

УДК 542.062

ПЕРВИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ЧЕРНОГОЛОВНИКА МНОГОБРАЧНОГО (*POTERIUM POLYGAMUM* WALDST. ET KIT.)

© Г.М. Бурхонова^{1*}, К.В. Раимова², А.Д. Матчанов², В.У. Хужаев¹

¹ Кокандский государственный университет, ул. Турон, 23, Коканд, 150700, Узбекистан, gulyoraburxonova@gmail.com

² Институт биоорганической химии АН РУз, ул. Мирзо Улуғбек, 83, Ташкент, 100125, Узбекистан

Растение Черноголовник многобрачный (*Poterium polygamum*), или еще также другое научное название – кровохлебка балкарская (*Sanguisorba minor*), считается ценным сырьем медицинской и косметической промышленности. В данной статье приведен сравнительный и количественный анализ водорастворимых витаминов и аминокислот с использованием режима градиентного элюирования на основе метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), далее анализ белков методом определения азота по Кьельдалю с последующим пересчетом на белок, а также сведения об областях применения растения Черноголовника многобрачного (*Poterium polygamum* Waldst. et Kit.) в медицине. В ходе исследования в растении были выявлены такие витамины, как: тиамин (В₁), рибофлавин (В₂), пиридоксин (В₆), фолиевая кислота (В₉), кобаламин (В₁₂), аскорбиновая кислота (С), никотиновая кислота (РР). Образцами для исследования служили надземная часть (стебель, листья и цветки растения) и подземная часть (корень и корневище), собранные и высушенные в конце весны. В результате исследования установлено, что витамины группы В в период роста растений преимущественно концентрируются в корневой и стеблевой части. Количество аскорбиновой кислоты в этот период также было относительно высоким. По методу Кьельдаля определили содержание азота – 2.11% и белков – 13.18% в надземной части, а в подземной части выявили содержание азота – 1.76%, белков – 11.01%. В составе *Poterium polygamum* были обнаружены 19 аминокислот, 8 из которых являются незаменимыми (моноаминоуглеродные кислоты: треонин, валин, метионин, изолейсин, лейцин, фенилаланин; диаминонокарбоновые кислоты: лизин, триптофан) и 11 взаимозаменяемых (моноаминодикарбоновые кислоты: аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, аспарагин, глутамин; моноаминонокарбоновая кислота: серин, глицин, цистеин, аланин; диаминоуглеродная кислота: аргенин, тирозин, пролин).

Ключевые слова: *Poterium polygamum*, первичные метаболиты, водорастворимые витамины, аминокислоты, белки, ВЭЖХ, метод Кьельдаля.

Для цитирования: Бурхонова Г.М., Раимова К.В., Матчанов А.Д., Хужаев В.У. Первичные метаболиты Черноголовника многобрачного (*Poterium polygamum* Waldst. et Kit.) // Химия растительного сырья. 2025. №4. С. 228–236. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250416778>.

Введение

Черноголовник многобрачный (*Poterium polygamum* Waldst. & Kit.) из семейства розоцветных (*Rosaceae*) – многолетнее травянистое сенокосное и пастбищное растение с ветвистым стеблем высотой от 30 до 80 см. Растение широко распространено во флоре Северного Кавказа (Тебердино-Зеленчукский, Эльбрусский, Терский районы, Чечня и Ингушетия) [1].

Черноголовник многобрачный – пищевое и кормовое растение. Оно съедобно как салат, употребляется в качестве приправы к супам, для ароматизации напитков и уксуса [2].

Органические кислоты наряду с углеводами и белками – самые распространенные вещества в растениях. В некоторых видах их общее содержание превосходит количество белков и углеводов. Содержание органических кислот в различных органах растений неодинаково. Меньше всего их содержится в семенах (около 0.5%). В листьях злаков (пшеница, кукуруза, рожь, овес, ячмень), а также бобовых (горох, бобы, клевер, вика), тыквенных, сахарной свеклы, топинамбура органические кислоты составляют 8–12%. Особо много кислот (до 25%) в листьях фасоли; листьях табака (до 17%); плодах лимона (до 40%) [3].

* Автор, с которым следует вести переписку.

