

УДК 577.13:582.71: 543.544



## ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПОЛИФЕНОЛОВ ТРАВЫ *PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA* L.

*А.Ю. Малютина, А.В. Правлоцкая, О.О. Новиков, Д.И. Писарев*

ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ» Минобрнауки России,  
308015, Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85  
E-mail: malyutina\_a@bsu.edu.ru

Курильский чай является популярным растением народной медицины Китая и Монголии. Имеющиеся научные сведения свидетельствуют о наличии у растения выраженных антиоксидантных свойств, сопряжённых с наличием полифенолов. Также у растения установлен ряд других фармакологических эффектов, в частности антибактериальный, фунгицидный, гипогликемический, противовоспалительный, противоязвенный. Однако содержание полифенолов в составе растения сильно варьирует в зависимости от геологической зоны, в которой произрастало растение, что отражается на его терапевтической активности. Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение качественного состава полифенолов травы *P. fruticosa* L. для дальнейшей стандартизации сырья. **Материалы и методы.** В качестве объекта исследования взят образец травы *P. fruticosa* L., собранный на территории Алтайского края. Анализ проводился с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии в обращённо-фазном варианте. **Результаты и обсуждение.** Установлен химический состав растения, который включает 18 соединений полифенольной природы, представленный гликозидами и агликонами флавонолов, проантоцианидинами, оксикоричными кислотами, эллаготаннинами. Методом внутренней нормализации рассчитано относительное содержание каждого компонента в сумме. В результате установлено, что преобладающими являются гликозиды кверцетина. Определён состав агликонов флавонолов после кислотного гидролиза, включающий кверцетин, кемпферол и рамнетин с преобладанием первого. Одним из компонентов кислотного гидролиза оказался цианидин, что является веским доказательством наличия в траве растения проантоцианидинов. Характерно достаточно высокое содержание проантоцианидинов, составившее около 24% от общей суммы полифенолов. **Заключение.** Полученные результаты позволяют утверждать, что стандартизацию исследуемого объекта можно проводить в пересчёте на кверцетин, как доминирующего компонента суммы полифенолов после предварительного гидролиза.

**Ключевые слова:** курильский чай, высокоэффективная жидкостная хроматография, флавоноиды, проантоцианидины

## STUDY OF THE COMPONENT COMPOSITION OF POLYPHENOLS OF THE KURIL TEA PLANT (*PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA* L.)

*A. Yu. Malyutina, A. V. Pravlotskaya, O. O. Novikov, D. I. Pisarev*

Belgorod National State Research University of the Russian Federation,  
85, Pobeda Str., Belgorod, Russia, 308015  
E-mail: malyutina\_a@bsu.edu.ru

Kuril tea is a popular plant of traditional medicine of China and Mongolia. The available scientific evidence indicates the presence of the plant expressed antioxidant properties, conjugated with the presence of polyphenols. The plant has also a number of other pharmacological effects, in particular antibacterial, fungicidal, hypoglycemic, anti-inflammatory and antiulcer. However, the content of polyphenols in the plant varies greatly depending on the geological growing region, which affects its therapeutic activity. Therefore, **the aim** of this research was to study the

### Для цитирования:

Малютина А.Ю., Правлоцкая А.В.,  
Новиков О.О., Писарев Д.И.  
ИЗУЧЕНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПОЛИФЕ-  
НОЛОВ ТРАВЫ *PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA* L.  
*Фармация и фармакология.* 2018;6(2):135-150.  
**DOI:** 10.19163/2307-9266-2018-6-2-135-150  
© Малютина А.Ю., Правлоцкая А.В.,  
Новиков О.О., Писарев Д.И., 2018

### For citation:

Malyutina A. Yu., Pravlotskaya A. V.,  
Novikov O. O., Pisarev D. I. STUDY OF THE COMPONENT  
COMPOSITION OF POLYPHENOLS OF THE KURIL  
TEA PLANT (*PENTAPHYLLOIDES FRUTICOSA* L.).  
*Pharmacy & Pharmacology.* 2018;6(2):135-150.  
**DOI:** 10.19163/2307-9266-2018-6-2-135-150

qualitative composition of polyphenols in *P. fruticosa* L. for further standardization of its raw materials. **Materials and methods.** As a research object, a sample of *P. fruticosa* L. herb collected in the Altai Territory was taken. The analysis was carried out using high-performance liquid chromatography in the reversed-phase version. **Results and discussion.** The chemical composition of the plant has been established. It includes 18 compounds of polyphenolic nature, represented by glycosides and aglyconflavonols, proanthocyanidins, oxycinnamic acids, ellagatannins. By the method of internal normalization, the relative content of each component in the sum has been calculated. As a result, glycosides of quercetin have been found to prevail. After acid hydrolysis the composition of aglyconflavonols was determined. It included quercetin, kaempferol and ramnetin, with predominance of quercetin. One of the components of acid hydrolysis was cyanidine, which is a strong proof of the presence of proanthocyanidins in the plant. A fairly high content of proanthocyanidins amounting to about 24% of the total amount of polyphenols is typical of it. **Conclusion.** The obtained results make it possible to assert that standardization of the investigated object can be carried out in terms of quercetin as the dominant component of the sum of polyphenols after preliminary hydrolysis.

**Keywords:** Kuril tea (*Potentilla fruticosa* L.), high-performance liquid chromatography, flavonoids, proanthocyanidins

**ВВЕДЕНИЕ.** *Pentaphylloides fruticosa* L. (*Potentilla fruticosa* L.) – курильский чай, растение из семейства *Rosaceae*. Ранее растение относили к роду *Potentilla*, однако в настоящее время его рассматривают как представитель рода *Pentaphylloides* [1]. Это популярное растение в народной медицине Китая, Тибета, Монголии. Своё название получил из-за того, что его листья и цветки в высушенном виде использовали как чай народы, проживающие на территории Урала и Курильских островов [2, 3]. В Китае это растение используют при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, как средство, регулирующее метаболизм, менструации. В Монгольской народной медицине применяется при диарее, как кровоостанавливающее [4, 5, 6]. Для настоящего растения, как и других представителей рода *Potentilla*, характерен ряд важных фармакологических свойств, таких как антиоксидантные, противомикробные, противовирусные, гипогликемические, противовоспалительные, противоопухолевые и антиульцерогенные [4, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. Современные научные исследования свидетельствуют, что фенольные компоненты *P. fruticosa* L., в первую очередь, гиперозид, эллаговая кислота и (+)-катехин оказывают значительную антиоксидантную способность *in vitro* и протективный эффект в отношении *Escherichia coli* при оксидационном стрессе [13, 14]. Сравнительное фитохимическое изучение трех видов *Potentilla* (*Potentilla fruticosa*, *Potentilla glabra* и *Potentilla parvifolia*) показало, что во всех перечисленных объектах присутствуют гиперозид, катехин, кофейная и феруловая кислоты, рутин и эллаговая кислота. Все перечисленные виды проявляли антиоксидантные и противомикробные свойства в отношении грамположительных бактерий, *Pseudomonas aeruginosa* и *Candida albicans* [15].

Было также отмечено значительное усиление антиоксидантной активности экстрактов листьев *P. fruticosa* L. в комбинации с полифенолами зеленого чая в соотношении 3:1 соответственно [16].

Химические и фармакологические исследования показали, что за высокую антиоксидантную активность *P. fruticosa* L. ответственны полифенолы нескольких классов, а именно флавоноиды, производные кверцетина и кемпферола, и дубильные ве-

щества [17]. Однако содержание фармакологически значимых компонентов в составе растения могут варьировать в зависимости от эколого-ценотических условий произрастания растения. Это отражается на количестве биологически активных соединений в растении и, как следствие, на терапевтической активности [18, 19, 20, 21, 22, 23]. В этой связи, оценка качественного состава и их количественное содержание в траве *P. fruticosa* L. является актуальной проблемой.

Учитывая вышесказанное, **ЦЕЛЬЮ** настоящего исследования явилось изучение качественного состава полифенолов травы *P. fruticosa* L. для стандартизации сырья. Изучение данного растения проводится в рамках развития нового научного направления «Фармацевтический ремейк» [24].

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.** В качестве объекта исследования взят образец травы *P. fruticosa* L., собранный на территории Алтайского края.

Полифенольный комплекс из травы *P. fruticosa* L. извлекали с помощью спирта этилового 70%-ной концентрации в соотношении 1:50 сырья к экстрагенту. Полученное извлечение хроматографировали в представленных ниже условиях.

Анализ проводился с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии в обращенно-фазном варианте.

Хроматографировали на хроматографе фирмы «Agilent Technologies 1200 Infinity».

Хроматографическая колонка – *Ascentisexpress* C<sub>18</sub>, 2,7 μm × 100 мм × 4,6 мм.

В качестве мобильной фазы использованы вода квалификации HPLC и спирт этиловый (по ГОСТ Р 51652), кислотным модификатором служила кислота муравьиная.

Расчет числа теоретических тарелок, разделяющую способность хроматографической системы – коэффициент разделения R<sub>s</sub> и асимметрию хроматографического пика – коэффициент асимметрии рассчитывали согласно Европейской Фармакопее (ЕФ). Адекватными значениями числа теоретических значений принято не менее 5000, коэффициента разделения R<sub>s</sub> не более – 1,5, коэффициента асимметрии T<sub>f</sub> – менее 2 [25].

