

Аминокислотный состав горцев ряда *Amphibiae Kom*

А.С. Чистякова¹, А.А. Гудкова¹, А.А. Сорокина²

¹Воронежский государственный университет,
Российская Федерация, 394018, Воронеж, Университетская ул., д. 1;

²Первый Московский государственный медицинский
университет им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет),
Российская Федерация, 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гудкова Алевтина Алексеевна – доцент кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии фармацевтического факультета Воронежского государственного университета (ВГУ), кандидат фармацевтических наук. Тел.: +7 (908) 146-63-91. E-mail: alinevoroneg@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1275-5000>

Чистякова Анна Сергеевна – ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии фармацевтического факультета ВГУ, кандидат фармацевтических наук. Тел.: +7 (951) 541-89-64. E-mail: anna081189@yandex.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-829-9904>

Сорокина Алла Анатольевна – профессор кафедры фармацевтического естествознания Сеченовского Университета, доктор фармацевтических наук, профессор. Тел.: +7 (916) 487-88-96. E-mail: sorokinaalla@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5218-7546>

РЕЗЮМЕ

Введение. Род горец (*Persicaria* Mill., ранее *Polygonum* L.), относящийся к семейству гречишных (*Polygonaceae* Juss.), представлен большим разнообразием видов и форм – от ксерофитов до гидрофитов. Растение широко распространено по всей территории России.

Горец земноводный – многолетнее травянистое растение рода горец. Известны 2 формы: водная – *P. amphibia* (L.) Gray. и наземная – *P. amphibia* var. *terrestris* Delarbre. Согласно данным научной литературы, водная форма растения оказывает антимикробное действие и содержит большое количество фенольных соединений. Информации о химическом составе и особенностях использования в медицине наземной формы недостаточно. Изучение состава аминокислот растений не проводилось.

Цель исследования – сравнительное изучение аминокислотного состава 2 форм горца земноводного (водной и наземной), заготовленных в Воронежской области.

Материал и методы. Объектами исследования служили высушенные образцы 2 форм горца земноводного, заготовленные в Воронежской области в прибрежной зоне реки Воронеж в 2017 г. Качественный анализ свободных аминокислот (АК) осуществляли методом тонкой химической хроматографии (ТСХ) в системе бутанол : уксусная кислота : вода (4:1:2), детектор – 0,2% спиртовой раствор нингидрина. Количественное определение суммы свободных АК определяли спектрофотометрическим методом, по реакции с нингидрином в аналитическом максимуме 568 нм. Полный состав АК устанавливали методом капиллярного электрофореза.

Результаты. Определены индивидуальные компоненты для изучаемых форм горца земноводного и выявлены различия в профиле свободных АК. Методом капиллярного электрофореза во всех объектах идентифицированы 17 АК, из них 7 – незаменимые. Для каждого образца определены АК, преобладающие в составе биологически активных веществ (БАВ) сырья. Установлено, что содержание суммы свободных АК в траве водной формы горца земноводного составило 0,66%, что на 12% меньше, чем в траве наземной формы.

Заключение. Состав АК изучаемых форм горца земноводного показывает, что трава этих растений может быть дополнительным источником получения АК. Результаты исследования могут быть использованы на этапе оценки подлинности и доброкачественности травы горца земноводного.

Ключевые слова: аминокислоты, горец земноводный, водная форма, *Persicaria amphibia* (L.) Gray., горец земноводный, наземная форма, *Persicaria amphibia* var. *terrestris* Delarbre, ТСХ, капиллярный электрофорез, спектрофотометрия.

Для цитирования: Чистякова А.С., Гудкова А.А., Сорокина А.А. Аминокислотный состав горцев ряда *Amphibiae kom*. Фармация, 2020; 69 (6): 31–37. <https://doi.org/10.29296/25419218-2020-06-06>

THE AMINO ACID COMPOSITION OF KNOTWEEDS (*POLYGONUM*) OF THE SERIES *AMPHIBIAE KOM*

A.S. Chistyakova¹, A.A. Gudkova¹, A.A. Sorokina²

¹Voronezh State University; 1, Universitetskaya Sq., Voronezh 394018, Russian Federation

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Trubetskaya St., Build. 2, Moscow 119991, Russian Federation

