О-β-глюкобиозид кверцетина. Многокомпонентный состав фенольных соединений *A. melilotoides* (до 33 веществ) отличает его от состава *A. tenuis* (до 12 веществ). Содержание фенольных соединений в *A. melilotoides* – до 6,0 %, в *A. tenuis* – до 7,0 %, в том числе 3-О-β-глюкобиозид кверцетина – до 4,30 %.

Состав и содержание флавоноидов видов секций *Eudmus* и *Melilotopsis* могут служить хемотаксономическими маркерами при исследовании систематической принадлежности растений. Высокое содержание веществ позволяет рекомендовать изучаемые виды в качестве источников флавоноидов.

**Ключевые слова:** флавоноиды, ВЭЖХ, *Astragalus uliginosus* L., *Astragalus schelichovii* Turcz., *Astragalus melilotoides* Pall., *Astragalus tenuis* Turcz., Сибирь.

**Olga Viktorovna Kotsupiy<sup>2</sup>,**  
Candidate of Biology,

Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences  
(ul. Zolotodolinskaya 101, Novosibirsk, 630090 Russia),  
e-mail: olnevaster@gmail.com

**Galina Ivanovna Vysochina,**  
Doctor of Biology, Professor,

Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences  
(ul. Zolotodolinskaya 101, Novosibirsk, 630090 Russia),  
e-mail: vysochina\_galina@mail.ru

### Composition and Content of the Flavonoids of Plant Species from Sections *Eudmus* Bunge and *Melilotopsis* Gontsch. of the Genus *Astragalus* L. from Siberia

Using HPLC method, composition and content of the flavonoid aglycons and glycosides were studied in the leaves of species from section *Eudmus* (*Astragalus uliginosus* L., *A. schelichovii* Turcz.) and section *Melilotopsis* Gontsch. (*A. melilotoides* Pall., *A. tenuis* Turcz.) of the genus *Astragalus* L. from different habitats.

<sup>1</sup> О. В. Коцупий – основной автор, является организатором исследования, формулирует выводы и обобщает итоги реализации коллективного проекта.

<sup>2</sup> О. В. Котсупий is the main author, the organizer of research, she formulates conclusions and generalizes results of implementation of the collective project

In extracts' hydrolysates of *A. uliginosus* and *A. schelichovii* leaves, five flavonoid aglycones have been found. Quercetin, kaempferol and isorhamnetin have been identified in them. Morphological and geographical differentiation of these species is confirmed by the taxon specific composition of the flavonoid glycosides. The average value of the sum of major flavonoids glycosides has been as follows: in leaves of *A. uliginosus* plants – 2.46 % (by weight of the absolutely dry raw material), in *A. schelichovii* – 3.08 %.

In *A. melilotoides*, quercetin, kaempferol, isorhamnetin, rutin and isoquercitrin have been found, and in *A. tenuis*, there have been quercetin, kaempferol, isorhamnetin, luteolin, isoquercitrin, quercetin-3-O- $\beta$ -glucobioside. Multicomponent composition of phenolic compounds of the *A. melilotoides* (33 substances) distinguishes it from composition of the *A. tenuis* (12 substances). The content of phenolic compounds in *A. melilotoides* amounted to 6.0 %, *A. tenuis* – to 7.0 %, including quercetin-3-O- $\beta$ -glucobioside – to 4.30 %.

Flavonoid composition and content of the species of *Eudmus* and *Melilotopsis* sections can serve as chemotaxonomic markers in the study of systematic classification of plants. The high content of substances allows us to recommend the species investigated as sources of flavonoids.

**Keywords:** flavonoids, HPLC, *Astragalus uliginosus* L., *Astragalus schelichovii* Turcz., *Astragalus melilotoides* Pall., *Astragalus tenuis* Turcz., Siberia.

