

УДК 615.07; 543.544

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЖИДКОМ ЭКСТРАКТЕ РАСТЕНИЙ *POLYGONUM HIDROPIPER L.*, *BURSA PASTORIS*, *CALENDULAE OFFICINALIS* И *URTICA DIOICA L.*

© Ш.С. Юлдашева<sup>1</sup>, Н.А. Юнусходжаева<sup>1</sup>, Р.С. Эсанов<sup>2</sup>, Н.Г. Абдулладжанова<sup>2\*</sup>, А.Д. Матчанов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ташкентский фармацевтический институт, ул. Айбека, 45, Ташкент, 100015 (Республика Узбекистан)

<sup>2</sup> Институт биоорганической химии им. акад. А.С. Садыкова АН РУз, ул. Мирзо Улугбека, 83, Ташкент, 100125 (Республика Узбекистан), e-mail: anodira73@rambler.ru

Разработаны методы количественного определения биологически активных соединений – флавоноидов и витамина К<sub>1</sub> в жидком экстракте «Экстрадент», полученного из надземной части горца перечного (*Polygonum hidropiper L.*), пастушьей сумки (*Bursa pastoris*), цветков календулы (*Calendulae officinalis*) и листьев крапивы (*Urtica dioica L.*) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). В результате на хроматограмме экстракта были обнаружены компоненты, соответствующие по времени удерживания стандартных образцов робинина, рутина и кверцетина. Выявлено, что содержание робинина составило 0.37%, рутина – 0.014%, кверцетина – 0.00045%, а витамина К<sub>1</sub> – 0.005%. Также методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС) было определено количественное содержание макро- и микроэлементов жидкого экстракта «Экстрадент». Самое большее содержание макроэлементов приходится на долю калия (0.65%), фосфора (0.2%), а среди микроэлементов железа составляет 15.716 мг/л, селена – 0.046 мг/л. Содержание солей тяжелых металлов жидкого экстракта находится в пределах нормы и составляет суммарно 1.155 мг/л. Из них основное большее содержание приходится на цинк и медь.

*Ключевые слова:* лекарственное растительное сырье, горец перечный, пастушья сумка, календула лекарственная, крапива двудомная, количественное определение, флавоноиды, витамин К, макро- и микроэлементы.

### Введение

Лекарственные средства подлежат обязательной сертификации, что подразумевает проведение испытаний (контроля качества). Обеспечение надлежащего качества ЛРС во многом зависит от правильной организации контроля, его действенности и эффективности, а также от уровня требований, заложенных в нормативную документацию (НД), и используемых методов анализа [1].

В настоящее время актуальным направлением при исследовании лекарственного растительного сы-

---

Юлдашева Шохидахон Саитовна – старший преподаватель кафедры фармацевтической химии, e-mail: anodira73@rambler.ru

Юнусходжаева Нодира Абдулхамитовна – доктор фармацевтических наук, доцент, e-mail: yunusходjaeva-n@mail.ru

Эсанов Рахмат Султон угли – кандидат химических наук, старший научный сотрудник экспериментально-технологической лаборатории, e-mail: esanovr@mail.ru

Абдулладжанова Нодира Гуломжановна – доктор химических наук, ведущий научный сотрудник экспериментально-технологической лаборатории, e-mail: anodira73@rambler.ru

Матчанов Алимжан Давлатбаевич – доктор химических наук, заведующий экспериментально-технологической лабораторией, e-mail: olim\_0172@mail.ru

рья является разработка новых подходов к стандартизации и использование этих подходов при составлении нормативной документации. Одним из основных вопросов является обоснование группы биологически активных соединений (БАС), по которой будет осуществляться стандартизация [2–8].

Сырье растений горца перечного или перца водяного (*Polygonum hidropiper L.*), пастушьей сумки (*Bursa pastoris*), цветков календулы (*Calendulae officinalis*) и листьев крапивы (*Urtica dioica L.*) многие сотни лет применяется в научной и народной медицине [9–18]. По литературным и собственным данным, сырье представленных

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

растений богато биологически активными веществами, такими как кверцетин, изорамнетин, рутин, лютеолин, гиперозид, витамины В, С, К, полисахариды, терпеноиды, макро- и микроэлементы [9–21].

Изучен флавоноидный состав надземной части перца водяного, выделены и охарактеризованы с использованием  $^1\text{H}$  ЯМР-, УФ-спектроскопии и масс-спектрометрии доминирующих флавоноидов пиностробина (5-гидрокси-7-метоксифлаванон) и нового природного соединения – 21,61-дигидрокси-41,51-диметоксихалкона [22]. По литературным данным в траве *Polygonum hydropiper L* содержатся кверцетин, кемпферол, лютеолин, мирицетин, изорамнетин, рамназин, кверцитрин, гиперозид, 7-метиловый эфир персикарина, рутин [23–24]. По данным зарубежных ученых в траве данного растения наряду с кверцетином и кверцитрином содержатся таксифолин, кверцетин-3-сульфат, (+)-катехин [25–27].

В стоматологической практике чаще встречаются болезни десен и, учитывая неуклонный рост заболеваемости пародонтитом местного населения, важным является создание отечественных лекарственных средств для лечения и профилактики этого заболевания среди населения Республики Узбекистан.