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Gudkova Alevtina Alekseevna – Associate Professor of the Department of management and economics of pharmacy and pharmacognosy Voronezh State University (VSU), PhD in Pharmaceutical Sciences. Tel.: +7 (908) 146-63-91. E-mail: alinevoroneg@mail.ru. *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-1275-5000>

Chistyakova Anna Sergeevna – Assistant of Department of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology VSU, PhD in Pharmaceutical Sciences. Tel.: +7 (951) 541-89-64. E-mail: anna081189@yandex.ru. *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-829-9904>

Sorokina Alla Anatol'evna – Professor of Department of pharmaceutical natural sciences Sechenov University, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor. Tel.: +7 (916) 487-88-96. E-mail: sorokinaalla@mail.ru. *ORCID*: <https://orcid.org/0000-0002-5218-7546>

SUMMARY

Introduction. The genus *Polygonum* (*Persicaria* Mill.) that belongs to the buckwheat family (*Polygonaceae* Juss.) is represented by a wide variety of species and types – from xerophytes to hydrophytes. The plant is widespread throughout Russia.

Polygonum amphibium is a perennial herbaceous plant of the genus *Polygonum*. There are two known types: aquatic (*P. amphibium* (L.) Gray) and terrestrial (*P. amphibium* var. *terrestris* Delarbre) plants. According to the scientific literature, the aquatic plant has an antimicrobial effect and contains large amounts of phenolic compounds. There is insufficient information on the chemical composition of the terrestrial plant and the characteristics of its use in medicine. The composition of plant amino acids has not been investigated.

Objective: to comparatively investigate the amino acid composition of two types of *Polygonum amphibium* (aquatic and terrestrial plants) stored in the Voronezh Region.

Material and methods. The investigation objects were the dried samples of two types of *Polygonum amphibium*, which were stored in the coastal zone of the Voronezh River in the Voronezh Region in 2017. Free amino acids (AAs) were qualitatively analyzed by thin-layer chromatography (TLC) in the butanol : acetic acid : water (4 : 1 : 2) system; the detection reagent was a 0.2% alcoholic ninhydrin solution. The amount of free AAs was quantified by spectrophotometry by the ninhydrin reaction at an analytical maximum of 568 nm. The overall composition of AAs was determined by capillary electrophoresis.

Results. Individual components were identified in the investigated types of *Polygonum amphibium* and differences were revealed in the profile of free AAs. Capillary electrophoresis could show that all the objects contained 17 AAs, of them 7 AAs were essential. Each sample exhibited AAs that were dominant in the composition of biologically active substances in the raw materials. The amount of free AAs in the aquatic type of *Polygonum amphibium* was found to account for 0.66%, which was 12% less than that in its terrestrial type.

Conclusion. The composition of AAs in the investigated types of *Polygonum amphibium* indicates that the knotweed can be an additional source of AAs. The results of the investigation may be used when assessing the identity and high-quality of the weed of *Polygonum amphibium*.

Key words: amino acids, *Polygonum amphibium* (aquatic type), *Persicaria amphibia* (L.) Gray., *Polygonum amphibium* (terrestrial type), *Persicaria amphibia* var. *terrestris* Delarbre, TLC, capillary electrophoresis, spectrophotometry.

For reference: Chistyakova A.S., Gudkova A.A., Sorokina A.A. The amino acid composition of knotweeds (*Polygonum*) of the series *Amphibiae* kom. *Farmatsiya*, 2020; 69 (6): 31–37. <https://doi.org/10/29296/25419218-2020-06-06>

Введение

Род горец (*Persicaria* Mill., ранее *Polygonum* L.), относящийся к семейству гречишных (*Polygonaceae* Juss.), представлен большим разнообразием видов и форм – от ксерофитов до гидрофитов. Растение широко распространено по всей территории России [1]. Горец земноводный (ГЗ), согласно П.Ф. Мавевскому [2], является многолетним травянистым растением рода горец. Существуют 2 его формы: водная – *Persicaria amphibia* (L.) Gray. (ранее *Polygonum amphibium* L.) – встречается в медленно текущих или стоячих водоемах и часто образует большие заросли [3] и наземная – *Persicaria amphibia* var. *terrestris* Delarbre (ранее *Polygonum amphibium* var. *terrestre* Leys.) – произрастает на песчаных и глинистых берегах, заливных лугах [3]. Согласно анализу научной литературы последних 15 лет, водная форма ГЗ богата дубильными веществами, флавоноидами, органическими кислотами [3, 4], оказывает антимикробное действие в отношении грамположительных и грамм – отрицательных микроорганизмов и некоторых видов патогенных грибов

[5]. Информации о химическом составе и особенностях использования в медицине наземной формы данного вида в настоящее время недостаточно.