Представители одного из крупнейших родов семейства *Fabaceae* – *Astragalus* L. вызывают неуклонно растущий практический интерес, обусловленный тем, что многие виды рода являются ценными лекарственными растениями с высоким содержанием различных биологически активных веществ, в том числе флавоноидов. Изучение распространения флавоноидов в растениях рода имеет особое значение и для решения задач хемотаксономии. Необходимым условием и этапом хемотаксономического исследования является изучение таксоноспецифичности и изменчивости химических признаков.

Целью данной работы является исследование состава и содержания флавоноидов некоторых сибирских видов рода *Astragalus* с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) для определения перспективности этих видов в качестве источника БАВ и для изучения таксоноспецифичности компонентов фенольного комплекса.

Объектами исследования служили листья растений 4 видов астрагалов: *Astragalus uliginosus* L. и *A. schelichovii* Turcz. (подрод *Cercidothrix* Bunge, секция *Euodmus* Bunge), *A. melilotoides* Pall. и *A. tenuis* Turcz. (подрод *Phaca* (L.) Bunge, секция *Melilotopsis* Gontsch.).

*A. uliginosus* L. имеет северо-азиатский ареал – распространён в Сибири, Казахстане, Монголии, Северном Китае, на Корейском полуострове. *A. schelichovii* Turcz., с более узким, северо-восточно-азиатским ареалом, произрастает на севере Красноярского края, Забайкальского края, в Якутии и на севере Дальнего Востока. Виды имеют достаточно чёткие анатомо-морфологические признаки. *A. uliginosus* отличается от *A. schelichovii* наличием тонкого ползучего корневища, почти голыми стеблями, сросшимися при основании прилистниками, голыми бобами и завязью [1, с. 53–54].

С точки зрения ресурсоведения, *A. uliginosus* и *A. schelichovii* слабо изучены. В надземной части *A. uliginosus* обнаружены кумарины, в листьях – азотсодержащие соединения и флавоноиды. Надземную часть *A. uliginosus* используют в тибетской медицине и в народной медицине Забайкалья – при асците, отёках, гастроэнтеритах, болезнях селезёнки, как родостимулирующее и ускоряющее отделение плаценты средство [5, с. 123]. Нами не найдено литературных данных по исследованию химического состава и использованию в народной медицине растений *A. schelichovii*.

Химический состав официального южно-европейского *A. falcatus* L. изучен достаточно хорошо, в отличие от родственных азиатских *A. uliginosus* и *A. schelichovii*. Флавоноиды найдены во всех частях растения. Главный компонент – робинин (кемпферол-3-O-робинозид-7-O-рамнозид), в надземной части его количество (в %) составило 2,20, в листьях – до 2,33. Кроме робинина, в листьях *A. falcatus* идентифицированы кемпферол-3-O- $\beta$ -рутинозид [5, с. 114], кверцетин-3-O-[ $\beta$ -D-глюкопиранозил (1 $\rightarrow$ 3- $\alpha$ -L-рамнопиранозил (1 $\rightarrow$ 6)]- $\beta$ -D-галактопиранозид 7-O- $\beta$ -D-глюкопиранозид; изорамнетин 3-O-[ $\beta$ -D-кси-

лопиранозил (1→3)-α-L-рамнопиранозил (1→6)]-β-D-галактопиранозида 7-O-α-L-рамнопиранозид [7, с. 377–381]. Аптечный препарат, полученный Институтом фармакохимии им. И. Кутателадзе (г. Тбилиси) из листьев и цветков астрагала серпоплодного, – «фларонин» – гипоазотемическое средство.

В целях расширения поиска новых лекарственных видов растений необходимо проводить исследование химического состава аналогов официальных растений из числа близкородственных таксонов.

Южно-сибирский *A. melilotoides* – растение с продолговато-обратноклиновидными листочками, в отличие от маньчжуро-даурского *A. tenuis* с линейными или нитевидно-линейными листочками. На территории России *A. tenuis* произрастает в Даурии, пересекаясь с ареалом *A. melilotoides*. Морфологически существуют переходные формы, растения *A. tenuis* «в северной части лесостепи Даурии несколько уклоняются к *A. melilotoides*» [1, с. 47].