Полифенольный комплекс хроматографировали в следующих условиях:  
 скорость мобильной фазы – 0,5 мл/мин;  
 температура термостата колонки +35 °С;

объём пробы – 1 µл.  
 Градиентный режим элюирования проводили в условиях, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Условия градиентного элюирования полифенолов *P. fruticosus L*

Время, мин	А, %	Б, %
0	90	10
10	80	20
20	70	30
30	50	50
40	10	90

Регистрацию компонентов проводили при следующих длинах волн: флавонолы – 355 нм, гидрокси-коричные кислоты – 310, 325 нм, проантоцианидины – 280 нм, эллаготаннины – 254 нм [26].

Компонентный состав идентифицировали по соответствию времён удерживания аналитов со стандартными образцами, а также результатам диодно-матричного детектирования.

Относительное содержание отдельных компонентов определяли методом внутренней нормализации, расчёт вели по формуле:

$$X_i = \frac{S_i \times 100}{\sum S}$$

где  $S_i$  – среднее значение площади пика компонента на хроматограммах суммы;

$\sum S$  – среднее значение суммы всех площадей пиков на хроматограммах.

Для объективной оценки содержания агликонов флавоноидов был проведён кислотный гидролиз полифенолов травы *P. fruticosa L*. Гидролиз проводили 2 М раствором кислоты хлороводородной в течение 60 минут. Полученный гидролизат фильтровали и хроматографировали.

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.** Хроматограмма разделения спиртового извлечения из травы *P. fruticosa L*. представлена на рисунке 1.

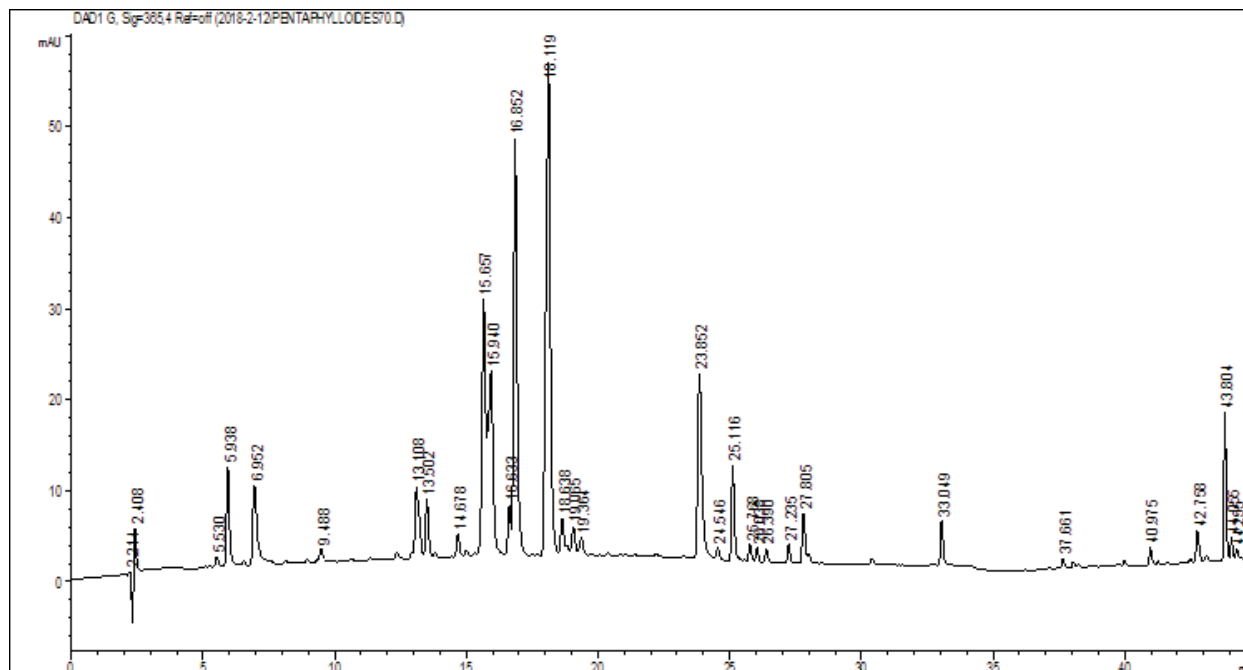


Рисунок 1 – Хроматограмма спиртового извлечения из травы *P. fruticosa L*. (детекция диодно-матричная,  $\lambda = 365$  нм)

Для оценки эффективности разделения суммы полифенолов в подобранной хроматографической

системе были рассчитаны критерии пригодности, результаты которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчётов критериев эффективности хроматографической системы для определения полифенолов *P. fruticosa* L.

$t_R$	N	$R_s$	$T_f$	$W_b$
3,405	2173	1,32	0,88	0,1722
4,822	8022	2,88	0,69	0,1267
6,946	8299	4,04	0,69	0,18
5,938	13205	1,35	0,7	0,1217
13,108	27707	13,07	0,62	0,1853
13,502	67585	1,51	0,79	0,1222
15,657	67225	4,37	0,81	0,1422
15,940	41577	1,09	1,12	0,1840
16,635	171031	2,92	1,38	0,0947
16,852	92162	1,15	0,71	0,1307
18,119	56141	4,79	1,21	0,19
18,638	144708	2,06	1,02	0,1153
19,065	127435	2,08	0,91	0,1257
19,364	116880	1,36	0,74	0,1333
23,852	116565	17,71	0,64	0,1644
25,116	253791	5,69	0,74	0,1173
27,805	333497	3,08	0,92	0,1133

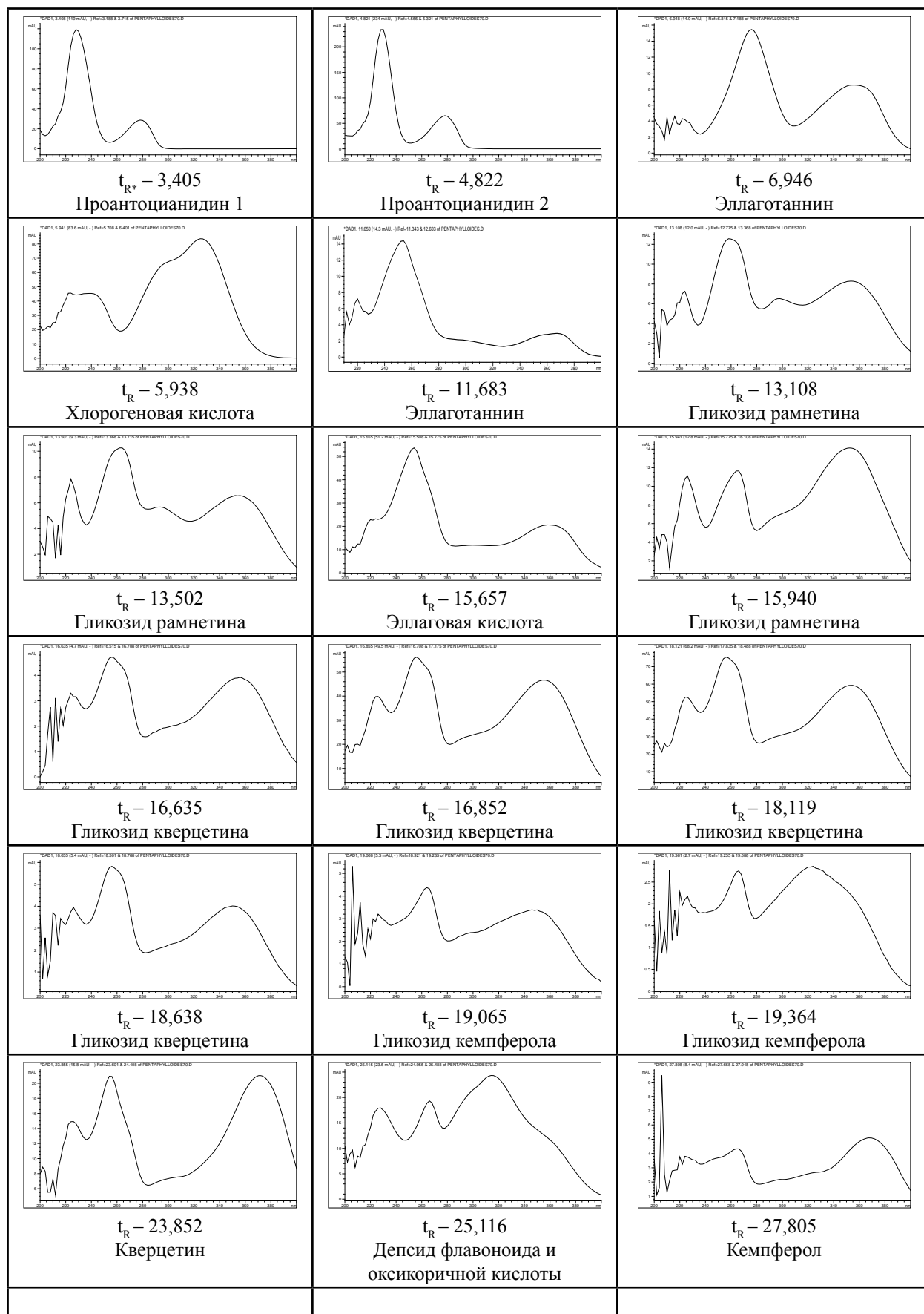
$t_R$  – время удерживания компонента, N – число теоретических тарелок,  $R_s$  – коэффициент разделения пиков,  $T_f$  – коэффициент асимметрии,  $W_b$  – ширина пика по базовой линии.