Синтез продуктов вторичного метаболизма, к которым относятся фенольные соединения и другие компоненты, содержащиеся в представителях семейства *Polygonaceae*, происходит на основе небольшого количества предшественников, в частности аминокислот (АК).

Цель исследования – сравнительное изучение аминокислотного состава 2 форм горца земноводного (водной и наземной), заготовленных в Воронежской области.

Материал и методы

Объектами исследования служила трава 2 форм горца земноводного, заготовленная в Воронежской области в прибрежной зоне реки Воронеж в 2017 г., сушка сырья проводилась воздушно-теневым способом.

Пробоподготовка для проведения тонкой химической хроматографии (ТСХ) осуществлялась

следующим образом: готовили водные извлечения из растительного сырья в соотношении сырье – экстрагент 1:5. Образцы травы измельчали до размера частиц 1,0 мм, помещали в коническую колбу объемом 150 мл, экстракцию выполняли в течение 30 мин при нагревании на водяной бане с обратным холодильником [6]. Хроматографирование проводили восходящим способом на пластинках Sorbfil (Россия) в подвижной фазе бутанол–уксусная кислота–вода (4:1:2); детектор – 0,2% спиртовой раствор нингидрина. Объем наносимой пробы составил 4,0 мкл, высота пробега – 10 см. В качестве «свидетелей» были использованы растворы стандартных образцов лизина, пролина, глицина, метионина, глутаминовой кислоты, тирозина, фенилаланина, валина [6].

Количественное определение суммы свободных АК в траве изучаемых видов определяли спектрофотометрическим методом, по реакции с нингидрином в аналитическом максимуме 568 нм согласно методике Г.И. Олешко и соавт. [7].

Полный состав АК (свободные и связанные АК) устанавливали методом капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105/105М», (Россия). Навески образцов подвергали гидролизу раствором 6М кислоты хлороводородной в течение 16–18 ч при температуре 110±5°C. Метод включал получение фенилизотиокарбамильных производных из свободных форм аминокислот, их разделении и количественном определении. Условия эксперимента: капилляр ($L_{эфф}/L_{общ} = 65/75$ см, ID=50 мкм); буфер – 30 мМ фосфатный, 4 мМ β-циклодекстрин (рН=7,4); напряжение +25 кВ; ввод пробы 150 мбар·с; температура – 30°C; УФ-детектирование – 254 нм [6, 8].

Результаты и обсуждение

Сравнительный тонкослойный хроматографический (ТСХ) анализ водной и наземной форм горца земноводного выявил различия в составе АК (табл. 1). Водная форма горца земноводного содержит 8 АК, наземная форма – 11 АК. Для обеих форм характерно наличие фенилаланина, тирозина, глутаминовой кислоты, метеонина и вали-

на в свободном виде. Маркерными веществами являются пролин, глицин и 3 неидентифицированных компонента, характерных для травы наземной формы.

С целью получения информации о полном составе АК (как свободных, так и связанных) изучали аминокислотный состав 2 форм горца земноводного методом капиллярного электрофореза. Электрофореграммы представлены на рис. 1, 2, информация о количественном составе АК – в табл. 2. Согласно полученным результатам, изучаемые объекты имеют сходный качественный состав АК. Профиль АК изучаемых видов характеризуется наличием моноаминомонокарбоновых, моноаминодикарбоновых, диаминомонокарбоновых и гетероциклических кислот. В сырье идентифицировано 17 АК, 7 из которых относятся к незаменимым (Val, Leu, Ile, MeU, Thr, Lys, Phe).

Сходство в компонентном составе, установленное на данном этапе исследования, обусловлено значением каждой АК для растительного организма. А разница в аминокислотном составе, наблюдаемая в пределах 2 разновидностей одного вида, очевидно, связана с особенностями приспособления растения к среде обитания.