Водные извлечения из надземной части *A. melilotoides* в эксперименте обнаружили протистотоксическую и антибактериальную активность, водный настой из корней – антибактериальную активность. Надземная часть *A. melilotoides* в тибетской медицине используется при отёках, асците, гастроэнтеритах, болезнях селезёнки, желудка, суставном ревматизме, нарушениях обмена веществ. В монгольской медицине надземную часть *A. melilotoides* употребляют при инфицированных ранах, в Сибири – как диуретическое и при нервных болезнях [5, с. 118]. Густой экстракт *A. tenuis* в эксперименте проявляет гипотензивные свойства [6, с. 294–295].

В надземной части *A. melilotoides* в составе флавоноидов обнаружены кемпферол, кверцетин, лютеолин, рутин, 3-O-β-L-рамнопиранозид кверцетина, 3-рутинозид кемпферола [2, с. 60–61; 3, с. 9–11], изокверцитрин, лютеолин-рутинозид [2, с. 60–61], 3-O-β-D-диглюкопиранозид кемпферола, биокверцетин, сколимосид [3, с. 9–11]. В надземной части *A. tenuis* обнаружены изокверцитрин, 3-O-β-глюкобиозид кверцетина [5, с. 122].

**Материалы и методы исследования.** Количество изученных ценопопуляций для *A. uliginosus* – 10; *A. schelichovii* – 6; *A. melilotoides* – 4 и *A. tenuis* – 4. Использовали как собственные сборы, так и материалы гербария ЦСБС СО РАН г. Новосибирска (NS, NSK). Анализировали листья растений в фазах цветения и конца цветения.

Для извлечения суммы флавоноидов проводили исчерпывающую экстракцию 70 % этанолом при нагревании на водяной бане. Для проведения кислотного гидролиза к 0,5 мл водно-этанольного извлечения прибавляли 0,5 мл HCl (2 н) и нагревали на кипящей водяной бане в течение 2 часов.

Анализ флавоноидов проводили методом ВЭЖХ на жидкостном хроматографе «Agilent 1200» с диодноматричным детектором и системой для сбора и обработки хроматографических данных ChemStation. Разделение проводили 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 для экстрактов – от 32 до 33 % за 27 мин, далее до 46 % к 38 мин, до 56 % – к 50 мин, для гидролизатов от 50 до 52 % за 15 мин. Скорость потока элюента – 1 мл/мин. Температура колонки – 26 °С. Объём вводимой пробы – 5 мкл. Детектирование осуществляли при λ = 255, 270, 290, 340, 350, 360, 370 нм. Для приготовления подвижных фаз использовали метиловый спирт (ос. ч.), ортофосфорную кислоту (ос. ч.), бидистиллированную воду. В качестве метчиков использовали стандартные образцы производства фирмы Fluka и Sigma. Стандартные растворы готовили в концентрации 10 мкг/мл в этиловом спирте. Анализ каждого образца проводили в двукратной повторности.

Содержание индивидуальных компонентов ( $C_x$ ) в процентах в пересчёте на абсолютное-сухое сырьё вычисляли по формуле

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

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

Расчёт содержания агликонов флавоноидов производили по стандартным площадям пиков кверцетина, кемпферола и лютеолина; расчёт суммы фенольных соединений – по стандартной площади пика кверцетина; расчёт содержания гликозидов флавоноидов, рутина, 3-О-глюкобиозида кверцетина производили по стандартной площади пика рутина; изокверцитрина – по стандартной площади пика изокверцитрина.

Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета программ «MS Excel». Уровень изменчивости определён по эмпирической шкале С. А. Мамаева [4, с. 15].

**Результаты и их обсуждение.** В гидролизатах листьев растений *A. uliginosus* и *A. schelichovii* обнаружены по пять веществ, которые в соответствии со спектральными и хроматографическими характеристиками были отнесены к агликонам флавоноидов. Идентифицированы кверцетин, кемпферол и изорамнетин, не идентифицированы компоненты со временем удерживания  $t = 5,4$  ( $\lambda_{\max} = 256, 372$  нм) и  $t=9$  ( $\lambda_{\max} = 249, 266, 322$  пл., 367 нм).