Исходя из вышеизложенного был разработан состав жидкого экстракта для профилактики и лечения пародонтита из четырех растений: надземной части горца перечного (*Polygonum hidropiper L.*), пастушьей сумки (*Bursa pastoris*), цветков календулы (*Calendulae officinalis*) и листьев крапивы (*Urtica dioica L.*). В связи с этим задачей нашего исследования является качественное и количественное определение флавоноидов, витамина  $\text{K}_1$  и макро- микроэлементного состава экстракта «Экстрадент», полученного из надземной части горца перечного (*Polygonum hidropiper L.*), пастушьей сумки (*Bursa pastoris*), цветков календулы (*Calendulae officinalis*) и листьев крапивы (*Urtica dioica L.*).

### **Экспериментальная часть**

**Объект исследования.** Объектом исследования служил жидкий экстракт «Экстрадент», полученный из надземной части горца перечного (*Polygonum hidropiper L.*), пастушьей сумки (*Bursa pastoris*), цветков календулы (*Calendulae officinalis*) и листьев крапивы (*Urtica dioica L.*). Экстракт был получен методом перколяции 70%-ным этанолом при одинаковом соотношении растительного сырья.

**Определение флавоноидов жидкого экстракта.** Для исследования флавоноидов экстракта был проведен анализ методом ВЭЖХ с детектированием при длине волн 254 нм и 370 нм.

Условия хроматографирования флавоноидов: хроматограф – Agilent Technologies 1260, подвижная фаза (градиентный режим) – ацетонитрил – буферный раствор pH=2.92 (4 : 96) 0–6 мин, (10 : 90) 6–9 мин, (20 : 80) 9–15 мин, (4 : 96) 15–20 мин, объем инъекции – 5 мкл, скорость подвижной фазы – 0.75 мл/мин, колонка – Eclipse XDB C18 5.0 мкм, 4.6×250 мм., диодно-матричный детектор, длина волны 254 и 370 нм.

**Определение витамина  $\text{K}_1$ .** Определение подлинности и количественного содержания витамина  $\text{K}_1$  проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе Agilent Technologies 1200 series, снабженного четырехканальным градиентным насосом высокого давления, диодно-матричным детектором, дегазатором подвижной фазы, автосамплером и термостатом колонок [28].

Условия хроматографирования: колонка хроматографическая Poroshell EC C18, 100×4.6 мм, 2.7 мкм, подвижная фаза – метанол, скорость потока 0.75 мл/мин, длина волны детектирования 248 нм, температура термостата колонки – 40 °С, объем вводимой пробы – 10 мкл, время анализа – 20 мин.

**Приготовление раствора РСО витамина  $\text{K}_1$ .** Около 0.50 г (точная навеска) витамина  $\text{K}_1$  переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, растворяют в подвижной фазе и доводят объем раствора до метки (раствор А). 2.5 мл раствора А переносят в мерную колбу вместимостью 50 мл и доводят объем раствора до метки (раствор Б).

**Приготовление испытуемого раствора (Витамин  $\text{K}_1$ ).** 4 г измельченного и высушенного лекарственного растительного сырья помещали на 100 мл круглодонную колбу и дважды экстрагировали 50 мл гексана на водяной бане с обратным холодильником в течение 30 мин. Затем экстракты фильтровали через бумажный фильтр в мерную колбу объемом 100 мл. Экстракт перегнали до сухого остатка на роторно-вакуумном испарителе. Сухой остаток количественно переносили в мерную колбу. Метанольный раствор пропускали через фильтр «Миллипор» с размером пор 0.45 мкм. Определение подлинности и количественного содержания витамина  $\text{K}_1$  проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе Agilent Technologies 1200 series, снабженный четырехканальным градиентным насосом высокого давления, диодно-матричным детектором, дегазатором подвижной фазы, автосамплером и термостатом колонок.

Расчеты проводились по формулам

$$A = \frac{S_1 - S_2 \cdot C_{st}}{S_1},$$

где  $S_1$  – площадь пика стандартного образца на хроматограмме;  $S_2$  – площадь пика образца на хроматограмме,  $C_{st}$  – концентрация стандартного образца.

$$K_1 = \frac{A \cdot V \cdot 100}{1000 \cdot m} = \frac{A \cdot V}{10 \cdot m},$$

где  $A$  – количественное содержание витамина  $K_1$  в РИО, мг/мл;  $V$  – объем разведения образца, мл;  $m$  – масса навески сбора, г.

*Определение микро- и макроэлементов.* Количественное содержание микро- и макроэлементов, солей тяжелых металлов определено методом индуктивно связанной плазмы масс-спектрометрии (ИСП-МС), а пробоподготовка – методом влажного озоления. 0.0500–0.5000 г – точную навеску исследуемого образца взвешивают на аналитических весах и переносят в тefлоновые автоклавы. Затем на автоклавы заливают соответствующее количество очищенных концентрированных минеральных кислот (азотной кислоты (х/ч) и перекиси водорода (х/ч)). Автоклавы закрывают и ставят на прибор микроволнового разложения Berghof с программным обеспечением MWS-3+ или аналогичного типа прибора микроволнового разложения. Определяют программу разложения исходя из типа исследуемого вещества, указывают степень разложения и количество автоклавов (до 12 шт.). После разложения содержимое в автоклавах количественно переносят в 50 или 100 мл мерные колбы и доводят объем до метки с 0.2% азотной кислотой. Определение исследуемого вещества проводят на приборе ИСП МС.

*Условия масс-спектрометрии:* ИСП МС NEXION-2000 масс-спектрометр, прибор микроволнового разложения Berghof (Германия), автоклавы тefлоновые DAP60+, колбы мерные 100мл. Используемые реактивы: мультиэлементный стандарт №3 (на 29 элементов для МС), мультиэлементный стандарт №4 (на 13 элементов для МС), стандарт на – Hg (ртуть), азотная кислота (х/ч), перекись водорода (х/ч), вода бидистиллированная аргон (газ чистота 99.995%).