Исходя из полученных результатов, представленных в таблице 2, критерии эффективности укладываются в реферируемые значения, предлагаемые ЕФ. Следовательно, данную хроматографическую систему можно признать эффективной.

Расшифровка результатов диодно-матричного детектирования полифенолов *P. fruticosa* L. отражена на рисунке 2.

Как следует из данных, приведённых на рисунке 2, полифенольный состав травы *P. fruticosa* L. представлен катехинами, эллаготаннинами и эллаговой кислотой, флавоноидами, гликозидами кверцетина, рамнетина и кемпферола, хлорогеновой кислотой.

Процентное распределение полифенолов в полифенольном комплексе *P. fruticosa* L. представлено на рисунке 3.



$t_{R^*}$  – время удерживания компонента на хроматограмме

Рисунок 2 – Состав полифенольных соединений травы *P. fruticosa* L.

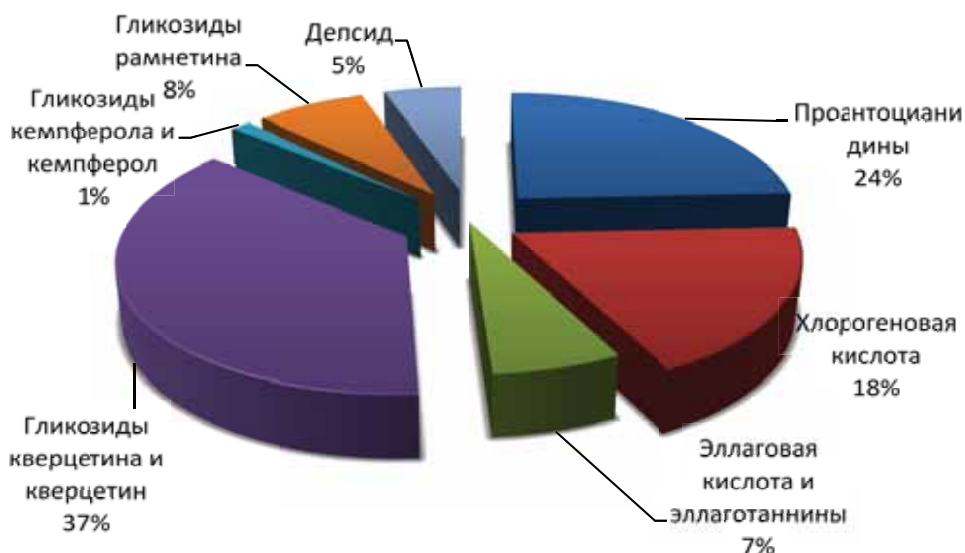


Рисунок 3 – Процентное распределение полифенолов в полифенольном комплексе *P. fruticosa L.*

Как видно на приведённом рисунке, основную массу полифенолов травы *P. fruticosa L.* составляют гликозиды кверцетина, катехины и хлорогеновая кислота. В меньших количествах присутствуют гликозиды кемпферола и рамнетина. Характерным признаком

продуктов кислотного гидролиза полифенолов травы *P. fruticosa L.* явилось то, что они имели ярко-красную окраску, что указывает на присутствие антоцианов. Гидролизат далее хроматографировали, результаты хроматографирования приведены на рисунках 4 и 5.

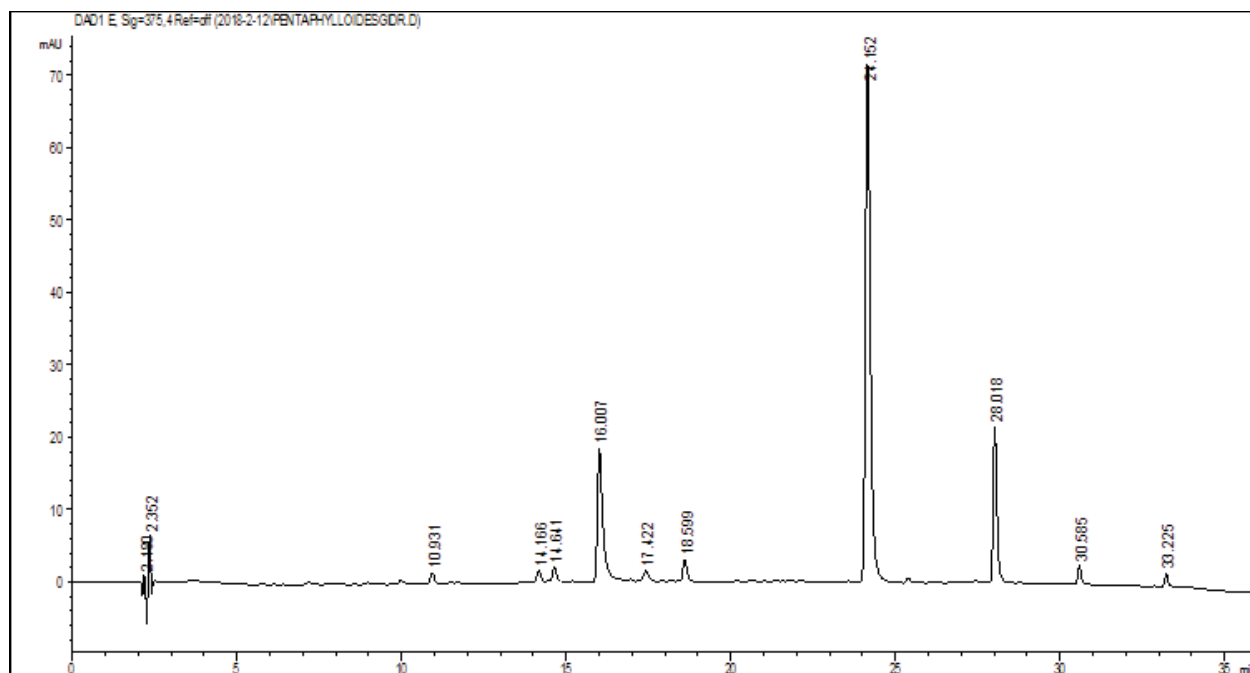


Рисунок 4 – Хроматограмма полифенолов травы *P. fruticosa L.* после кислотного гидролиза (детекция диодно-матричная,  $\lambda = 375$  нм)

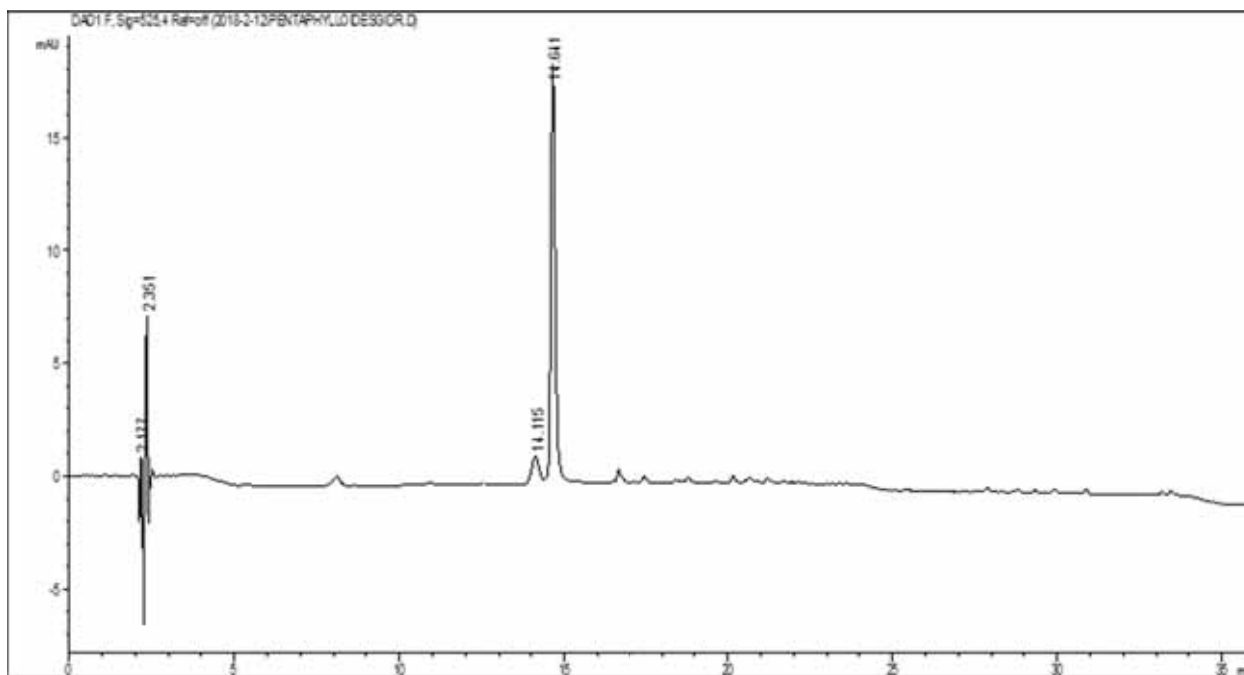


Рисунок 5 – Хроматограмма полифенолов травы *P. fruticosa* L. после кислотного гидролиза (детекция диодно-матричная,  $\lambda = 525$  нм)

Результаты расшифровки результатов кислотного гидролиза полифенолов травы *P. fruticosa* L. приведены на рисунке 6.