Главными агликонами для *A. uliginosus* являются кемпферол и кверцетин, для *A. schelichovii* – кемпферол и агликон II. Содержание кемпферола больше, чем содержание кверцетина (у *A. uliginosus* в среднем в 2,3 раза, у *A. schelichovii* – в 5,1 раза).

Сумма агликонов в ценопопуляциях *A. uliginosus* варьирует в пределах от 0,66 до 1,32 % от массы абсолютно-сухого сырья, у *A. schelichovii* – в пределах 0,62–1,05 % (см. табл. 1). Среднее значение суммы агликонов у *A. uliginosus* несколько выше, чем у *A. schelichovii* ( $1,02 \pm 0,09$  и  $0,77 \pm 0,06$  % соответственно, данные недостоверно различаются при  $t_{\text{фак}} = 2,00 < t_{\text{ст}} = 2,14$  при  $p = 0,05$  и  $t_{\text{фак}} = 2,00 < t_{\text{ст}} = 2,98$  при  $p = 0,01$ ). Содержание агликонов имеет повышенную вариабельность у обоих видов (коэффициент вариации 26 и 21 % у *A. uliginosus* и *A. schelichovii*).

Таблица 1

Содержание агликонов и гликозидов флавоноидов в листьях *A. uliginosus* и *A. schelichovii*, в % от массы абсолютно-сухого сырья

№ п/п	Место сбора образца	Сумма агликонов	Сумма гликозидов
<i>Astragalus uliginosus</i>			
1	Забайкальский край, Улётовский р-н, 137 км западнее Читы, луг	1,27	2,69
2	Забайкальский край, Нерчинско-Заводской р-н, окр. с. Олочи, левый берег р. Серебрянки, разнотравный луг	0,75	4,16
3	Забайкальский край, Газимуро-Заводской р-н, окр. с. Урюпино, застава, луг	1,32	3,68
4	Забайкальский край, окр. с. Газимурский Завод, приречные заросли	0,66	1,58
5	Забайкальский край, Карымский р-н, окр. с. Урульга, влажный осоковый луг. 13.07.2002 г.	1,30	2,48
6	Там же. 13.07.2003 г.	1,11	1,15
7	Забайкальский край, окр. с. Урульга, берег р. Урульга	1,08	1,28
8	Республика Бурятия, Баунтовский р-н, окр. пос. Таксимо, суходольный луг	0,84	2,35
9	Кемеровская обл., Промышленновский р-н, окр. пос. Ваганово, осоково-злаковое болото	0,66	2,93
10	Новосибирская обл., Каргатский р-н, окр. с. Филино, разнотравный луг	1,24	2,36
<i>A. schelichovii</i>			
1	Якутия, Жиганский р-н, лев. берег р. Собопол, песчано-галечниковая пойма	0,62	1,85
2	Якутия, Булунский р-н, окр. пос. Джарджан, галечниковый берег	0,78	3,02
3	Якутия, Жиганский р-н, устье р. Катары, песчано-галечниковый берег	0,69	3,75
4	Якутия, Усть-Янский р-н, окр. пос. Усть-Куйга, каменистый берег ручья	0,66	1,10
5	Хабаровский край, окр. пос. Софийск, р. Ольга, песчано-галечниковый берег	0,86	4,20
6	Хабаровский край, окр. пос. Софийск, долина р. Ольга, разнотравный луг	1,05	4,45

В гидролизатах экстрактов листьев *A. melilotoides* обнаружены кверцетин, кемпферол, изорамнетин, в гидролизатах *A. tenuis* – лютеолин и минорный кверцетин; в одном образце *A. tenuis* присутствуют все компоненты, характерные для обоих видов (см. табл. 2).