*Условия хромато-масс-спектрометрии:* Прибор масс-спектрометр 6420 Triple Quad LC/MS (Agilent Technologies, USA). Условия ионизации, нагреваемой электронным ударом (HESI-II), были подобраны следующие: спрей напряжение (Spray voltage) (V) – 4000 для положительного ионного мониторинга, температура испарителя (Vaporizer temperature) (°C) – 300, давление газа оболочки (Sheath gas pressure) (psi) – 35, давление вспомогательного газа (Aux gas pressure) – 10, температура капилляра (Capillary temperature) (°C) – 350, труба объектива смещения (Tube Lens Offset) – 80, давление столкновения (Collision pressure) (mTorr) – 1.5, энергия столкновения (Collision energy) (eV) – 70. Анализы были проведены в режиме полного сканирования (РПС) (Full scan mode) при 50–900 m/z.

### **Обсуждение результатов**

Методом ВЭЖХ была проведена идентификация флавоноидного состава жидкого экстракта (рис. 1). На хроматограмме обнаружены пики, соответствующие времени удерживания стандартного образца робинина (3.118 мин), рутина (3.487 мин) и кверцетина (17.909 мин).

Для подтверждения данных ВЭЖХ флавоноида робинина был проведен масс-спектрометрический анализ данного экстракта (рис. 2). Брутто формула робинина –  $C_{33}H_{40}O_{19}$ , молекулярная масса – 740.66 г/моль.

Полученные данные масс показывают, что действительно в составе экстракта растений присутствует флавоноид робинин. Молекулярный распад соответствующего пика МС анализом кроме основного молекулярного иона были обнаружены следующие дочерние ионы: с m/z 574, соответствующий отщеплению одной молекулы сахарного остатка, интенсивный ион с m/z 265, соответствующий флавоноидному (агликоновому) остатку молекулы робинина (рис. 3). Также наблюдается остаток ароматического остатка с m/z 100 и другие молекулярные ионы.

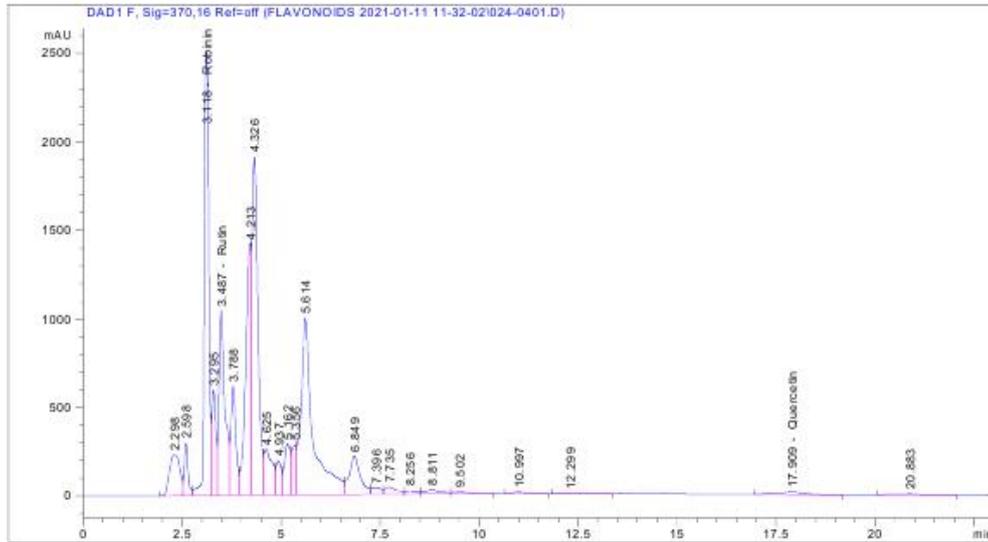


Рис. 1. Хроматограмма жидкого экстракта «Экстрадент»

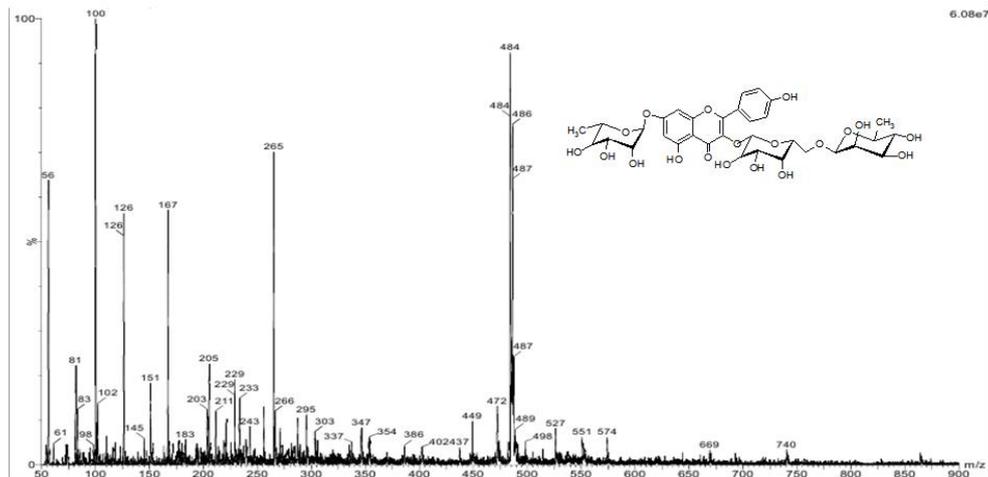


Рис. 2. Хромато-масс-спектр робинина

По вышеуказанному методу проведен анализ стандартного образца витамина  $K_1$ . По литературным данным анализ витамина  $K_1$  проводился на колонке Eclipse XDB C-8 [29], а в нашем случае использовали данный метод, но только на колонке Poroshell EC-C18.