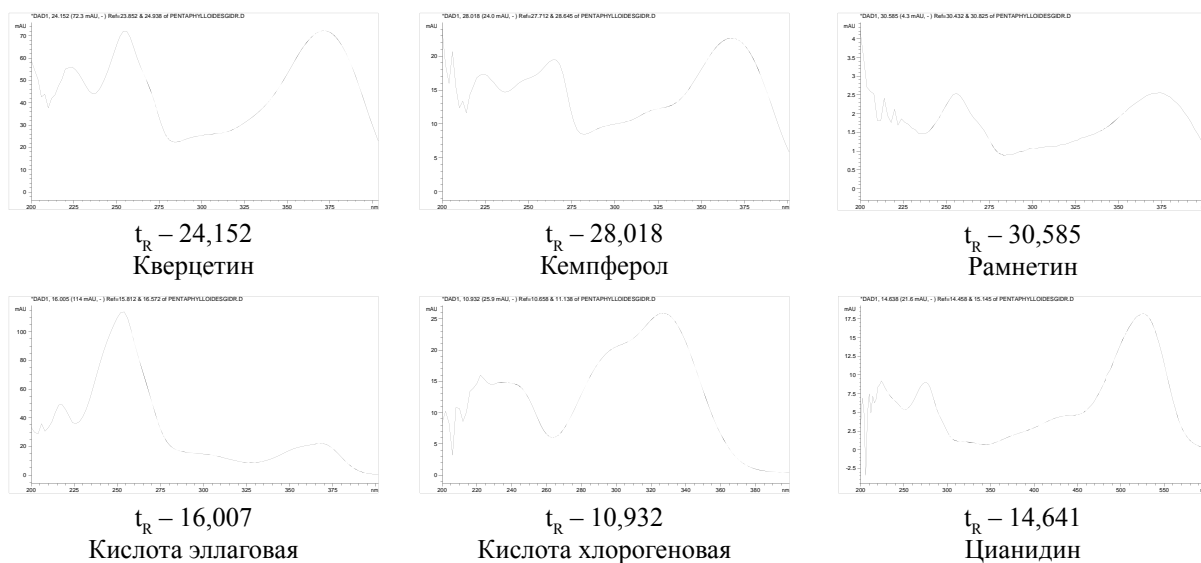


Рисунок 6 – Состав продуктов гидролиза полифенолов травы *P. fruticosa* L.

Таким образом, в продуктах гидролиза обнаружены агликоны флавонолов с существенным преобладанием кверцетина. Также идентифицирован цианидин, что служит подтверждением наличия в полифенолах исследуемого растения проантоцианидинов.

В ходе настоящего исследования установлено, что курильский чай содержит флавоноиды, представленные гликозидами трёх агликонов – кверцетина, кемпферола и рамнетина с преобладанием первого. Присутствие флавоноидов в объекте, как правило, обуславливает множество разноплановых фармако-

логических эффектов, в их числе капилляроукрепляющий, антиоксидантный, противоопухолевый.

В результате хроматографирования продуктов кислотного гидролиза полифенолов исследуемого объекта выяснено, что в растении содержится большое количество проантоцианидинов, группы соединений, характеризующихся выраженными антиоксидантными свойствами. Это, несомненно, определяет перспективность растения как источника этой ценной группы веществ. Кроме того, в продуктах гидролиза установлено присутствие эллаговой кислоты, что

указывает на природу дубильных веществ растения – эллаготаннины. Эллаготаннины являются известными противовоспалительными, кровоостанавливающими, противокислеческими агентами. Следовательно, действующим началом травы *P. fruticosa* L. являются три класса соединений – флавоноиды, проантоцианидины и эллаготаннины. Наличие такого спектра ценных полифенольных компонентов в растении позволяет утверждать, что изученный объект представляется перспективным для использования в медицинской практике. Это даёт возможность рекомендовать растение для дальнейших фармакологических испытаний и для разработки лекарственных препаратов на основе его полифенольного комплекса.

**INTRODUCTION.** *Pentaphylloides fruticosa* L. (*Potentilla fruticosa* L.) – Kuril tea - is a plant from the Rosaceae family. The plant used to be referred to as the genus *Potentilla*, but now it is considered a representative of the genus *Pentaphylloides* [1]. This is a popular plant in folk medicine in China, Tibet, Mongolia. Its name came from the fact that its dried leaves and flowers were used as tea by the peoples living in the Ural and the Kuril Islands [2, 3]. In China, this plant is used for diseases of the gastrointestinal tract, as a means to regulate metabolism, menstruation. In Mongolian folk medicine it is used for diarrhea as a hemostatic [4, 5, 6]. This plant, as well as other members of the genus *Potentilla*, is characterized by a number of important pharmacological properties, such as antioxidant, antimicrobial, antiviral, hypoglycemic, antiinflammatory, antitumor and antiulcerogenic [4, 7, 8, 9, 10, 11, 12]. The current research indicates a significant antioxidant capacity *in vitro* and protective effect against *Escherichia coli* at Oxidative stress produced by phenolic components *P. fruticosa* L., primarily hyperoside, ellagic acid and (+)-catechin have [13, 14]. A comparative phytochemical study of three types of *Potentilla* (*Potentilla fruticosa*, *Potentilla glabra* and *Potentilla parvifolia*) revealed the presence of hyperoside, catechin, caffeic and ferulic acid, rutin and ellagic acid in all of these objects. All of these species exhibited antioxidant and antimicrobial properties against Gram-positive bacteria, *Pseudomonas aeruginosa* and *Candida albicans* [15].

A significant increase in the antioxidant activity of *P. fruticosa* L. leaves extracts in combination with green tea polyphenols at the ratio 3:1 respectively has also been established [16].

Chemical and pharmacological studies have shown that polyphenols of several classes, namely flavonoids, derivatives of quercetin and kaempferol, and tannins are responsible for high antioxidant activity of *P. fruticosa* L. [17]. However, the content of pharmacologically significant components in the plant composition can vary depending on the ecological and cenotic conditions of the growing region. This factor is reflected in the amount of biologically active compounds in the plant and, as a con-

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** В результате проведённых исследований установлено, что трава *P. fruticosa* L. содержит около 18 соединений полифенольной природы, представленные гликозидами и агликонами флавонолов, проантоцианидинами, оксикоричными кислотами, эллаготаннинами. При этом около 46% всей суммы полифенолов составляют флавоноиды, 24% – проантоцианидины, 18% – оксикоричные кислоты, 7% – эллаготаннины. Полученные результаты позволяют утверждать, что стандартизацию исследуемого объекта можно проводить по сумме полифенольных соединений в пересчёте на кверцетин, как доминирующего компонента суммы полифенолов после предварительного гидролиза или на проантоцианидины.

sequence, on its therapeutic activity [18, 19, 20, 21, 22, 23]. Accordingly, the evaluation of the qualitative composition and their quantitative contents in the *P. fruticosa* L. herb is an actual problem.

In view of the foregoing, **THE AIM** of this study was to study the qualitative composition of polyphenols in *P. fruticosa* L. for standardizing its raw materials. The study of this plant has been carried out within the framework of the development of a new scientific direction called “Pharmaceutical remake” [24].

**MATERIALS AND METHODS.** As a research object, a sample of *P. fruticosa* L. herb collected in the Altai Territory was taken. The polyphenol complex from *P. fruticosa* L. herb was extracted with 70% ethyl alcohol at the ratio of 1:50 of raw materials to the extractant. The resulting extraction was chromatographed under the following conditions.

The analysis was carried out using high-performance liquid chromatography in the reversed-phase version.

For this purpose the chromatograph produced by «Agilent Technologies 1200 Infinity» was used.

The chromatography column was *Ascentisexpress* C<sub>18</sub> 2,7µm × 100 mm × 4,6 mm.

As the mobile phase, the HPLC qualification water and ethyl alcohol (according to GOST R 51652) were used, acid formic acid served as an acid modifier.

The calculation of the number of theoretical plates separating the capabilities of the chromatographic system – the separation coefficient  $R_s$  and the asymmetry of the chromatographic peak - the asymmetry coefficient - was calculated according to the European Pharmacopoeia. The adequate values of the number of theoretical values are accepted not less than 5000, the separation factor  $R_s$  should be not more than - 1.5, and the asymmetry coefficient  $T_f$  should be less than 2 [25].

The polyphenol complex was chromatographed under the following conditions:

the mobile phase speed was 0,5 ml/min.;

the column thermostat temperature was +35°C;

the sample volume was 1 µl.

The gradient elution was carried out under the conditions indicated in Table 1.



**Table 1 – Conditions for the gradient elution of *P. fruticosus* L polyphenols**

Time, min	A,%	B,%
0	90	10
10	80	20
20	70	30
30	50	50
40	10	90

The components were recorded at the following wavelengths: flavonols at 355 nm, hydroxycinnamic acids at 310, 325 nm, proanthocyanidins at 280 nm, ellagatannins at 254 nm [26].

The component composition was identified by the correspondence of the retention times of the analytes with standard samples, as well as by the results of diode-matrix detection.