Содержание суммы агликонов у *A. melilotoides* и *A. tenuis* – не более 0,5 % от массы абсолютно-сухого сырья.

Таблица 2

Содержание индивидуальных агликонов и главных гликозидов флавоноидов в листьях *A. melilotoides* и *A. tenuis*, в % от массы абсолютно-сухого сырья

Место сбора образца		Кверцетин	Кемпферол	Изорамнетин	Лютеолин	Рутин	Изокверцитрин	3-О-глюко-биозид кверцетина
<i>A. melilotoides</i>								
Республика Бурятия, окр. пос. Усть-Кяхта, г. Чёрная		0,01	0,01	0,02		0,26	0,01	
Красноярский край, окр. с. Николаевка, степь		0,12	0,01	0,08		0,07	0,01	
Республика Бурятия, окр. с. Поселье, степь		0,01	0,003	0,01		0,23	0,01	
Хакасия, Бейский р-н, окр. д. Дмитриевка, залежь		0,20	0,004	0,16		0,15	0,01	
<i>A. tenuis</i>								
Забайкальский край	Калганский р-н, окр. с. Чупрово, степь				0,08		0,01	2,34
	Окр. г. Борзя, степь	0,005			0,02		0,002	0,14
	Окр. г. Нерчинск, степь				0,07			1,40
	Агинский р-н, урочище «Цырик-Нарасун», степь	0,12	0,07	0,24	0,04		0,04	4,30

Достаточно чёткие различия компонентного состава изучаемых видов обнаружены при исследовании этанольных экстрактов листьев.

В растениях *A. uliginosus* обнаружено 21–38, а в *A. schelichovii* – 9–13 компонентов (фенольных кислот, гликозидов и агликонов флавоноидов) (см. рис. 1).

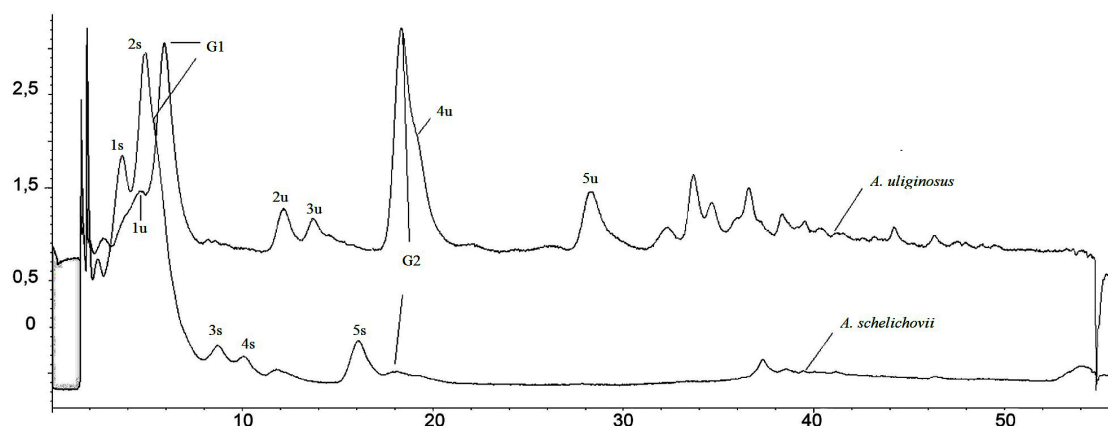


Рис. 1. Хроматограмма экстрактов листьев *A. uliginosus* (Забайкальский край, окр. с. Урульга, берег р. Урульга) и *A. schelichovii* (Якутия, Жиганский р-н, устье р. Катары, песчано-галечниковый берег): 1u – 5u – вещества *A. uliginosus*; 1s – 5s – гликозиды флавоноидов *A. schelichovii*; G1 и G2 – одинаковые компоненты. По оси абсцисс – время удерживания, мин. По оси ординат – оптическая плотность, е.о.п.