Анализ проводился 5-кратно и полученные данные усреднены. При этом относительная ошибка среднего результата составила 0.694%. Исходя из этого мы считаем, что метод пригоден для дальнейшего анализа.

Далее был проанализирован экстракт «Экстрадент», полученный из растений *Polygonum hidropiper L.*, *Bursa pastoris*, *Calendulae officinalis* и *Urtica dioica L.* Так как содержание витамина  $K_1$  в экстракте относительно мало, был применен метод добавок [29].

Полученные данные показывают, что содержание витамина  $K_1$  в составе экстракта колеблется в интервале  $0.0045 \pm 0.0005\%$ .

*Количественное определение содержания микро-и макроэлементов методом ИСП МС.* Макро- и микроэлементы обеспечивают нормальную работу иммунной, нервной, эндокринной, пищеварительной, сердечно-сосудистой, мышечной (так как они участвуют в процессе сокращения мышц) систем живого организма и их нехватка может привести к серьезным заболеваниям. Поэтому методом ИСП МС было определено количественное содержание солей тяжелых металлов в составе экстракта «Экстрадент».

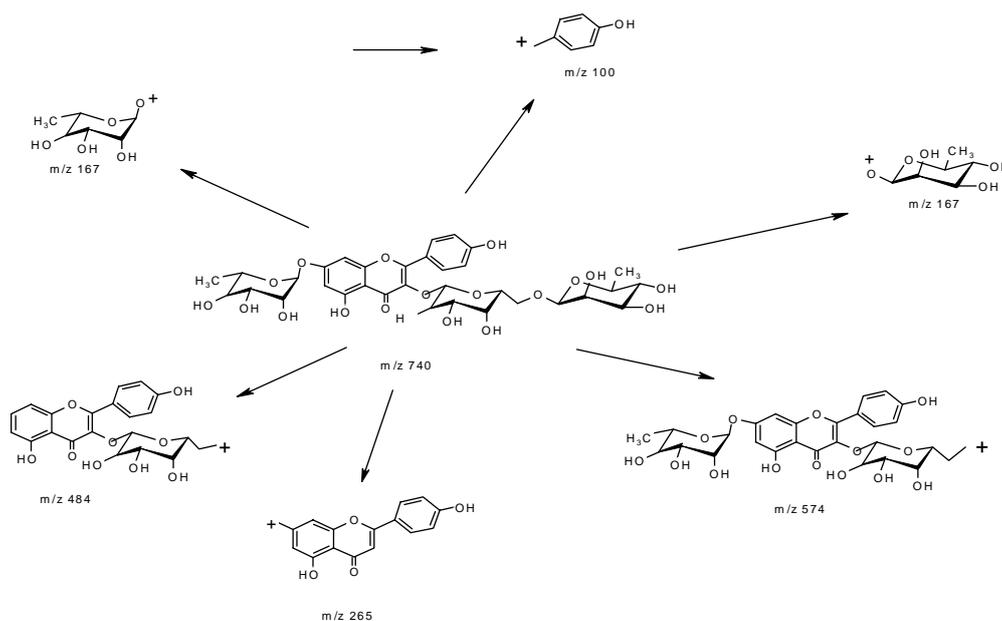


Рис. 3. Молекулярный распад робинина

Из данных, приведенных в таблице 1, видно, что содержание солей тяжелых металлов жидкого экстракта находится в пределах нормы и составляет суммарно 1.155 мг/л. Из них относительно большее содержание приходится на цинк и медь.

Количественное содержание макроэлементов в составе экстракта показано в виде диаграммы на рисунке 4. Из диаграммы следует, что самое большое содержание макроэлементов приходится на долю калия, общее содержание его составляет 0,65%. Калий является одним из важнейших внутриклеточных элементов, регулирующим кислотно-щелочное равновесие крови. Также калий обладает защитными свойствами против нежелательного действия избытка натрия и нормализует давление крови. Кроме этого, он необходим для нормальной деятельности мышц, в частности, сердца, участвуя в проведении нервных импульсов к мышцам. Калий активирует ряд ферментов и участвует в важнейших обменных реакциях. Также содержание фосфора в составе экстракта составляет 0.2%.

Элемент фосфор составляет 1% от общей массы тела человека. Приблизительно 16% фосфора в качестве первичного, вторичного или третичного иона присутствует в жидкостях организма и 84% – в виде компонента костей и зубов. Также он входит в состав нуклеиновых кислот, которые необходимы для синтеза клеточного белка. Фосфор присутствует в фосфолипидах, ключевых компонентах в структуре клеточных мембран, а также он важен для углеводного обмена. А другие макроэлементы в составе экстракта лекарственного сбора, полученного на основе растений горца перечного (*Polygonum hidropiper L.*), пастушьей сумки (*Bursa pastoris*), цветков календулы (*Calendulae officinalis*) и листьев крапивы (*Urtica dioica L.*), составляют около 0.1%.