Уже сам факт столь широкого распространения органических кислот в растениях достаточно убедительно указывает на их существенное значение в жизни представителей растительного мира. Они принимают активное участие во многих важнейших жизненных процессах растений: в дыхании, в биосинтезе жиров, пигментов (хлорофилла), пектинов, лигнина, камедей, ароматических аминокислот (фенилаланина, тирозина и триптофана) [4] и большинства растительных алкалоидов и микроорганизмов (шикимовая кислота) [5]. Особый интерес представляют органические кислоты, которые являются биологически активными веществами: аскорбиновая кислота (витамин С), фолиевая и пантотеновая кислоты (витамины группы В), никотиновая кислота (витамин РР); природные ростовые вещества (ауксины, гетероауксины и гибберелиновая кислота).

Черноголовник многобрачный – одна из наиболее перспективных кормовых культур. Он приобретает все большее внимание как источник ценного белка и биологически активных веществ (БАВ) для лечебно-профилактического кормления животных [6, 7]. По содержанию белка (до 17%), углеводов, каротина и микроэлементов он превосходит зерновые и бобовые. Растение в основном используют в качестве корма для сельскохозяйственных животных [3, 8]. О химическом составе растения мало информации. Сырье *Poterium polygamum* Waldst. et Kit. содержит флавоноиды, дубильные вещества, гидроксинаминовые кислоты, обнаружены кумарины [9]. Сумма общих фенольных соединений рутина в растении составляет 0.47%. В результате исследования органических кислот методом ВЭЖХ в поверхности растения *Poterium polygamum* впервые обнаружено 12 органических кислот, из них идентифицировано 9 [10]. Основные из них – щавелевая кислота (42.16%) и фумаровая кислота (15.37%), в корне обнаружено 6 органических кислот и идентифицировано 5. Основные кислоты – аскорбиновая (23.65%) и щавелевая кислота (23.38%) [11, 12].

В современной народной медицине отвары травы кровохлебки используют при болях в животе, туберкулезе легких, кровохарканье, бронхитах, как закрепляющее средство. Наружно отвары травы применяют при ожогах, гнойных и кожных заболеваниях, кровоизлияниях под кожу. Отвар и жидкие экстракты растения *Poterium polygamum* применяют для лечения заболеваний желудка и кишечника (понос, энтероколит), иногда для остановки кровотечений (кровоотхаркиваний, маточных кровотечений, при цистите). Отвар, приготовленный из корневища и корня растения, применяется в народной медицине как противодиарейное (вяжущее) и антисептическое средство, останавливает кровотечения и облегчает боль. Его также используют при лечении различных ран. В медицине растение широко используется как средство от головных болей, заболеваний горла, в комплексном лечении туберкулеза легких. Лекарства также используются при лечении заболеваний уха у детей [13]. В монгольской народной медицине траву кровохлебки в смеси с другими травами применяют при пониженной кислотности, как мягкое слабительное средство [14]. В корейской народной медицине корень кровохлебки под названием «Zi-Yu» используют как противовоспалительное, обезболивающее, жаропонижающее средство при простуде, заболеваниях суставов [15, 16]. Научные исследования экстрактов выявили, что они обладают антиоксидантной, противовоспалительной, противовирусной, противогрибковой, гемостатической и противораковой активностью [17].

Цель работы – изучение накопления водорастворимых витаминов, заменяемых и незаменимых аминокислот и белков в вегетативных и генеративных органах растения Черноголовника многобрачного в конце весеннего периода.

Экспериментальная часть

Использованные в работе образцы Черноголовника многобрачного (*Poterium polygamum* Waldst. et Kit.) были собраны в 2023 г. с холмов села Резаксой, Наманганской области Папского района в конце весеннего периода. Растение подвергли воздушно-теневого сушке, отделив надземную часть от подземной.

Количество водорастворимых витаминов анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на основе режима градиентного элюирования. В качестве подвижной фазы использовали буферный раствор с ацетонитрилом. Идентификация изучена в УФ-диапазоне от 200 до 400 нм.

Условия хроматографии: хроматограф – Agilent Technologies 1260. Мобильная фаза (градиентный режим) – ацетонитрил – pH буфера=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 мобильной фазы составляла 0.75 мл/мин. Хроматографическая колонка – Eclipse XDB C18 (обращенно-фазовая), 5 мкм, 4.6 × 250 мм.