Главные компоненты, судя по максимумам спектров поглощения, соответствуют гликозидам флавоноидов, кроме компонента 5u ( $t = 28$  мин) *A. uliginosus* (см. табл. 3). При сравнении хроматограмм этанольных экстрактов *A. uliginosus* и *A. schelichovii* были обнаружены два одинаковых компонента – G1 и G2. Более гидрофобные компоненты в правой стороне хроматограммы, встречающиеся в растениях нескольких ценопопуляций *A. uliginosus* и отсутствующие у *A. schelichovii*, по спектральным характеристикам соответствуют фенольным соединениям ( $t = 33,5$ ,  $\lambda_{\max}$  255, 330 нм;  $t = 34,7$ ,  $\lambda_{\max}$  255, 350 нм;  $t = 36,4$ ,  $\lambda_{\max}$  265, 360 нм).

Таблица 3

Спектральная характеристика гликозидов флавоноидов *A. uliginosus* и *A. schelichovii*

№ пика	Время удерживания, мин	$\lambda_{\max}$ , нм	№ пика	Время удерживания, мин	$\lambda_{\max}$ , нм
<i>A. uliginosus</i>			<i>A. schelichovii</i>		
1u	4,2	256, 298 пл., 355	1s	3,9	266, 347
G1	5,8	266, 347	2s	4,9	266, 294 пл., 348
2u	12,3	255, 269 пл., 352	G1	5,6	269, 350
3u	13,5	266, 348	3s	8,7	270, 294 пл., 353
G2	18	255, 268, 350	4s	9,7	266, 332 пл., 348
4u	19	255, 268 пл., 350	5s	16	270, 345
5u	28	266, 325	G2	18	255, 270, 350

Примечание: пл. – плечо.

Межпопуляционная изменчивость состава гликозидов в изученных образцах растений двух видов небольшая – обнаружено отсутствие одного гликозида у двух образцов *A. uliginosus* и трех компонентов у одного образца *A. schelichovii*.

Содержание семи главных гликозидов флавоноидов *A. uliginosus* варьирует в пределах 1,15–3,68 %, *A. schelichovii* – в пределах 1,10–4,45 % (см. табл. 1). Среднее значение суммы гликозидов составило у *A. uliginosus* – 2,46 %, у *A. schelichovii* – 3,08 %, с очень высоким коэффициентом вариации – 40 и 44 %.

В экстрактах *A. melilotoides* обнаружено от 25 до 33 компонентов (флавоногликозидов и фенолкарбоновых кислот), в экстрактах *A. tenuis* – 10–12 веществ. Флавоноиды *A. melilotoides* поглощают УФ-излучение преимущественно в области 350 и 360 нм, флавоноиды *A. tenuis* – в пределах 340–350 нм. Идентифицированы два гликозида кверцетина – изокверцитрин ( $t = 18,8$  мин,  $\lambda = 255, 360$  нм) и рутин ( $t = 20$  мин,  $\lambda = 260, 360$  нм). В растениях *A. melilotoides* содержатся оба компонента, в растениях *A. tenuis* отсутствует рутин. Главным компонентом *A. tenuis* является, предположительно, 3-О-глюкобиозид кверцетина со временем удерживания  $t = 16,7$  мин и максимумом поглощения на  $\lambda = 255, 350$  нм. Кроме этого, хроматограммы *A. melilotoides*, как и хроматограммы некоторых образцов *A. uliginosus*, имеют в правой части гидрофобные компоненты (см. рис. 2).