Также методом ИСП МС было определено количественное содержание микроэлементов экстракта «Экстрагент». Из данных таблицы 2 видно, что около 16 микроэлементов встречается в составе экстракта лекарственного сбора, полученного на основе растений горца перечного (*Polygonum hidropiper L.*), пастушьей сумки (*Bursa pastoris*), цветков календулы (*Calendulae officinalis*) и листьев крапивы (*Urtica dioica L.*).

Таблица 1. Количественное содержание солей тяжелых металлов в составе экстракта «Экстрагент»

№	Элемент	Количественное содержание мг/л
1	Мышьяк, As	0.005±0.002
2	Кадмий, Cd	0.002±0.002
3	Свинец, Pb	0.031±0.001
4	Ртуть, Hg	0.0001±0.00005
5	Медь, Cu	0.253±0.007
6	Цинк, Zn	0.864±0.050

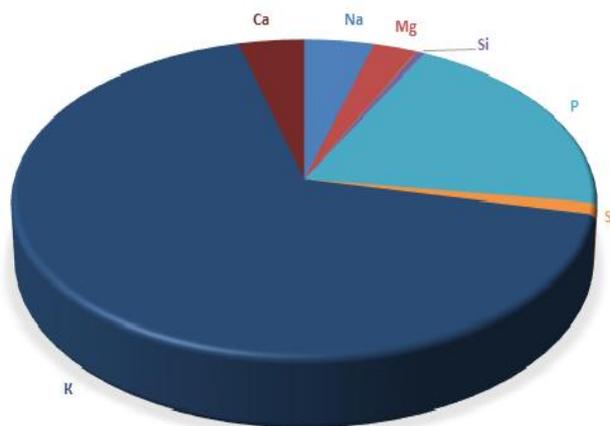


Рис. 4. Диаграмма макро и микроэлементного соотношения экстракта «Экстрадент»

Таблица 2. Количественное содержание микроэлементов в составе экстракта «Экстрадент»

№	Элемент	Количественное содержание, мг/л	№	Элемент	Количественное содержание, мг/л
1	Ge	0.0001±0.00005	1	Ge	0.0001±0.00005
2	Se	0.046±0.005	2	Se	0.046±0.005
3	Rb	–	3	Rb	–
4	Sr	0.024±0.005	4	Sr	0.024±0.005
5	Zr	–	5	Zr	–
6	Nb	–	6	Nb	–
7	Mo	0.031±0.004	7	Mo	0.031±0.004
8	Ag	0.003±0.002	8	Ag	0.003±0.002
9	Fe	15.716±0.110	9	Fe	15.716±0.110
10	In	–	10	In	–
11	Sn	0.048±0.004	11	Sn	0.048±0.004
12	Ba	0.380±0.047	12	Ba	0.380±0.047
13	Ta	–	13	Ta	–
14	W	0.002±0.001	14	W	0.002±0.001
15	Re	0.0001	15	Re	0.0001
16	Tl	0.0001	16	Tl	0.0001
17	Ti	0.186±0.005	17	Ti	0.186±0.005
32	V	0.020±0.005	32	V	0.020±0.005
33	Cr	0.648±0.006	33	Cr	0.648±0.006
34	Mn	0.759±0.004	34	Mn	0.759±0.004
35	Ge	0.0001±0.00005	35	Ge	0.0001±0.00005
36	Rb	–	36	Rb	–
37	Sr	0.024±0.006	37	Sr	0.024±0.006
38	Zr	–	38	Zr	–
39	Nb	–	39	Nb	–

Особенно следует отметить содержание Se в составе экстракта в количестве 0.046 мг/л. Элемент селен участвует в образовании антиоксидантных соединений в организме человека. Он помогает защищать все клетки человеческого организма от отрицательного воздействия свободных радикалов. Поэтому живому организму удастся избежать преждевременного старения тканей, выпадения волос, зубов и сухости кожи. Селен помогает предотвратить отравления, болезни сердца и сосудов, снижает риск развития инсульта и болезни Альцгеймера. Добавки, которые в составе которых содержится селен, помогают бороться с гриппом и туберкулезом.

Также важно отметить содержание железа – 15.716 мг/л. Железо является наиболее распространенным универсальным биологическим микроэлементом, который обеспечивает нормальное функционирование клеток всех биологических систем человеческого организма. Одним из наиболее значимых функций железа является его участие в связывании, транспортировке и депонировании кислорода гемоглобином и миоглобином.

### Выводы

Разработаны методы качественного и количественного определения флавоноидов и витамина К<sub>1</sub> в жидком экстракте «Экстрадент», полученного из местного растительного сырья методом ВЭЖХ. Выявлено, что содержание робинина составляет 0.37%, рутина – 0.014%, кверцетина – 0.00045%, а витамина К<sub>1</sub> – 0.005%.

Изучение элементного состава экстракта показало наибольшее содержание макроэлементов калия и фосфора, а также микроэлемента железа и селена, содержание солей тяжелых металлов в жидком экстракте находится в пределах допускаемой нормы.