Сначала растение разделили на отдельные части, высушили и измельчили. На аналитических весах взвесили 0.500 г измельченной корневой части и 0.500 г – стеблевой части. Образцы поместили в

плоскодонную колбу емкостью 300 мл. Затем добавили 50 мл 3% раствора уксусной кислоты. Смесь перемешивали на магнитной мешалке без нагревания в течение 6 ч. По окончании процесса смесь охладили и фильтровали. После этого из этого раствора берут 100 мкл аликвоты, разбавляют элюентом до 1 мл и проводят хроматографический анализ. При хроматографировании сначала анализировали рабочие стандартные растворы водорастворимых витаминов, а после этого были анализированы рабочие растворы по три повторности. Условия определения водорастворимых витаминов проведено согласно методике [18].

Выделение свободных аминокислот. Осаждение белков и пептидов в образце водных экстрактов проводили в центрифужных стаканах. Для этого к 1 мл исследуемого образца добавляли по 1 мл (точный объем) 20% трихлоруксусной кислоты (ТХУК). Через 10 мин осадок отделяли центрифугированием при 8000 об./мин в течение 15 мин. Отделив 0.1 мл надосадочной жидкости, лиофильно высушивали. Гидролизат упаривали, сухой остаток растворяли в смеси триэтиламина-ацетонитрила-воды (1 : 7 : 1) и высушивали. Эту операцию повторяли дважды для нейтрализации кислоты. Реакцией с фенилтиоизоцианатом получали фенилтиокарбамил-производные (ФТК) аминокислот по методу Steven A., Cohen Daviel. Идентификацию производных аминокислот проводили методом ВЭЖХ. Условия ВЭЖХ: хроматограф Agilent Technologies 1200 с DAD детектором, колонке 75×4.6 мм Discovery HS C18. Раствор А: 0.14 М CH_3COONa + 0.05% ТЭА pH 6.4, В: CH_3CN . Скорость потока 1.2 мл/мин, поглощение 269 нм. Градиент %В/мин: 1–6%/0–2.5 мин; 6–30%/2.51–40 мин; 30–60%/40.1–45 мин; 60–60%/45.1–50 мин; 60–0%/50.1–55 мин [19].

Определение количества общего белка: *Определение содержания общего белка*: Массовую долю азота (X) в испытуемой пробе в процентах от ее массы при проведении отгонки аммиака в серную кислоту вычисляли по формуле (1):

$$X = \frac{(V_1 - V_0) \cdot K \cdot 0.0014 \cdot 100}{M}, \quad (1)$$

где V_0 – объем 0.1 моль/л раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование 0.05 моль/л серной кислоты в контрольном опыте, мл; V_1 – объем 0.1 моль/л раствора гидроокиси натрия, израсходованный на титрование серной кислоты в испытуемом растворе, мл; K – поправка к титру 0.1 моль/л раствора гидроокиси натрия; 0.0014 – количество азота, эквивалентное 1 мл 0.05 моль/л раствора серной кислоты; M – масса навески, г. За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое результатов пяти параллельных испытаний. Результаты вычисляли до третьего десятичного знака и округляли до второго десятичного знака.

Массовую долю азота в пересчете на сухое вещество продукта (X_3), в процентах, вычисляли по формуле (2):

$$X_3 = \frac{X_1 \cdot 100}{100 - W}, \quad (2)$$

где X_1 – массовая доля азота в испытуемой пробе, %; W – влажность испытуемой пробы, %.

Массовую долю белка (Y) в процентах вычисляли по формуле 3:

$$Y = K \text{ ЧХ}, \quad (3)$$

где K – коэффициент пересчета азота на белок с умеренным содержанием липидов – 6.38.

Метод заключается в определении азота по Кьельдалю с последующим пересчетом на белок. Сущность метода состоит в разложении пробы органического вещества кипящей концентрированной серной кислотой с образованием солей аммония, переведении аммония в аммиак, отгонке его в раствор кислоты, количественном учете аммиака титриметрическим методом и расчете содержания азота в исследуемом материале. Из усредненной измельченной гомогенной пробы исследуемого образца для анализа взвешивали в пробирке точную навеску, с погрешностью не более 0.1%. Навеску количественно перенесли в колбу Кьельдала. Далее эксперименты проводили по методическому указанию [20].

Обсуждение результатов

Растение подвергли воздушно-теновой сушке, разделив надземную часть от подземной. Полученные результаты приведены на рисунке 1.