The relative content of individual components was determined by the internal normalization method, the calculation was carried out by formula:

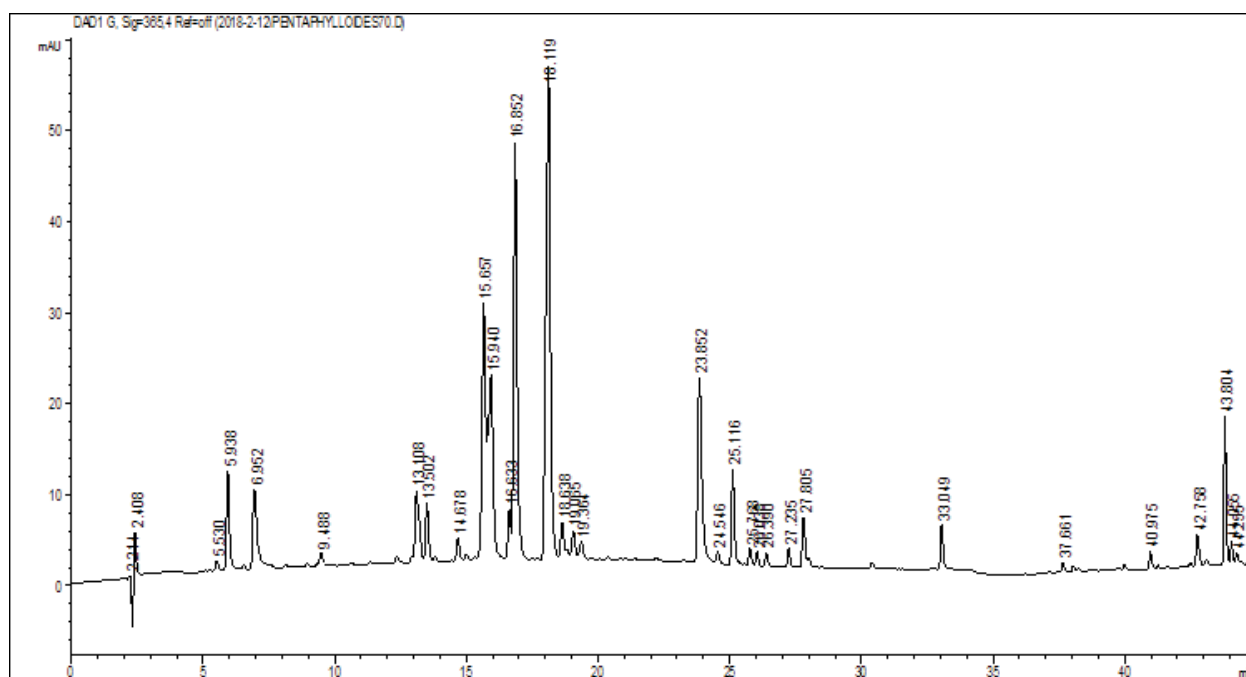
$$X_i = \frac{S_i \times 100}{\sum S}$$

where  $S_i$  is the average value of the peak area of the component on the chromatograms of the sum;

$\sum S$  is the mean value of the sum of all peak areas on chromatograms.

For the objective assessment of the content of flavonoids aglucones, the acid hydrolysis of *P. fruticosus* L polyphenols was carried out. The hydrolysis was carried out with a 2M solution of hydrochloric acid for 60 minutes. The resulting hydrolysate was filtered and chromatographed.

**RESULTS AND DISCUSSION.** The chromatogram of the separation of alcohol extract from *P. fruticosus* L. herb is shown in Figure 1.



**Figure 1 – Chromatograms of alcohol extract from herb *P. fruticosus* L. (diode-matrix detection,  $\lambda = 365$  nm)**

To assess the effectiveness of the separation of the polyphenols sum in the matched chromatographic

system, the eligibility criteria have been calculated, the results of which are presented in Table 2.

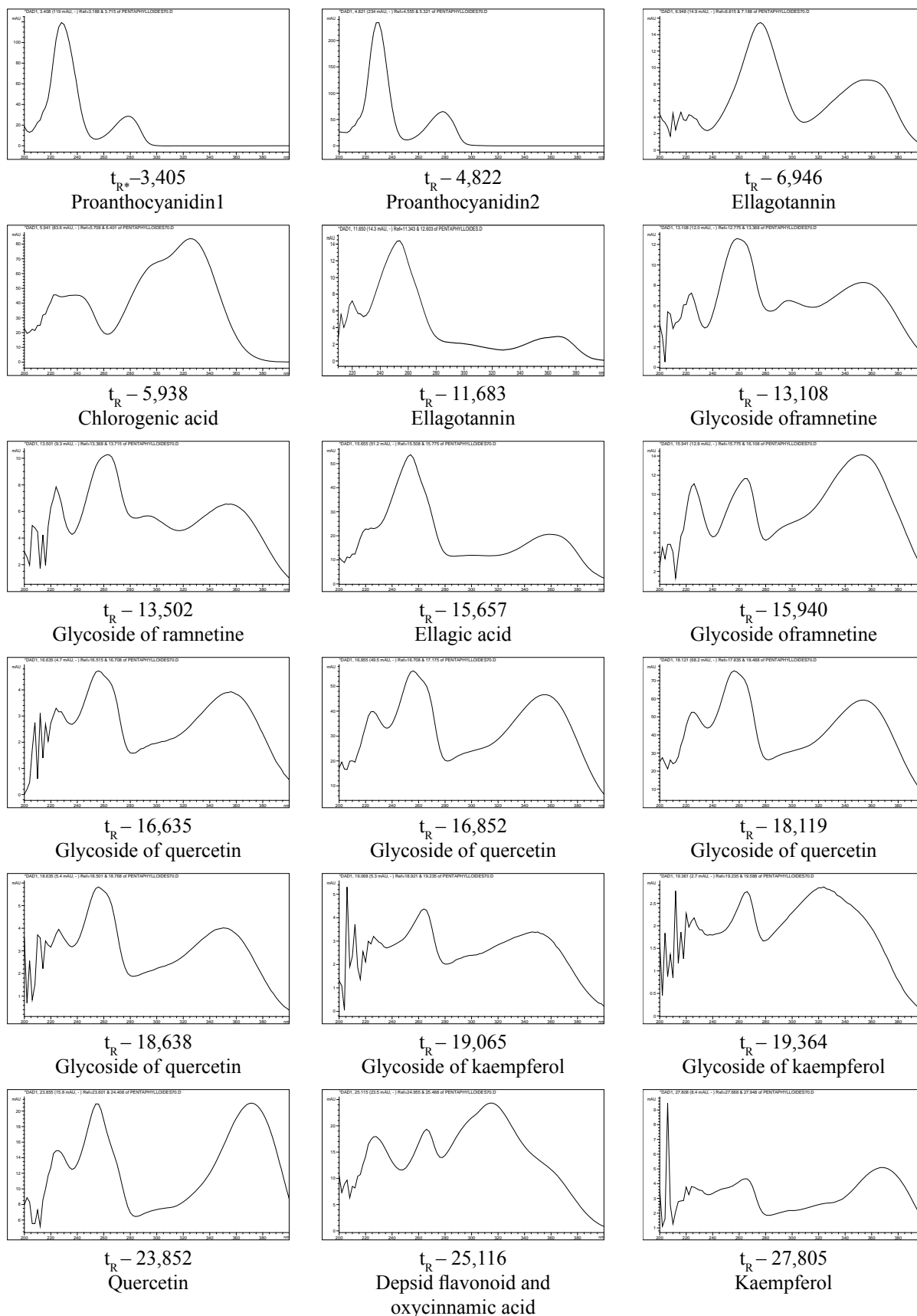
Table 2 – Results of calculations of efficiency criteria of the chromatographic system for determination of *P. fruticosa* L. polyphenols

$t_R$	N	$R_s$	$T_f$	$W_b$
3.405	2173	1.32	0.88	0.1722
4.822	8022	2.88	0.69	0.1267
6.946	8299	4.04	0.69	0.18
5.938	13205	1.35	0.7	0.1217
13.108	27707	13.07	0.62	0.1853
13.502	67585	1.51	0.79	0.1222
15.657	67225	4.37	0.81	0.1422
15.940	41577	1.09	1.12	0.1840
16.635	171031	2.92	1.38	0.0947
16.852	92162	1.15	0.71	0.1307
18.119	56141	4.79	1.21	0.19
18.638	144708	2.06	1.02	0.1153
19.065	127435	2.08	0.91	0.1257
19.364	116880	1.36	0.74	0.1333
23.852	116565	17.71	0.64	0.1644
25.116	253791	5.69	0.74	0.1173
27.805	333497	3.08	0.92	0.1133

where  $t_R$  is the component retention time, N is the number of theoretical plates,  $R_s$  is the peak separation factor,  $T_f$  is an asymmetry coefficient,  $W_b$  is a baseline width

Based on the results obtained in Table 2, the efficiency criteria fit into the referenced values proposed by the European Pharmacopoeia. Therefore, this chromatographic system can be considered effective. Decoding of the results of diode-matrix detection of *P. fruticosa* L. polyphenols is reflected in Figure 2. As follows from

the data shown in Figure 2, the polyphenolic composition of *P. fruticosa* L. herb is represented by catechines, ellagatannins and ellagic acid, flavonoids, quercetin glycosides, ramnetin and kaempferol, chlorogenic acid. The percentage distribution of polyphenols in the polyphenolic complex of *P. fruticosa* L. is shown in Figure 3.