### Список литературы

1. Веденкина Ю.И. Разработка и стандартизация лекарственного средства растительного происхождения, рекомендуемого при заболеваниях пародонта: автореф. дисс. ... канд. фарм. наук. М., 2009. С. 3–4.
2. Георгиевский В.П. Технология и стандартизация лекарств: сборник научных трудов. Харьков, 1996. Т. 1. 784 с.
3. Георгиевский В.П. Технология и стандартизация лекарств: сборник научных трудов. Харьков, 2000. Т. 2. 781 с.
4. Макаревич И.Ф. Растительные биологически активные вещества, способы их выделения и фармакотерапевтические свойства // Технология и стандартизация лекарств. Харьков, 1996. Т. 1. С. 5–27.
5. Кутихина Е.А., Курдюков Е.Е., Моисеева И.Я., Бибякова Л.Н., Финаёнова Н.В. Методика количественного определения пигментов в листьях моринги // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2021. №1. С. 16–23. DOI: 10.21685/2307-9150-2021-1-2.
6. Георгиевский В.П. От химической субстанции через оптимальную лекарственную форму к эффективному и безопасному лекарственному препарату // Технология и стандартизация лекарств. Харьков, 2000. Т. 2. С. 34–45.
7. Литвиненко В.И., Георгиевский В.П., Аммосов А.С., Попова Т.В., Фурса Н.С. Солодка. Систематика, химия, технология, стандартизация, фармакология, клиника. Ярославль, 2014. 466 с.
8. Георгиевский В.П. Создание и контроль качества фитопрепаратов // Терпеноиды: достижения и перспективы применения в области химии, технологии производства и медицины. Караганда, 2008. С. 16–34.
9. Куркина А.В. Новые подходы к стандартизации сырья перца водяного (*Polygonum hydropiper L.*) // Фундаментальные исследования. 2013. №10. С. 606–609.
10. Жаркеева А.М., Шевченко А.С., Корулькин Д.Ю., Музыкакина Р.А. Выделение полифлаванов из травы горца перечного для использования в фармацевтической промышленности // Вестник КазНМУ. 2018. №3. С. 241–245.
11. Peng Zh., Strack D., Baumert A., Subramaniam R., Khang Goh N., Chia T., Tan S., Chia L.S. Antioxidant flavonoids from leaves of *Polygonum hydropiper L.* // Phytochemistry. 2003. Vol. 62 (2). Pp. 219–228. DOI: 10.1016/s0031-9422(02)00504-6.
12. Frum A. HPLC determination of polyphenols from *Calendula officinalis L.* flowers // Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food technology. 2017. Vol. 2. Pp. 97–101. DOI: 10.1515/aucft-2017-0020.
13. Hernandez-Saavedra D., Perez-Ramirez I.F., Ramos-Gomez M., Medoza-Diaz S., Loarca-Pina G., Reynoso-Camacho R. Phytochemical characterization and effect of *Calendula officinalis*, *Hypericum perforatum*, and *Salvia officinalis* infusions on obesity-associated cardiovascular risk // Med. Chem. Res. 2016. Vol. 25. Pp. 163–172. DOI: 10.1007/s00044-015-1454-1.
14. Sausserde R., Kampuss K. *Calendula (Calendula officinalis L.)* – promising medicinal plant // Harmonious Agriculture. 2014. Pp. 161–165.
15. Peng J., Hu T., Li J., Du J., Zhu K., Cheng B., Li K. Shepherd's purse polyphenols exert its anti-inflammatory and antioxidative effects associated with suppressing MAPK and NF- $\kappa$ B pathways and heme oxygenase-1 activation // Oxid. Med. Cell. Longev. 2019. Vol. 2019. Pp. 1–14. DOI: 10.1155/2019/7202695.
16. Dar M.A., Mir H.M., Mohi-ud-din R., Mir P.A., Masoodi M.H., Akbar S., Mir Sh. A., Sawhney G. *Capsella Bursa-pastoris (L.) Medic*: An Insight into its Pharmacology, Expository Traditional Uses and Extensive Phytochemistry // Current Traditional Medicine. 2021. Vol. 7. Pp. 168–179. DOI: 10.2174/2215083806666200203142107.
17. Nencu I., Vlase L., Istudor V., Duțu L.E., Gîrd C.E. Preliminary research regarding the therapeutic uses of *Urtica dioica L.* note I. The polyphenols evaluation // Farmacia. 2012. Vol. 60. Pp. 493–500.
18. Repajić M., Cegledi E., Zorić Z., Pedisić S., Elez Garofulić I., Radman S., Palčić I., Dragović-Uzelac V. Bioactive Compounds in Wild Nettle (*Urtica dioica L.*) Leaves and Stalks: Polyphenols and Pigments upon Seasonal and Habitat Variations // Foods. 2021. Vol. 10. Pp. 2–18. DOI: 10.3390/foods10010190.
19. Юнусходжаева Н.А., Поёнов М.М., Узокбоев Ш.Н. Разработка качественного и количественного анализа жидкого экстракта пастушьей сумки // Фармацевтический вестник Узбекистана. 2020. №1. С. 58–62.
20. Abdullabekova V.N., Eshbakova K.A., Yunusxodjayeva N.A. Licviridine and cynarozide from *Polygonum aviculare* // 7<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. Tashkent, 2007. P. 353.
21. Abdullabekova V.N., Muhamatkhanova R.F., Shamyayov I.D., Yunusxodjayeva N.A. Terpenoids of the liquid extract of *Polygonum hydropiper* // 7<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. Tashkent, 2007. P. 355.
22. Djuraeva A.A., Abdullabekova V.N. Development and Standardization of Dental Plant-Based Preparation in The Republic of Uzbekistan // Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology. 2020. Vol. 14. Pp. 7609–7617. DOI: 10.37506/ijfmt.v14i4.12852.

23. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов.). 2-е изд., перераб. и доп. Самара, 2007. 1239 с.
24. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений. Самара, 2012. 262 с.
25. Smolarz H.D. Comparative study on the free flavonoid aglycones in herbs of different species of *Polygonum L.*, Acta Poloniae Pharmaceutica // Drug Research. 2002. Vol. 59. Pp. 145–148.
26. Dau N.V., Thang V.N. Flavonoids from *Polygonum hydropiper L.* (Polygonaceae) // Journal of Chemistry. 2004. Vol. 42. Pp. 512–515.
27. Dzoym J.P., Nkuete A.H.L., Kuete V., Tala M.F., Wabo H.K., Guru S.K., Rajput V.S., Sharma A., Tane P., Khan I.A., Saxena A.K., Laatsch H., Tan N.H. Cytotoxicity and antimicrobial activity of the methanol extract and compounds from *Polygonum limbatum* // Planta Medica. 2012. Vol. 78. Pp. 787–792.
28. Юнусходжаева Н.А., Абдуллабекова В.Н., Бекчанов Х.Н. Разработка ВЭЖХ методики определения Витамина К<sub>1</sub> в травах горца птичьего и перченого // Фармацевтический журнал. 2006. №4. С. 37–40.
29. Vial J., Jardy A. Quantitation by standard addition // Encyclopedia of Chromatography. Taylor & Francis, 2010. Vol. 3. Pp. 1975–1976.

Поступила в редакцию 6 октября 2022 г.

После переработки 15 июня 2023 г.

Принята к публикации 15 июня 2023 г.

**Для цитирования:** Юлдашева Ш.С., Юнусходжаева Н.А., Эсанов Р.С., Абдулладжанова Н.Г., Матчанов А.Д. Определение биологически активных соединений в жидком экстракте растений *Polygonum hidropiper L.*, *Bursa pastoris*, *Calendulae officinalis* и *Urtica dioica L.* // Химия растительного сырья. 2023. №4. С. 189–197. DOI: 10.14258/jcrpm.20230411964.

*Yuldasheva Sh.S.<sup>1</sup>, Yunushodjaeva N.A.<sup>1</sup>, Esanov R.S.<sup>2</sup>, Abdulladjanova N.G.<sup>2\*</sup>, Matchanov A.D.<sup>2</sup>* DETERMINATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS IN LIQUID EXTRACT OF PLANTS *POLYGONUM HIDROPIPER L.*, *BURSA PASTORIS*, *CALENDULAE OFFICINALIS* AND *URTICA DIOICA L.*

<sup>1</sup> Tashkent Pharmaceutical Institute, st. Aibek, 45, Tashkent, 100015 (Republic of Uzbekistan)

<sup>2</sup> Institute of Bioorganic Chemistry named after. acad. A.S. Sadykova Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, ul. Mirzo Ulugbeka, 83, Tashkent, 100125 (Republic of Uzbekistan), e-mail: anodira73@rambler.ru

Methods have been developed for the quantitative determination of biologically active compounds - flavonoids and vitamin K<sub>1</sub> in the liquid extract "Extradent" obtained from the aerial part of the knotweed (*Polygonum hidropiper L.*), shepherd's purse (*Bursa pastoris*), calendula flowers (*Calendulae officinalis*) and nettle leaves (*Urtica dioica L.*), by high performance liquid chromatography (HPLC). As a result, components corresponding to the retention time of standard samples of robinin, rutin, and quercetin were found on the chromatogram of the extract. It was revealed that the content of robinin was 0.37%, rutin 0.014%, quercetin 0.00045%, and vitamin K<sub>1</sub> 0.005%. The same method of mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS) was used to determine the quantitative content of macro- and microelements of the liquid extract "Extradent". The highest content of macroelements is in the proportion of potassium (0.65%), phosphorus (0.2%), and among the microelements of iron is 15.716 mg/l, selenium – 0.046 mg/l. The content of heavy metal salts in the liquid extract is within the normal range and totals 1.155 mg/l. Of these, the main content is zinc and copper.

**Keywords:** medicinal plant raw material, knotweed, shepherd's purse, calendula officinalis, stinging nettle, quantitative determination, flavonoids, vitamin K, macro- and microelements.

---

\* Corresponding author.