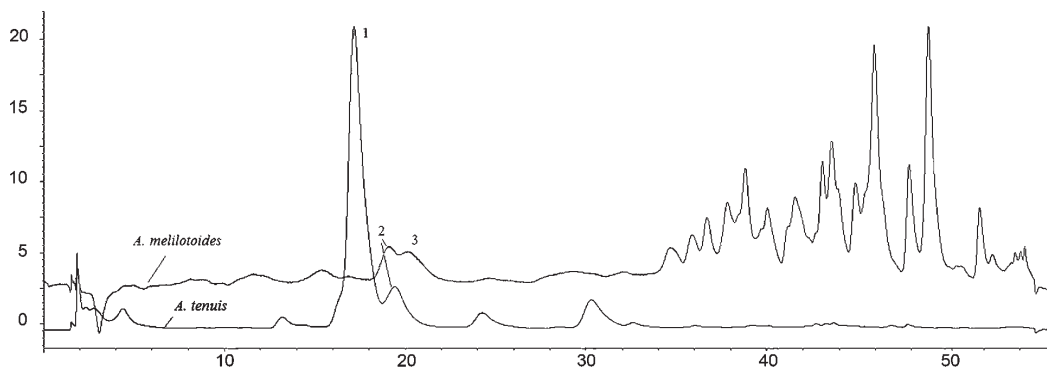


Рис. 2. Хроматограмма экстрактов листьев *A. melilotoides* (Хакасия, Бейский р-н, окр. д. Дмитриевка, залежь) и *A. tenuis* (Забайкальский край, Агинский р-н, урочище «Цырик-Нарасун», степь):

1 – 3-О-глюкобиозид кверцетина; 2 – изокверцитрин; 3 – рутин.

По оси абсцисс – время удерживания, мин. По оси ординат – оптическая плотность, е.о.п.

В растениях *A. melilotoides* содержание рутина не превышает 0,26 %, изокверцитрин найден в малом количестве (0,01 %). В изученных образцах растений *A. tenuis* из Забайкальского края содержание изокверцитрина не более 0,04 %, содержание 3-О-глюкобиозида кверцетина (в пересчёте на рутин) находится в пределах 0,14–4,30 % (см. табл. 2). Общее количество фенольных соединений в пересчёте на кверцетин составило для *A. melilotoides* – до 6,0 %, для *A. tenuis* – до 7,0 %.

Таким образом, в видах *A. uliginosus* и *A. schelichovii* секции *Euodmus*, с достаточно чёткой морфологической и географической дифференциацией, обнаружен стабильный агликоновый состав и таксоноспецифичный состав гликозидов. В *A. melilotoides* и *A. tenuis*, имеющих пересекающийся ареал и переходные морфологические формы, обнаружен нестабильный состав агликонов при разном составе гликозидов. Более широкоареальные виды имеют более богатый состав фенольных соединений.

**Выводы.** В гидролизатах экстрактов листьев *A. uliginosus* и *A. schelichovii*, из пяти веществ, отнесённых по максимумам УФ-спектров к агликонам флавоноидов, идентифицированы кверцетин, кемпферол и изорамнетин. Виды отличаются по количественным соотношениям агликонов флавоноидов. Этанольный экстракт листьев *A. uliginosus* отличается от экстракта *A. schelichovii* более богатым составом фенольных соединений. Образцы растений из разных мест произрастания отличаются незначительно по гликозидному составу флавоноидов и более значимо – по их содержанию.

В *A. uliginosus* и *A. schelichovii* среднее значение суммы гликозидов флавоноидов составило  $2,46 \pm 0,41$  и  $3,08 \pm 0,56$  % от массы абсолютно-сухого сырья, соответственно; среднее значение суммы агликонов флавоноидов составило  $1,02 \pm 0,09$  и  $0,77 \pm 0,06$  %.

Изучение с помощью ВЭЖХ состава и содержания флавоноидов сибирских видов *A. uliginosus* и *A. schelichovii*, родственных официальному *A. falcatus* из секции *Euodmus*, позволило обнаружить богатый состав и высокое содержание агликонов и гликозидов флавоноидов в растениях этих таксонов, ранее детально не исследованных с точки зрения фитохимии.

Биохимические признаки, выступающие в качестве хемотаксономических маркёров, в данном случае подтвердили чёткую морфолого-географическую дифференциацию таксонов.