Сравнительный анализ содержания водорастворимых витаминов в надземной и подземной частях растения *Poterium polygamum* показывает содержание витамина В₁ (тиамин) – 8% в подземной части и 5% в надземной части, с незначительным преобладанием в корневой системе. Витамин В₁ входит в состав многих пищевых продуктов. При отсутствии тиамина поражаются нервные окончания конечностей, вызывая болезнь полиневрит [21].

Витамин В₆ (пиридоксин) распределен так же, как и витамин В₁: 8% в подземной части и 5% в надземной. Витамин В₆ – пиридоксин имеется во многих продуктах растительного и животного происхождения [22].

Витамин В₉ (фолиевая кислота) заметно преобладает в подземной части, где его содержание составляет 47%, тогда как в надземной оно достигает лишь 3%. Фолиевая кислота особенно необходима беременным женщинам, поскольку она гарантирует, что плод будет здоровым, и предотвращает возможные серьезные дефекты [23].

Витамин С (аскорбиновая кислота) накапливается преимущественно в надземной части, где его доля составляет 29%, по сравнению с 12% в подземной части. Аскорбиновая кислота – витамин С играет важную роль в клеточном обмене веществ, в поддержании в нормальном состоянии и восстановлении соединительной ткани. Если в организме человека не хватает аскорбиновой кислоты, нарушается строение тканей костных клеток, возникает заболевание грудной клетки. В организме аскорбиновая кислота не образуется и не накапливается сама по себе [22].

Витамин В₁₂ (кобаламин) также больше концентрируется одинаково в обеих частях растения, где его содержание составляет 25% в подземной, тогда как в надземной части – 28%. Витамин В₁₂ – кобаламин является единственным витамином, синтезируемым преимущественно микроорганизмами [23]. Мы можем наблюдать, как этот витамин накапливается в корнях и стеблях растения *Poterium polygamum*, которое мы изучаем.

Содержание витамина В₂ встречалось в большом количестве на поверхности растения и оно составляло 30%, тогда как в подземной части вообще не был обнаружен. Витамин В₂ – рибофлавин участвует в процессе роста и развития растения. Рибофлавин участвует в производстве энергии при обмене белков, жиров, углеводов [23].

Таким образом, надземная часть растения *Poterium polygamum* является более богатым источником витаминов С, В₂ и В₁₂, тогда как в подземной части преобладают витамины В₁, В₆ и особенно В₉.

Изучение количества свободных аминокислот. Нами были определены незаменимые (табл. 1) и заменимые (табл. 2) аминокислоты надземной и подземной части растения *Poterium polygamum*.

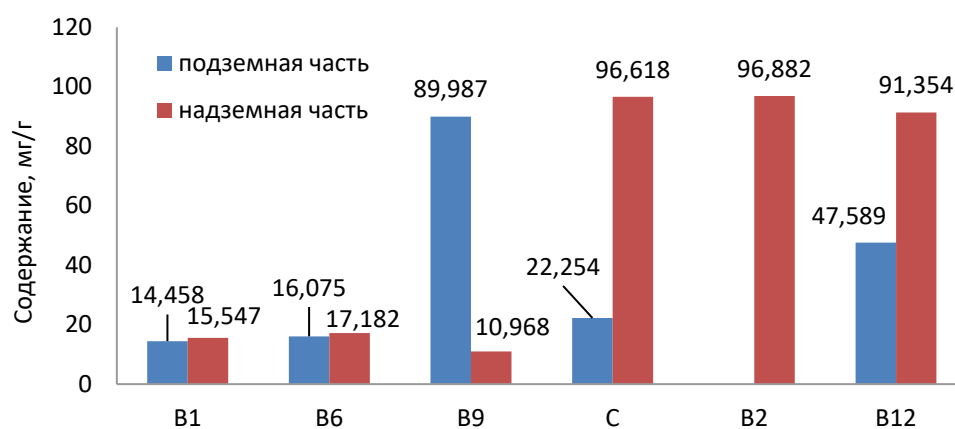


Рис. 1. Содержание водорастворимых витаминов подземной и надземной части растения *Poterium polygamum*, произрастающего в Ферганской долине Республики Узбекистан (мг/г)

Количество обменных аминокислот выше у заменимых, чем у незаменимых, и в обеих группах аминокислоты содержат больше моноаминоуглеродных кислот. Общее количество аминокислот в корневой части растения составляло 4.76 мг/г, а в поверхностной – 10.53 мг/г. Их можно разместить в порядке возрастания: для корневой части – Fen < Tir < Trp < Ala < Met < Ley < Glu < Gli < Tre < Pro < Gli < Gln < Liz < Arg < Tir < Asn < Val < Sis фенилаланин, тирозин, триптофан, а также фенилаланин, изолейсин и аминокислоты триптофана.