Таблица 1

Состав аминокислот водной и наземной форм *Polygonum amphibium* по результатам ТСХ-анализа

Table 1

The amino acid composition of the aquatic and terrestrial types of *Polygonum amphibium* according to TLC analysis

Аминокислоты	Значения Rf ±0,02		
	Стандартный образец	Горец земноводный, трава	
		наземная форма	водная форма
Лизин	0,1	0,1	0,12
Не идентифицирована	–	0,22	–
Пролин	0,25	0,26	–
Глицин	0,31	0,32	–
Метеонин	0,36	0,36	0,36
Глутаминовая кислота	0,37	0,4	0,42
Валин	0,49	0,49	0,49
Тирозин	0,6	0,60	0,60
Фенилаланин	0,64	0,62	0,62
Не идентифицирована	–	0,65	0,63
Не идентифицирована	–	0,74	0,73

Так, согласно данным литературы, наличие пролина и его производных в растениях наблюдается при стрессовых состояниях (водном, солевом и температурном). Он повышает устойчивость растений к дефициту влаги, способствуя возрастанию осмотического давления клетки. Криозащитную активность пролина связывают с его хорошей растворимостью в воде, где он проявляет нетипичные для низкомолекулярных соединений свойства образовывать коллоиды [9].

Глицин – одна из самых распространенных АК; он находится в растительных белках и почти всегда в значительном количестве присутствует в растениях в свободном состоянии [10]. Глицин после окислительного декарбоксилирования принимает участие в фотосинтезе и гликолатном метаболизме. Кроме того, процесс утилизации глицина растением рассматривается как один из главных путей азотного обмена [11]. Данный факт объясняет наличие свободных

форм пролина и глицина в наземной форме горца земноводного, которая подвергается негативно влиянию факторов окружающей среды.

Глутаминовая кислота способна повышать иммунитет растения и участвует в биохимических реакциях, а также в метаболизме углеводов, липидов и белков [12]. Валин принимает участие в биосинтезе пантотеновой кислоты [9]; он необходим для образования центров связывания в ферментах, нормализует катализ биохимических реакций [12]. Серин тесно обеспечивает обмен триозофосфатов и пировиноградной кислоты [12, 13]. Лизин оказывает влияние на образование глутатиона, порфиринов, пуринов, участвует в репродукции растения. Метионин улучшает функциональную способность клеток. Наличие в его молекуле SH-группы объясняет присущее ему радикальное свойство защиты против мутагенного действия ионизирующего облучения. Гистидин является суперкатализатором, при декарбоксилировании которого образуется гистамин, играющий большую роль во многих биохимических процессах [13].

Следующий этап исследования – количественная оценка содержания АК в растительном сырье. Так как глутаминовая кислота присутствует во всех изучаемых объектах, причем у обеих форм имеются 3 максимума поглощения при длине волны 568 нм (рис. 3), что характерно для глутаминовой

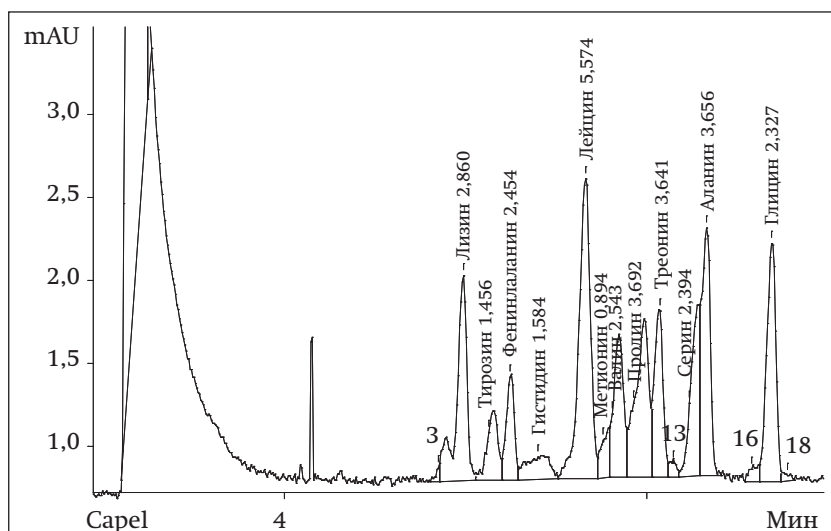


Рис. 1. Электрофореграмма аминокислот травы водной формы *Polygonum amphibium*
Fig. 1. Electropherogram of amino acids in the weed of the aquatic type of *Polygonum amphibium*