## References

1. Vedenkina Yu.I. *Razrabotka i standartizatsiya lekarstvennogo sredstva rastitel'nogo proiskhozhdeniya, reko-menduyemogo pri zabolevaniyakh parodontia: avtoref. diss. ... kand. farm. nauk*. [Development and standardization of a herbal medicine recommended for periodontal diseases: abstract of thesis. diss. ...cand. pharm. Sci.]. Moscow, 2009, pp. 3–4. (in Russ.).
2. Georgiyevskiy V.P. *Tekhnologiya i standartizatsiya lekarstv. Sbornik nauchnykh trudov*. [Technology and standardization of drugs. Collection of scientific papers]. Khar'kov, 1996, vol. 1, 784 p. (in Russ.).
3. Georgiyevskiy V.P. *Tekhnologiya i standartizatsiya lekarstv. Sbornik nauchnykh trudov*. [Technology and standardization of drugs. Collection of scientific papers]. Khar'kov, 2000, vol. 2, 781 p. (in Russ.).
4. Makarevich I.F. *Tekhnologiya i standartizatsiya lekarstv*. [Technology and standardization of drugs]. Khar'kov, 1996, vol. 1, pp. 5–27. (in Russ.).
5. Kutikhina Ye.A., Kurdyukov Ye.Ye., Moiseyeva I.Ya., Bibyakova L.N., Finayonova N.V. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Yestestvennyye nauki*, 2021, no. 1, pp. 16–23. DOI: 10.21685/2307-9150-2021-1-2. (in Russ.).
6. Georgiyevskiy V.P. *Tekhnologiya i standartizatsiya lekarstv*. [Technology and standardization of drugs]. Khar'kov, 2000, vol. 2, pp. 34–45. (in Russ.).
7. Litvinenko V.I., Georgiyevskiy V.P., Ammosov A.S., Popova T.V., Fursa N.S. *Solodka. Sistematika, khimiya, tekhnologiya, standartizatsiya, farmakologiya, klinika*. [Licorice. Systematics, chemistry, technology, standardization, pharmacology, clinic]. Yaroslavl', 2014, 466 p. (in Russ.).
8. Georgiyevskiy V.P. *Terpenoidy: dostizheniya i perspektivy primeneniya v oblasti khimii, tekhnologii proizvodstva i meditsiny*. [Terpenoids: achievements and prospects for application in the field of chemistry, production technology and medicine]. Karaganda, 2008, pp. 16–34. (in Russ.).
9. Kurkina A.V. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2013, no. 10, pp. 606–609. (in Russ.).
10. Zharkeyeva A.M., Shevchenko A.S., Korul'kin D.Yu., Muzychikina R.A. *Vestnik KazNMU*, 2018, no. 3, pp. 241–245. (in Russ.).
11. Peng Zh., Strack D., Baumert A., Subramaniam R., Khang Goh N., Chia T., Tan S., Chia L.S. *Phytochemistry*, 2003, vol. 62 (2), pp. 219–228. DOI: 10.1016/s0031-9422(02)00504-6.
12. Frum A. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food technology*, 2017, vol. 2, pp. 97–101. DOI: 10.1515/auaft-2017-0020.
13. Hernandez-Saavedra D., Perez-Ramirez I.F., Ramos-Gomez M., Medoza-Diaz S., Loarca-Pina G., Reynoso-Camacho R. *Med. Chem. Res.*, 2016, vol. 25, pp. 163–172. DOI: 10.1007/s00044-015-1454-1.
14. Sausserde R., Kampuss K. *Harmonious Agriculture*, 2014, pp. 161–165.
15. Peng J., Hu T., Li J., Du J., Zhu K., Cheng B., Li K. *Oxid. Med. Cell. Longev.*, 2019, vol. 2019, pp. 1–14. DOI: 10.1155/2019/7202695.
16. Dar M.A., Mir H.M., Mohi-ud-din R., Mir P.A., Masoodi M.H., Akbar S., Mir Sh. A., Sawhney G. *Current Traditional Medicine*, 2021, vol. 7, pp. 168–179. DOI: 10.2174/2215083806666200203142107.
17. Nencu I., Vlase L., Istudor V., Duțu L.E., Gîrd C.E. *Farmacia*, 2012, vol. 60, pp. 493–500.
18. Repajić M., Cegledi E., Zorić Z., Pedisić S., Elez Garofulić I., Radman S., Palčić I., Dragović-Uzelac V. *Foods*, 2021, vol. 10, pp. 2–18. DOI: 10.3390/foods10010190.
19. Yunuskhodzhayeva H.A., Poyonov M.M., Uzokboyev Sh.N. *Farmatsevticheskiy vestnik Uzbekistana*, 2020, no. 1, pp. 58–62. (in Russ.).
20. Abdullabekova V.N., Eshbakova K.A., Yunusxodjayeva N.A. *7<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds*. Tashkent, 2007, p. 353.
21. Abdullabekova V.N., Muhamatkhanova R.F., Shamyayev I.D., Yunusxodjayeva N.A. *7<sup>th</sup> International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds*. Tashkent, 2007, p. 355.
22. Djuraeva A.A., Abdullabekova V.N. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 2020, vol. 14, pp. 7609–7617. DOI: 10.37506/ijfmt.v14i4.12852.
23. Kurkin V.A. *Farmakognoziya: uchebnik dlya studentov farmatsevticheskikh vuzov (fakul'tetov.)*. [Pharmacognosy: a textbook for students of pharmaceutical universities (faculties)]. Samara, 2007, 1239 p. (in Russ.).
24. Kurkina A.V. *Flavonoidy farmakopeynykh rasteniy*. [Flavonoids of pharmacopoeial plants]. Samara, 2012, 262 p. (in Russ.).
25. Smolarz H.D. *Drug Research*, 2002, vol. 59, pp. 145–148.
26. Dau N.V., Thang V.N. *Journal of Chemistry*, 2004, vol. 42, pp. 512–515.
27. Dzoyem J.P., Nkuete A.H.L., Kuete V., Tala M.F., Wabo H.K., Guru S.K., Rajput V.S., Sharma A., Tane P., Khan I.A., Saxena A.K., Laatsch H., Tan N.H. *Planta Medica*, 2012, vol. 78, pp. 787–792.
28. Yunuskhodzhayeva H.A., Abdullabekova V.N., Bekchanov Kh.N. *Farmatsevticheskiy zhurnal*, 2006, no. 4, pp. 37–40. (in Russ.).
29. Vial J., Jardy A. *Encyclopedia of Chromatography*. Taylor & Francis, 2010, vol. 3, pp. 1975–1976.

Received October 6, 2022

Revised June 15, 2023

Accepted June 15, 2023

**For citing:** Yuldasheva Sh.S., Yunusxodjaeva N.A., Esanov R.S., Abdulladjanova N.G., Matchanov A.D. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 4, pp. 189–197. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230411964.