Таким образом, в надземной части растения *Poterium polygamum* количество общего белка составило 13.18%, азота – 2.11%. В подземной части содержание белка составляет 11.01%, азота – 1.76% (рис. 2).

Таблица 1. Незаменимые аминокислоты подземной и надземной части растения *Poterium polygamum* (мг/г)

Аминокислота	Подземная часть	Надземная часть
Моноаминомонокарбоновые кислоты		
Треонин	0.092*	0.172*
Валин	0.470*	0.412*
Метионин	0.041*	0.057*
Изолейцин	0*	0.052*
Лейцин	0.054*	0.109*
Фенилаланин	0.012*	0.016*
Триптофан	0.018*	0.049*
Лизин	0.121*	0.292*

* $p < 0.01$ доверительный интервал относительно к стандартным образцам, $n=3$.

Таблица 2. Заменимые аминокислоты подземной и надземной части растения *Poterium polygamum* (мг/г)

Аминокислота	подземная часть	надземная часть
Моноаминомонокарбоновые кислоты		
Серин	0.554*	0.582*
Глицин	0.082*	0.193*
Цистеин	2.162*	6.811*
Аланин	0.037*	0.109*
Моноаминодикорбоновые кислоты		
Аспарагиновая к-та	0.238*	0.074*
Глутаминовая к-та	0.066*	0.148*
Аспарагин	0.166*	0.388*
Глутамин	0.191*	0.196*
Диаминомонокарбоновые кислоты		
Аргенин	0.194*	0.345*
Пролин	0.095*	0.182*
Тирозин	0.171*	0.345*

* $p < 0.01$ доверительный интервал относительно к стандартным образцам, $n=3$.

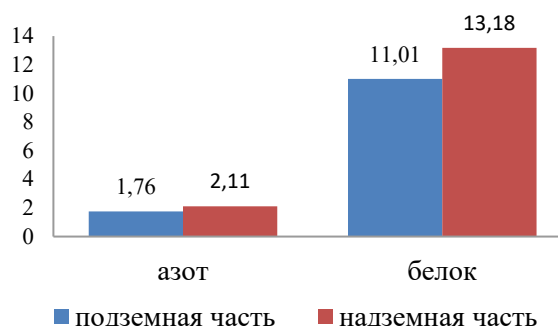


Рис. 2. Определение количества общего белка растения *Poterium polygamum* Waldst. et Kit.

Выводы

1. Анализ водорастворимых витаминов в надземных и подземных органах Черноголовника много-
варадного (*Poterium polygamum* Waldst. et Kit.), собранных весной в Папском районе Наманганской области,

показал, что надземная часть растения содержит витамины группы В (В₁, В₆, В₉, В₁₂), а также витамин С. Наибольшее накопление витаминов наблюдается в стеблях во время пробуждения растения: общее содержание составляет до 0.40% в корневой части и 0.15% – в надземной.

2. Белковый состав, определенный методом Кьельдаля, показал, что в надземной части содержание азота составляет 2.11%, а белков – 13.18%. В подземной части эти показатели равны 1.76 и 11.01% соответственно. Растение содержит 19 аминокислот, из которых 8 – незаменимые (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин, триптофан) и 11 – заменимые (аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, аспарагин, глутамин, серин, глицин, цистеин, аланин, аргинин, тирозин, пролин).