$t_{R^*}$  is component retention time on the chromatogram

Figure 2 – Composition of *P. fruticosa L* polyphenolic compounds

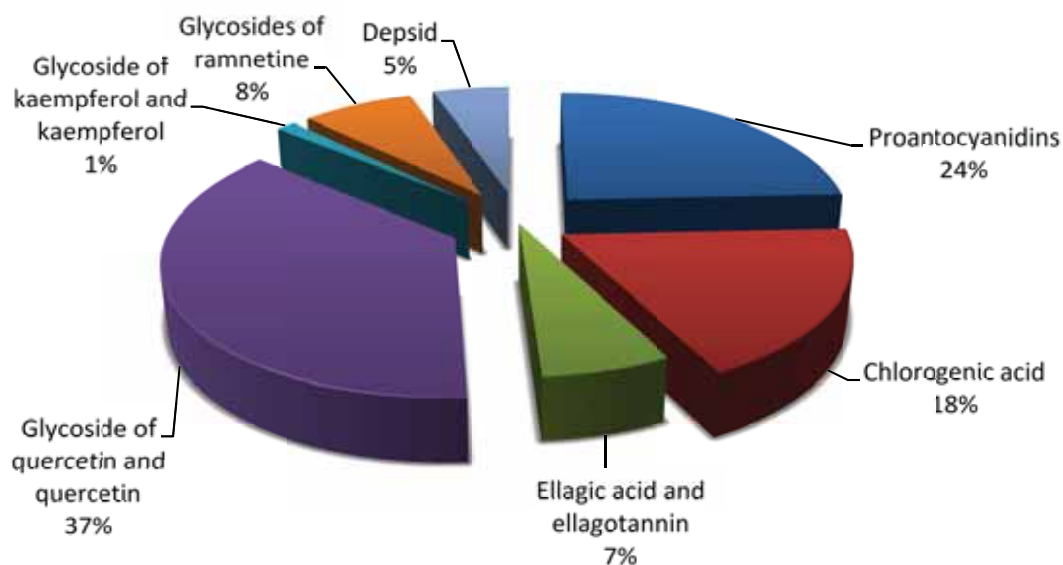


Figure 3 – Percentage distribution of polyphenols in the *P. fruticosa* L. polyphenol complex

As it is seen in the figure, the main mass of *P. fruticosa* L. polyphenols is represented by glycosides of quercetin, catechins and chlorogenic acid. In smaller quantities there are glycosides of kaempferol and ramnetin.

A characteristic feature of the products of acid

hydrolysis of *P. fruticosa* L. polyphenols was that they had a bright red color, indicating the presence of anthocyanins. The hydrolyzate was further chromatographed, chromatographic results are shown in Figures 4 and 5.

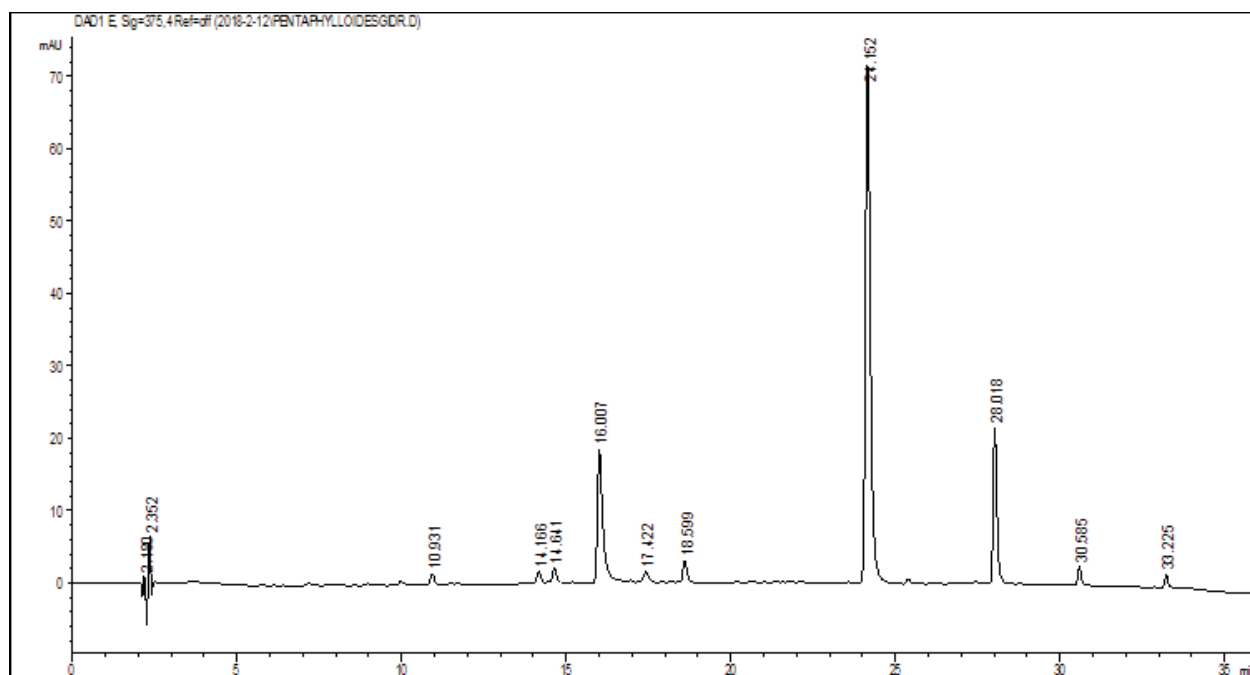
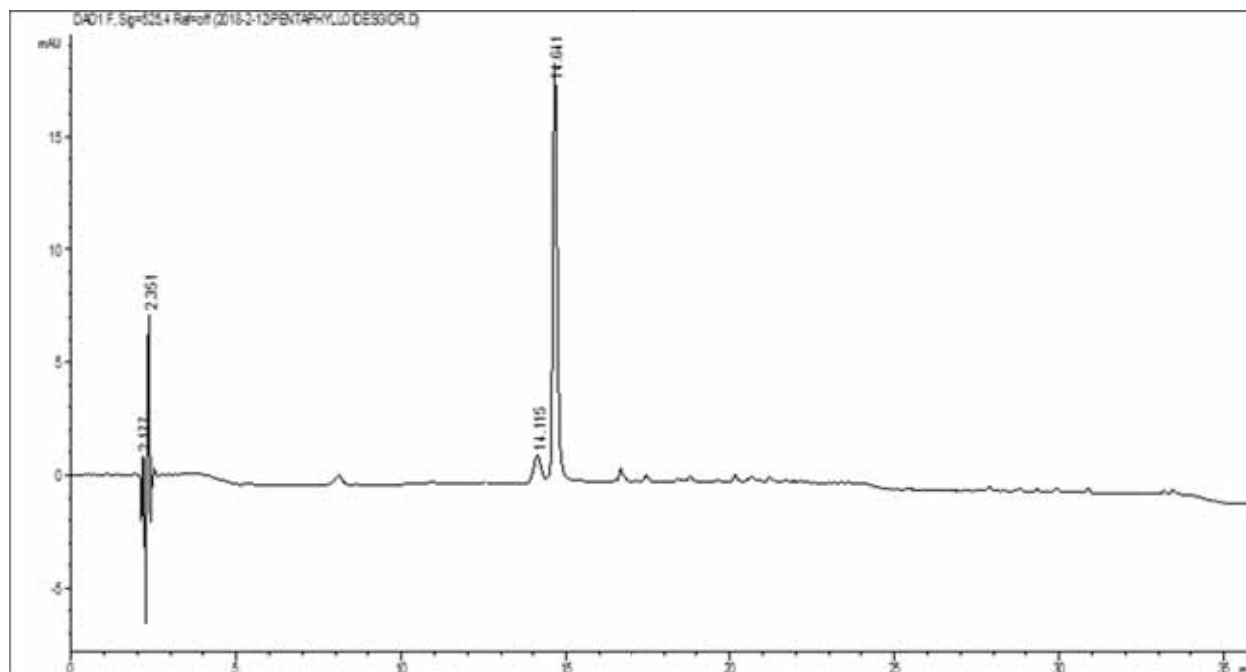
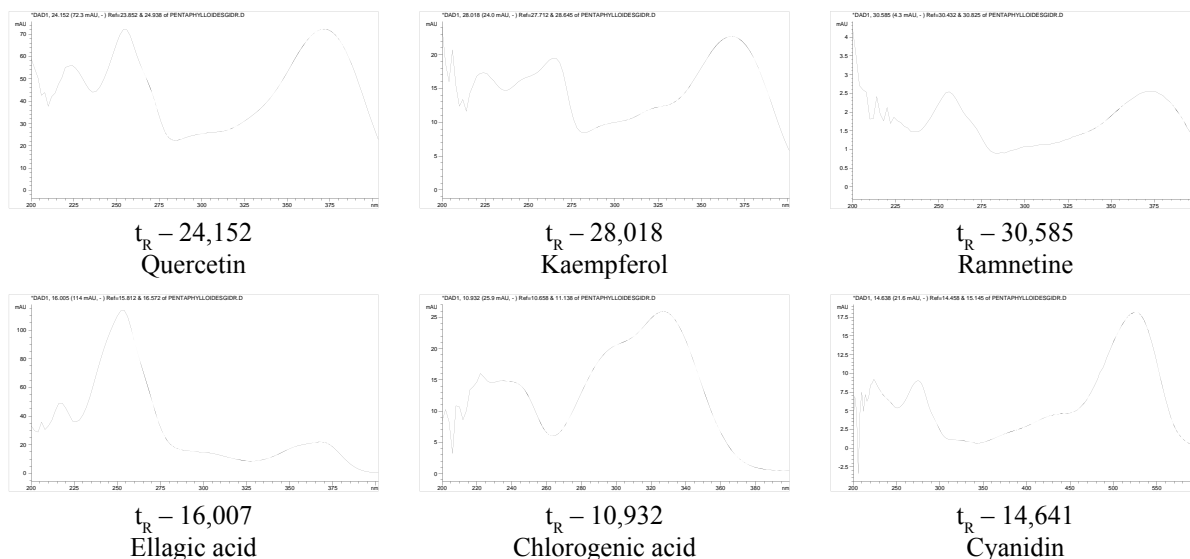


Figure 4 – Chromatogram of *P. fruticosa* L. polyphenols after acid hydrolysis (diode-matrix detection,  $\lambda = 375$  nm)



**Figure 5 – Chromatogram of *P. fruticosa L.* polyphenols after acid hydrolysis (diode-matrix detection,  $\lambda = 525 \text{ nm}$ )**

The results of decoding the results of acid hydrolysis of *P. fruticosa L.* polyphenols are shown in Figure 6.