В *A. melilotoides* и *A. tenuis* секции *Melilotopsis* обнаружен богатый состав фенольных соединений. Агликоны флавонолов изученных четырёх образцов листьев растений *A. melilotoides* из разных мест произрастания представлены флавонолами – кверцетином, кемпферолом, изорамнетином. Агликоновый состав *A. tenuis* отличается присутствием кверцетина и флавола лютеолина, однако у одного образца отмечено наличие флавонолов, идентифицированных у *A. melilotoides*. Состав гликозидов флавоноидов *A. melilotoides* имеет существенные отличия от состава гликозидов *A. tenuis*. В образцах листьев растений *A. melilotoides* обнаружен рутин (до 0,26 %), у *A. tenuis* главным компонентом, предположительно, является 3-О-глюкобиозид кверцетина (до 4,30 %). В обоих видах идентифицирован изокверцитрин, содержание его составило не более 0,04 %. Содержание фенольных соединений в *A. melilotoides* – до 6,0 %, в *A. tenuis* – до 7,0 %.

Высокое содержание флавоноидов и комплекса фенольных соединений позволяет рекомендовать изученные виды в качестве источников флавоноидов, обладающих высокой Р-витаминной и антиоксидантной активностью.

#### Список литературы

1. Выдрин С. Н. *Astragalus* L. – Астрагал // Флора Сибири. Новосибирск: Наука, 1994. Т. 9.
2. Киселёва А. В., Волхонская Т. А., Киселёв В. Е. Биологически активные вещества лекарственных растений Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. 136 с.
3. Макбуль М. А. Фармакогностическое изучение некоторых видов астрагал, произрастающих в Забайкалье: автореф. дис. ... канд. фарм. наук: 15.00.02. Л., 1980. 20 с.
4. Мамаев С. А. Закономерности внутривидовой изменчивости сем. *Pinaceae* на Урале: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.16. Свердловск, 1970. 53 с.
5. Растительные ресурсы СССР: цветковые растения, их химический состав, использование: семейства *Hydrangeaceae* – *Haloragaceae*. Л.: Наука, 1987. Т. 3. 326 с.

6. Шатохина Р. К., Зозуля Р. Н. Изучение флавоноидов астрагалов тонкого и холодного // Материалы III Всероссийского съезда фармацевтов (Свердловск, 16–19 сент. 1975 г.). Свердловск, 1975.

7. Alaniya M. D., Kavtaradze N. Sh., Skhirtladze A. V., Sutiashvili M. G. Flavonoid oligosides from Georgian *Astragalus falcatus* // Chemistry of Natural Compounds. 2011. Vol. 47. N. 3.

#### References

1. Vydrina S. N. *Astragalus L. – Astragal* // Flora Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1994. T. 9.

2. Kiseleva A. V., Volkhonskaya T. A., Kiselev V. E. Biologicheski aktivnye veshchestva lekarstvennykh rastenii Yuzhnoi Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1991. 136 s.

3. Makbul' M. A. Farmakognosticheskoe izuchenie nekotorykh vidov astragal, proizrastayushchikh v Zabaikal'e: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk: 15.00.02. L., 1980. 20 s.

4. Mamaev S. A. Zakonomernosti vnutrividovoi izmenchivosti sem. Pinaceae na Urale: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk: 03.00.16. Sverdlovsk, 1970. 53 s.

5. Rastitel'nye resursy SSSR: tsvetkovye rasteniya, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovanie: cemeistva Hydrangeaceae – Haloragaceae. L.: Nauka, 1987. T. 3. 326 s.

6. Shatokhina R. K., Zozulya R. N. Izuchenie flavonoidov astragalov tonkogo i kholodnogo // Materialy III Vseros. s»ezda farmatsevtov (Sverdlovsk, 16–19 sent. 1975 g.). Sverdlovsk, 1975.

7. Alaniya M. D., Kavtaradze N. Sh., Skhirtladze A. V., Sutiashvili M. G. Flavonoid oligosides from Georgian *Astragalus falcatus* // Chemistry of Natural Compounds. 2011. Vol. 47. N. 3.

**Статья поступила в редакцию 23.12.2015**