3. Полученные результаты подтверждают высокую биологическую ценность Черноголовника многобрачного и его широкий спектр фармакологической активности, обусловленный содержанием витаминов и аминокислот.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Института биоорганической химии и Кокандского государственного университета. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Галушко А.И. Определитель растений сенокосов и пастбищ Северного Кавказа. Нальчик, 1964. 372 с.
2. Медведев П.Ф. Пищевые растения СССР. Растительное сырье СССР: в 2 т. М.; Л., 1957. Т. 2. С. 5–151.
3. Федотова В.В., Охремчук А.В., Челомбитко В.А. Изучение органических кислот Золотарника кавказского [*Solidagocasicakem.-nath.*] и Черноголовника многобрачного [*Poterium polygamum* Waldest.&Kit.] // Научные ведомости. Серия: Медицина. Фармация. 2012. №16 (135). С. 173–175.
4. Создатенков С.В. Биохимия органических кислот растений. Л., 1971. 143 с.
5. Бочков Д.В. Исследование содержания шикимовой кислоты в некоторых растениях Алтайского края // Химия растительного сырья. 2011. №1. С. 119–122.
6. Кшникаткина А.Н., Еськин В.Н., Зуева Е.А. Итоги изучения черноголовника многобрачного при интродукции в лесостепи среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2008. №2(7). С. 30–35.
7. Жданова А.А. Продуктивность черноголовника многобрачного в зависимости от приемов возделывания в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Пенза, 2018. С. 19.
8. Охремчук В.В., Челомбитко В.А. Изучение комплекса фенольных соединений сырья черноголовника многобрачного (*Poterium polygamum* Waldest. & Kit) // Фундаментальная медицина. 2012. С. 127–130.
9. Aysun İ.G. Effects of medicinal plant *sanguisorba minor subsp. balearica* on selected cyp450 isozymes and proinflammatory cytokines activity in inflammation induced rat model: an immunochemical approach. in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in biochemistry. 2021. P. 9.
10. Гагиева Л.Ч. Черноголовник многобрачный – перспективное кормовое растение // Земледелие. 2009. №1. С. 36–37.
11. Заболотнова М.В. Биоморфологические особенности и приемы возделывания Черноголовника многобрачного на корм и семена в среднем предуралье. Пермь, 2021. С. 16.
12. Kaneta M.H., Hikichi S., Sugiyama E.N. Identification of flavonoid in nineteen Rosaceae species // Agric. Biol. Chem. 1979. Vol. 43, no. 3. Pp. 657–658.
13. Alenin P.G. Lotus Corniculatus and Poterium Polygamum – promising forage crops // Forage production. 2011. Vol. 5. Pp. 21–24.
14. Кароматов И.Д. Фитотерапия – руководство для врачей. Бухара, 2018. Т. 1.
15. Nguyen T.T., Cho S.O., Ban J.Y., Kim J.Y., Ju H.S., Koh S.B., Song K.S., Seong Y.H. Neuroprotective effect of *Sanguisorbae radix* against oxidative stress-induced brain damage: in vitro and in vivo // Biol. Pharm. Bull. 2008. Vol. 31(11). P. 203.
16. Yang J.H., Yoo J.M., Cho W.K., Ma J.Y. Ethanol Extract of *Sanguisorbae Radix* Inhibits Mast Cell Degranulation and Suppresses 2,4-Dinitrochlorobenzene-Induced Atopic Dermatitis-Like Skin Lesions // Mediators Inflamm. 2016. 2947390. <https://doi.org/10.1155/2016/2947390>.

17. Zhao Z., He X., Zhang Q., Wei X., Huang L., Fang J.C., Wang X., Zhao M., Bai Y., Zheng X. Traditional Uses, Chemical Constituents and Biological Activities of Plants from the Genus *Sanguisorba* L. // *Am. J. Chin. Med.* 2017. Vol. 45(2). Pp. 199–224. <https://doi.org/10.1142/S0192415X17500136>.
18. Ergasheva F.Sh., Kushiev Kh.Kh., Matchanov A.D., Ishimov U.J., Khushmatov Sh.S., Pozilov K.M. Identification of Chemical Content of Fruit and Peel 's Extract of Some Varieties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) // *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2019. Vol. 8 (5). Pp. 734–742.
19. Steven A., Cohen David J. Amino acid analysis utilizing phenylisothiocyanate derivatives // *J. Analytical Biochemistry.* 1988. Vol. 17, no. 1. Pp. 1–16.
20. Руководство Р 4.1.1672-03. Методы контроля. Химические факторы. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. М., 2004.
21. Сафин М.Г. Биохимия витаминов. Ташкент, 2015. 55 с.
22. Аскарлов И.Р. Определение количества витаминов, содержащихся в «Ас Люпинус» // Многопрофильный научный журнал. 2024. С. 402–408.
23. Аминжоновна Ч.А., Джалолдинова М.М. Роль витаминов в жизни человека // Восточное Возрождение: Инновационные, образовательные, естественные и социальные науки. 2023. Т. 2. С. 288–296.

Поступила в редакцию 17 января 2025 г.