**Figure 6 – Composition of products of hydrolysis of *P. fruticosa L.* polyphenols**

Thus, aglycones of flavonols with a significant predominance of quercetin have been found in hydrolysis products. Cyanidin has also been identified, which confirms the presence of proanthocyanidins in the polyphenols of the plant under study.

In the course of this study, it has been established that Kuril tea contains flavonoids represented by glycosides of three aglycons – quercetin, kaempferol and ramnetin, with predominance of quercetin. The presence of flavonoids in the object, as a rule, causes a variety of diverse pharmacological effects, including capillary-strengthening, antioxidant, antitumor.

As a result of chromatography of products of acid hydrolysis of polyphenols of the investigated object

As a result of chromatography of products of acid hydrolysis of the investigated object's polyphenols, it was found out that the plant contains a large number of proanthocyanidins – the groups of compounds characterized by a pronounced antioxidant effect.

This, of course, determines the prospects of the plant as a source of this valuable group of substances. In addition, the presence of ellagic acid has been established in the products of hydrolysis, which indicates the nature of tannins of the plant – ellagatannins. Elvolatannins are

known as anti-inflammatory, hemostatic, antitoxic agents. Consequently, the principle of Kuril tea (*P. fruticosa* L.) is three classes of compounds – flavonoids, proanthocyanidins and ellagitannins. The presence of such a spectrum of valuable polyphenolic components in the plant makes it possible to assert that the studied object seems promising in medical practice. Therefore, it can be recommended for further pharmacological testing and for the development of medicines based on its polyphenolic complex.

**CONCLUSION.** As a result of the conducted studies it was established that Kuril tea (*P. fruticosa* L.)

contains about 18 polyphenol compounds, represented by glycosides and aglyconflavonols, proanthocyanidins, oxycinnamic acids, ellagitannins. About 46% of the total amount of polyphenols are flavonoids, 24% are proanthocyanidins, 18% are oxycinnamic acids and 7% are ellagitannins. The results obtained make it possible to assert that the standardization of the object under study can be carried out on the sum of polyphenolic compounds in terms of quercetin as the dominant component of the sum of polyphenols after pre-hydrolysis or on proanthocyanidins.

#### Библиографический список

1. Дикорастущие полезные растения России / ред. А.Л. Буданцев, Е.Е. Лесиовская. СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. 663 с.
2. Лавренов В.К., Лавренова Г.В. Полная энциклопедия лекарственных растений. Т. 1. М.: «ОЛМА-ПРЕСС», 1999. 736 с.
3. Соколов С.Я. Фитотерапия и фитофармакология: Руководство для врачей. М.: Медицинское информационное агентство, 2000. 976 с.
4. Gürbüz I., Özkan A.M., Yesilada E., Kutsal O. Anti-ulcerogenic activity of some plants used in folk medicine of Pinarbasi (Kayseri, Turkey) // Journal of ethnopharmacology. 2005. No. 101. P. 313–318.
5. Feng Y., Wu Z.H., Zhou X., Zhou Z., Fan W. Knowledge discovery in traditional Chinese medicine: state of the art and perspectives // Artif. intell. med. 2006. No. 38. P. 219–236.
6. Liu Y.H., Sun Y.L. China traditional Chinese medicine patent database // World patent information. 2004. No. 26. P. 91–96.
7. Арьяева М.М., Ажунова Т.А., Николаев С.М. Влияние экстракта из побегов *Pentaphylloides fruticosa* (L.) на течение экспериментального сахарного диабета // Растительные ресурсы. 1999. Т. 35. № 1. С. 91–97.
8. Евстропов А.Н., Бутова Л.Г., Грек О.Р. Применение полифенольного комплекса, экстрагированного из пятилистика кустарникового (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz), для профилактики Коксаки-вирусной инфекции // Бюллетень сибирской медицины. 2002. №4. С. 27–31.
9. Tomczyk M., Leszczyńska K., Jakoniuk P. Antimicrobial activity of *Potentilla* species / M. Tomczyk, K. Leszczyńska, P. Jakoniuk // Fitoterapia. 2008. Vol. 79. No. 7. P. 592–594.
10. Miliuskas G., van Beek T.A., Venskutonis P.R., Linssen J.P., Waard P., Sudholter E.J.R. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa* // Journal science of food and agriculture. 2004. No. 84. P. 1997–2009.
11. Wang L.-Y., Kou Y.-X., Wu G.-L., Wang Y.-J. Development and characterization of novel microsatellite markers isolated from *Potentilla fruticosa* L. (Rosaceae), and cross-species amplification in its sister species - *Potentilla labra* L. // Conservation genetics resources. 2009. No. 1. P. 51–53.
12. Tomczyk M., Paduch R., Wiater A., Pleszczyńska M., Kandefer-Szerszeń M., Szczodrak J. The influence of aqueous extracts of selected *Potentilla* species on normal human colon cells // Actapoloniaepharmaceutica. Drug research. 2013. No. 70. P. 523–531.
13. Miliuskas G., Mulder E., Linssen J.P.H., Houben J.H., van Beek T.A., Venskutonis P.R. Evaluation of antioxidative properties of *Geranium macrorrhizum* and *Potentilla fruticosa* extracts in Dutch style fermented sausages // Meat science. 2007. No. 77. P. 703–708. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.05.026.
14. Luo Z., Wang S., Wang D. Phenolic profiles and antioxidant capacities of crude extracts and subsequent fractions from *Potentilla fruticosa* L. leaves // Natur product research. 2016. No. 16. P. 1890–1895.
15. Wang S., Wang D., Pu W., Li D. Phytochemical profiles, antioxidant and antimicrobial activities of three *Potentilla* species // BMC Complementary and alternative medicine. 2013. No. 13. P. 321.
16. Liu Z., Luo J.C., Wang D. Synergistic effects of *Potentilla fruticosa* L. leaves combined with green tea polyphenols in a variety of oxidation systems // Journal of food science. No. 81. P. 1091–1101.
17. Chen C., Zhang X.W., Luo Z.M. Measurement of quercetin and kaempferol contents in *Potentilla fruticosa* from different regions by HPLC method // Chinese journal of analysis laboratory. 2009. № 28. P. 54–56.
18. Храмова Е.П. Динамика содержания флавонолов в надземных органах *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz. различных экотипов, выращенных в Новосибирске // Растительные ресурсы. 1999. Т. 35. № 4. С. 31–38.
19. Храмова Е.П. Состав и содержание флавоноидов *Pentaphylloides fruticosa* в природе и культуре // Химия растительного сырья. 2014. № 1. С. 185–193.
20. Храмова Е.П. Особенности накопления фенольных соединений в растениях *Potentilla fruticosa* (Rosaceae) в течении суток // Химия растительного сырья. 2017. №4. С. 97–106.
21. Bai D.Y., Ma M.C., Zhang Z.H. Analysis of leaf ingredient in wild *Potentilla fruticosa* L. of different elevation // Chinese agricultural science bulletin. 2007. № 23. P. 371–375.

22. Li H.C., Sun H.Z., Hu X. Analysis on total flavonoid in leaves of *Potentilla fruticosa* in different environment and related mechanism // Journal of west China forestry science. 2007. № 36. P. 71–73.
23. Tomczyk M., Pleszczyńska M., Wiater A. Variation in total polyphenolics contents of aerial parts of *Potentilla* species and their anticariogenic activity // Molecules. 2010. Vol. 15. No. 7. P. 4639–4651.
24. Писарев Д.И., Новиков О.О., Севрук И.А., Малютина А.Ю., Зинченко А.А., Гурьев И.В. Исследование *Ocimum basilicum* L. в рамках научного направления «Фармацевтический ремейк» // Научный результат. Сетевой науч.-практ. журн. Сер. Медицина. Фармация. 2016. Т. 2. №2. С. 54–61.
25. European Pharmacopoeia, 2014. 8th ed. European Directorate for Quality of Medicines and Health care. Strasbourg, France: 2727.
26. Markham K.R., Bloor S.J. Analysis and identification of flavonoids in practice // Flavonoids in health and disease / ed. by C. A. Rice-Evans, L. Packer. New York, 1998. P. 1-34. (Antioxidants in health and disease).