После переработки 30 апреля 2025 г.

Принята к публикации 20 мая 2025 г.

Burkhanova G.M.^{1*}, Raimova K.V.², Matchanov A.D.², Khujayev V.U.¹ PRIMARY METABOLITES *POTERIUM POLYGAMUM* WALDST. ET KIT.

¹ Kokand State University, st. Turon, 23, Kokand, 150700, Uzbekistan, gulyoraburxonova@gmail.com

² Institute of Bioorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, st. Mirzo Ulugbek, 83, Tashkent, 100125, Uzbekistan

The plant *Poterium polygamum*, or also another scientific name Balearic burnet (*Sanguisorba minor*), is considered a valuable raw material for the medical and cosmetic industries. This article provides a comparative and quantitative analysis of water-soluble vitamins and amino acids using the gradient elution mode based on the high-performance liquid chromatography (HPLC) method, then an analysis of proteins by the Kjeldahl nitrogen method with subsequent recalculation for protein, as well as information on the areas of application of the *Poterium polygamum* Waldst. et Kit. plant in medicine. During the study, the plant was found to contain the following vitamins: thiamine (B1), riboflavin (B2), pyridoxine (B6), folic acid (B9), cobalamin (B12), ascorbic acid (C), nicotinic acid (PP). The samples for the study were the above-ground part (stem, leaves and flowers of the plant) and the underground part (root and rhizome), collected and dried at the end of spring. As a result of the study showed that B vitamins in the period of plant growth are mainly concentrated in the root and stem parts. The amount of ascorbic acid in this period was also relatively high. According to the Kjeldahl method, the nitrogen content was 2.11% and proteins were 13.18% in the above-ground part, and in the underground part, nitrogen was 1.76%, proteins were 11.01%. *Poterium polygamum* contains 19 amino acids, 8 of which are essential (monoaminocarbon acids: threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine; diaminoacarbon acids: lysine, tryptophan) and 11 interchangeable (monoaminodicarboxylic acids: aspartic acid, glutamic acid, asparagine, glutamine; monoaminocarbon acid: serine, glycine, cysteine, alanine; diaminoacarbon acid: arginine, tyrosine, proline).

Keywords: *Poterium polygamum*, primary metabolites, water-soluble vitamins, amino acids, proteins, HPLC, Kjeldahl method.

For citing: Burkhanova G.M., Raimova K.V., Matchanov A.D., Khujayev V.U. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 4, pp. 229–236. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250416778>.

References

1. Galushko A.I. *Opredelitel' rasteniy senokosov i pastbishch Severnogo Kavkaza*. [Identification of plants of hayfields and pastures of the North Caucasus]. Nal'chik, 1964, 372 p. (in Russ.).
2. Medvedev P.F. *Pishchevyye rasteniya SSSR. Rastitel'noye syr'ye SSSR: v 2 t.* [Food plants of the USSR. Plant raw materials of the USSR: in 2 volumes]. Moscow; Leningrad, 1957, vol. 2, pp. 5–151. (in Russ.).
3. Fedotova V.V., Okhremchuk A.V., Chelombit'ko B.A. *Nauchnyye vedomosti. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2012, no. 16 (135), pp. 173–175. (in Russ.).

* Corresponding author.

4. Soldatenkov S.V. *Biokhimiya organicheskikh kislot rasteniy*. [Biochemistry of organic acids of plants]. Leningrad, 1971, 143 p. (in Russ.).
5. Bochkov D.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 1, pp. 119–122. (in Russ.).
6. Kshnikatkina A.N., Yes'kin V.N., Zuyeva Ye.A. *Niva Povolzh'ya*, 2008, no. 2(7), pp. 30–35. (in Russ.).
7. Zhdanova A.A. *Produktivnost' chernogolovnika mnogobrachnogo v zavisimosti ot priyemov vozdeleyvaniya v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya*. [Productivity of Poterium polygamum depending on cultivation methods in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. Penza, 2018, p. 19. (in Russ.).
8. Okhremchuk V.V., Chelombit'ko V.A. *Fundamental'naya meditsina*, 2012, pp. 127–130. (in Russ.).
9. Aysun İ.G. *Effects of medicinal plant sanguisorba minor subsp. balearica on selected cyp450 isozymes and proinflammatory cytokines activity in inflammation induced rat model: an immunochemical approach. in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy in biochemistry*. 2021, p. 9.
10. Gagiyeva L.Ch. *Zemledeliye*, 2009, no. 1, pp. 36–37. (in Russ.).
11. Zabolotnova M.V. *Biomorfologicheskiye osobennosti i priyomy vozdeleyvaniya Chernogolovnika mnogobrachnogo na korm i semena v srednem predural'ye*. [Biomorphological features and cultivation methods of Poterium polygamum for forage and seeds in the middle Urals]. Perm', 2021, p. 16. (in Russ.).
12. Kaneta M.H., Hikichi S., Sugiyama E.N. *Agric. Biol. Chem.*, 1979, vol. 43, no. 3, pp. 657–658.
13. Alenin P.G. *Forage production*, 2011, vol. 5, pp. 21–24.
14. Karomatov I.D. *Fitoterapiya – rukovodstvo dlya vrachev*. [Phytotherapy – a guide for doctors]. Bukhara, 2018, vol. 1. (in Russ.).
15. Nguyen T.T., Cho S.O., Ban J.Y., Kim J.Y., Ju H.S., Koh S.B., Song K.S., Seong Y.H. *Biol. Pharm. Bull.*, 2008, vol. 31(11), p. 203.
16. Yang J.H., Yoo J.M., Cho W.K., Ma J.Y. *Mediators Inflamm*, 2016, 2947390. <https://doi.org/10.1155/2016/2947390>.
17. Zhao Z., He X., Zhang Q., Wei X., Huang L., Fang J.C., Wang X., Zhao M., Bai Y., Zheng X. *Am. J. Chin. Med.*, 2017, vol. 45(2), pp. 199–224. <https://doi.org/10.1142/S0192415X17500136>.
18. Ergasheva F.Sh., Kushiev Kh.Kh., Matchanov A.D., Ishimov U.J., Khushmatov Sh.S., Pozilov K.M. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 2019, vol. 8 (5), pp. 734–742.
19. Steven A., Cohen Daviel J. *Analytical Biochemistry*, 1988, vol. 17, no. 1, pp. 1–16.
20. *Rukovodstvo R 4.1.1672-03. Metody kontrolya. Khimicheskiye faktory. Rukovodstvo po metodam kontrolya kache-stva i bezopasnosti biologicheskikh aktivnykh dobavok k pishche*. [Guideline R 4.1.1672-03. Control methods. Chemical factors. Guidelines for quality and safety control methods for biologically active food supplements]. Moscow, 2004. (in Russ.).
21. Safin M.G. *Biokhimiya vitaminov*. [Biochemistry of vitamins]. Tashkent, 2015, 55 p. (in Russ.).
22. Askarov I.R. *Mnogoprofil'nyy nauchnyy zhurnal*, 2024, pp. 402–408. (in Russ.).
23. Aminzhonova Ch.A., Dzhaldinova M.M. *Vostochnoye Vozrozhdeniye: Innovatsionnyye, obrazovatel'nyye, yestestvennyye i sotsial'nyye nauki*, 2023, vol. 2, pp. 288–296. (in Russ.).

Received January 17, 2025

Revised April 30, 2025

Accepted May 20, 2025

Сведения об авторах

Бурхонова Гульёра Музаффаржон кызы – аспирант,
gulyoraburxonova@gmail.com

Раимова Камола Вахобджановна – старший научный
сотрудник лаборатории по изучению белков и пептидов,
k.raimova_81@mail.ru

Матчанов Алимжон Давлатбоевич – доктор
химических наук, профессор, заведующий лабораторией
низкомолекулярных биологически активных
соединений, olim_0172@mail.ru

Хужаев Вахобджон Умарович – доктор химических
наук, профессор, декан факультета естественных наук и
экономики, xujayev_030@mail.ru

Information about authors

Burkhonova Gulyora Muzaffarjon kyzy – postgraduate
student, gulyoraburxonova@gmail.com

Raimova Kamola Vakhobdzhanovna – senior researcher,
laboratory for the study of proteins and peptides,
k.raimova_81@mail.ru

Matchanov Alimzhon Davlatboevich – doctor of chemical
sciences, professor, head of the laboratory of low-molecular
biologically active compounds, olim_0172@mail.ru

Khujayev Vakhobjon Umarovich – doctor of chemical
sciences, professor, dean of the faculty of natural sciences
and economics, xujayev_030@mail.ru