#### References

1. Budantsev AL, Lesiovskaya EE, editors. Dikorastushchiye poleznyye rasteniya Rossii [Wild plants of Russia]. St. Petersburg: SPFChA Publishing House;2001. 663 p. Russian.
2. Lavrenov VK, Lavrenova GV. Polnaya entsiklopediya lekarstvennykh rasteniy. [Complete encyclopedia of medicinal plants]. Vol. 1. Moscow: OLMA-PRESS;1999. 736 p. Russian.
3. Sokolov SYa. Fitoterapiya i fitofarmakologiya: Rukovodstvo dlya vrachey [Phytotherapy and phytopharmacology: A guide for doctors]. Moscow: Medical News Agency;2000. 976 p. Russian.
4. Gürbüz I, Özkan AM, Yesilada E, Kutsal O. Anti-ulcerogenic activity of some plants used in folk medicine of Pinarbasi (Kayseri, Turkey). Journal of ethnopharmacology. 2005 Oct 3;101(1-3):313-8.
5. Feng Y, Wu ZH, Zhou X, Zhou Z, Fan W. Knowledge discovery in traditional Chinese medicine: state of the art and perspectives. Artif. intell. med. 2006 Nov;38(3):219-36.
6. Liu YH, Sun YL. China traditional Chinese medicine patent database. World patent information. 2004;26:91–6.
7. Aryaeva MM, Azhunova TA, Nikolayev SM. Vliyaniye ekstrakta iz pobegov *Pentaphylloides fruticosa* (L.) na techeniye eksperimental'nogo sakharnogo diabeta [Effect of extract from shoots of *Pentaphylloides fruticosa* (L.) on the course of experimental diabetes mellitus]. Rastitelnye resursy. 1999;35(1):91–7. Russian.
8. Evstropov AN, Burova LG, Grek OP. Primeneniye polifenol'nogo kompleksa, ekstragirovannogo iz pyatilistnika kustarnikovogo (*Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz), dlya profilaktiki Koksaki-virusnoy infektsii [The use of a polyphenol complex extracted from *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz, for the prevention of Cocksackie virus infection]. Byulleten sibirskoy meditsiny. 2002;4:27–31. Russian.
9. Tomczyk M, Leszczyńska K, Jakoniuk P. Antimicrobial activity of *Potentilla* species. Fitoterapia. 2008;79(7): 592–4.
10. Miliuskas G, van Beek TA, Venskutonis PR, Linssen JP, Waard P, Sudholter EJR. Antioxidant activity of *Potentilla fruticosa*. Journal science of food and agriculture. 2004;84:1997–2009.
11. Wang L-Y, Kou Y-X, Wu G-L, Wang Y-J. Development and characterization of novel microsatellite markers isolated from *Potentilla fruticosa* L. (Rosaceae), and cross-species amplification in its sister species – *Potentilla glabra* L. Conservation genetics resources. 2009;1:51–3.
12. Tomczyk M, Paduch R, Wiater A, Pleszczyńska M, Kandefer-Szerszeń M, Szczodrak J. The influence of aqueous extracts of selected *Potentilla* species on normal human colon cells. Actapoloniaepharmaceutica. Drug research. 2013 May-Jun;70(3):523-31.
13. Miliuskas G, Mulder E, Linssen JPH, Houben JH, van Beek TA, Venskutonis PR. Evaluation of antioxidative properties of *Geranium macrorrhizum* and *Potentilla fruticosa* extracts in Dutch style fermented sausages. Meat science. 2007 Dec;77:703–8. DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.05.026.
14. Luo Z, Wang S, Wang D. Phenolic profiles and antioxidant capacities of crude extracts and subsequent fractions from *Potentilla fruticosa* L. leaves. Natur product research. 2016;16:1890–5.
15. Wang S, Wang D, Pu W, Li D. Phytochemical profiles, antioxidant and antimicrobial activities of three *Potentilla* species. BMC Complementary and alternative medicine. 2013;13:321.
16. Liu Z, Luo JC, Wang D. Synergistic effects of *Potentilla fruticosa* L. leaves combined with green tea polyphenols in a variety of oxidation systems. Journal of food science. 81:1091–101.
17. Chen C, Zhang XW, Luo ZM. Measurement of quercetin and kaempferol contents in *Potentilla fruticosa* from different regions by HPLC method. Chinese journal of analysis laboratory. 2009;28:54–6.
18. Khramova EP. Dinamika sodержaniya flavonolov v nadzemnykh organakh *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz. razlichnykh ekotipov, vyrashchennykh v Novosibirsk [Dynamics of the content of flavonols in the aerial organs *Pentaphylloides fruticosa* (L.) O. Schwarz. different ecotypes grown in Novosibirsk]. Rastitelnye resursy. 1999;35(4):31–8. Russian.
19. Khramova EP. Sostav i sodержaniye flavonoidov *Pentaphylloides fruticosa* v prirode i kul'ture [Composition and content of flavonoids *Pentaphylloides fruticosa* in nature and culture]. Chemistry of plant raw materials. 2014;1:185–93. Russian.

20. Khramova EP. Osobennosti nakopleniya fenol'nykh soyedineniy v rasteniyakh *Potentilla fructose* (Rosaceae) v techenii sutok [Peculiarities of accumulation of phenolic compounds in plants *Potentilla fructose* (Rosaceae) during the day]. Chemistry of plant raw materials. 2017;4:97-106. Russian.
21. Bai DY, Ma MC, Zhang ZH. Analysis of leaf ingredient in wild *Potentilla fruticosa* L. of different elevation. Chinese agricultural science bulletin. 2007;23:371-5.
22. Li HC, Sun HZ, Hu X. Analysis on total flavonoid in leaves of *Potentilla fruticosa* in different environment and related mechanism. Journal of west China forestry science. 2007;36:71-3.
23. Tomczyk M, Pleszczynska M, Wiater A. Variation in total polyphenolics contents of aerial parts of *Potentilla* species and their anticariogenic activity. Molecules. 2010;15(7):4639-4651.
24. Pisarev DI, Novikov OO, Sevruk IA, Malutina AU, Zinchenko AA, Guriev IV. Issledovaniye *Ocimum basilicum* L. v ramkakh nauchnogo napravleniya «Farmatsevticheskiy remeyk» [The study of *Ocimum basilicum* L. within the framework of the scientific direction "Pharmaceutical remake"]. Nauchnyy rezul'tat. Setevoy nauch.-prakt. zhurn. Ser. Meditsina. Farmatsiya. 2016;2(2):54-61. Russian.
25. European Pharmacopoeia, 2014. 8th ed. European Directorate for Quality of Medicines and Health care. Strasbourg, France: 2727.
26. Markham KR, Bloor SJ. Analysis and identification of flavonoids in practice. Flavonoids in health and disease. Rice-Evans CA, Packer L, editors. New York; 1998. 1-34. (Antioxidants in health and disease).

---

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

---

**Малютина Анастасия Юрьевна** – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ» Минобрнауки России. Область научных интересов: фармацевтическая химия, фармакогнозия. E-mail: [malyutina\\_a@bsu.edu.ru](mailto:malyutina_a@bsu.edu.ru), ORCID: 0000-0001-6170-2151.

**Правлоцкая Алина Сергеевна** – аспирант кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ» Минобрнауки России. Область научных интересов: фармацевтическая химия, фармакогнозия. E-mail: [1163773@bsu.edu.ru](mailto:1163773@bsu.edu.ru), ORCID: 0000-0001-8582-7717.

**Новиков Олег Олегович** – доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой фармацевтической химии и фармакогнозии ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ» Минобрнауки России. Область научных интересов: фармацевтическая химия, фармакогнозия. E-mail: [novikov@bsu.edu.ru](mailto:novikov@bsu.edu.ru), ORCID: 0000-0003-3145-6783.

**Писарев Дмитрий Иванович** – доктор фармацевтических наук, доцент, профессор кафедры фармацевтической химии и фармакогнозии ФГАОУ ВО НИУ «БелГУ» Минобрнауки России. Область научных интересов: фармацевтическая химия, фармакогнозия. E-mail: [pisarev@bsu.edu.ru](mailto:pisarev@bsu.edu.ru), ORCID: 0000-0002-2996-7712.

**Malyutina Anastasia Yuryevna** – PhD (Pharmacy), assistant professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy of the Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education of Belgorod State University, Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Research interests: pharmaceutical chemistry, pharmacognosy. E-mail: [malyutina\\_a@bsu.edu.ru](mailto:malyutina_a@bsu.edu.ru) ORCID: 0000-0001-6170-2151

**Pravlotskaya Alina Sergeevna** – post-graduate student in the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy of the Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education of Belgorod State University, Ministry of Education and Science of Russia. Research interests: pharmaceutical chemistry, pharmacognosy. E-mail: [1163773@bsu.edu.ru](mailto:1163773@bsu.edu.ru) ORCID: 0000-0001-8582-7717

**Novikov Oleg Olegovich** – PhD (Pharmacy), Professor, Head of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy of the Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education of Belgorod State University, Ministry of Education and Science of Russia. Research interests: pharmaceutical chemistry, pharmacognosy. E-mail: [novikov@bsu.edu.ru](mailto:novikov@bsu.edu.ru) ORCID: 0000-0003-3145-6783.

**Pisarev Dmitriy Ivanovich** – PhD (Pharmacy), Associate Professor, Professor of the Department of Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy of the Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education of Belgorod State University, Ministry of Education and Science of the Russian Federation. Research interests: pharmaceutical chemistry, pharmacognosy. E-mail: [pisarev@bsu.edu.ru](mailto:pisarev@bsu.edu.ru) ORCID: 0000-0002-2996-7712

---

Поступила в редакцию: 05.03.2018  
Отправлена на доработку: 03.04.2018  
Принята к печати: 23.04.2018

Received: 05.03.2018  
Sent back for revision: 03.04.2018  
Accepted for publication: 23.04.2018

---