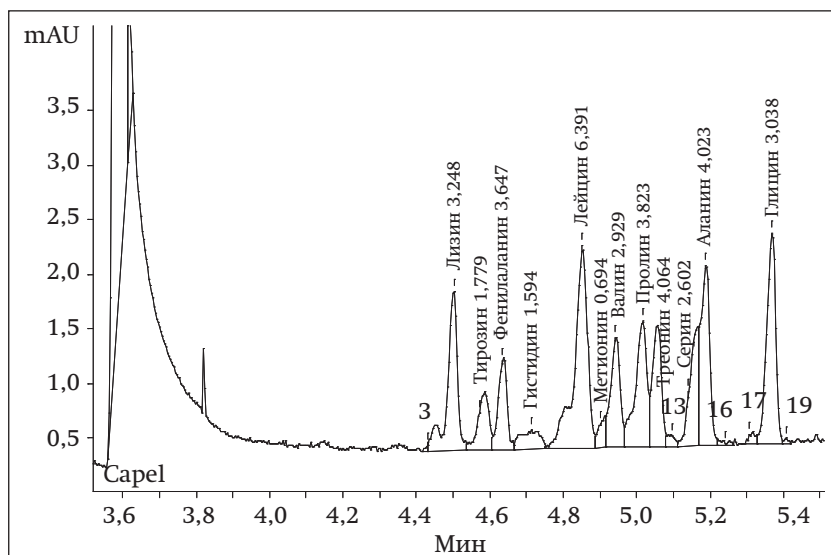


Рис. 2. Электрофореграмма аминокислот травы наземной формы *Polygonum amphibium*
Fig. 2. Electropherogram of amino acids in the weed of the terrestrial type of *Polygonum amphibium*

кислоты, содержание суммы свободных АК определяли спектрофотометрически в пересчете на глутаминовую кислоту. Установлено, что содержание суммы свободных АК в траве водной формы горца земноводного составило 0,66%, что на 12% меньше, чем в траве наземной формы. Суммарное содержание АК в траве наземной формы горца земноводного на 20% выше, чем в водной форме (см. табл. 2, рис. 4).

Определение процентного содержания каждой АК от общей суммы позволило распределить их в порядке уменьшения их содержания. Содержание АК для травы наземной формы горца земноводного выглядит следующим образом: Glu>Leu+Ile > Arg> Thr> Ala> Asp> Pro >Phe>Lys >Val>Gly> и др.

Для водной формы горца земноводного ряд убывания имел иной вид: Glu> Leu+Ile > Pro > Thr >Ala >Asp> Lys > Phe > Ser>Gly> и др.

Следует отметить, что в траве водной формы горца земноводного метионина содержится на 35% больше (от суммы АК), чем в наземной форме, являющейся источником аргинина, на долю которого приходится 8,5% от суммы АК, что на 50% выше, чем в траве водной формы.

Содержание АК в обеих формах горца земноводного ниже суточной потребности организма человека в незаменимых аминокислотах (см. табл. 2), однако суммарные препараты из изучаемых растений могут служить дополнительным источником АК.

Таблица 2

Аминокислотный состав водной и наземной форм *Polygonum amphibium* (в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Table 2

The amino acid composition of the aquatic and terrestrial types of *Polygonum amphibium* (calculated with reference to the absolutely dried raw materials)

Аминокислота	Наземная форма		Водная форма		Потребность, г [14]
	содержание АК, %				
	в сырье	% от суммы	в сырье	% от суммы	
<i>Моноаминомонокарбоновые АК</i>					
Аланин(Ala)	0,43	7,3	0,38	7,9	1,8
Валин*(Val)	0,32	5,4	0,27	5,6	0,8
Лейцин + изолейцин* (Leu+Ile)	0,69	11,7	0,59	12,3	1,1+0,7
Метионин*(MeU)	0,08	1,36	0,10	2,1	1,1
Серин (Ser)	0,28	4,7	0,26	5,4	
Тирозин (Tyr)	0,19	3,2	0,16	3,3	
Треонин* (Thr)	0,45	7,6	0,39	8,17	0,5
Фенилаланин* (Phe)	0,40	6,8	0,27	5,6	1,1
Цистеин (Cys)	0,06	1,0	0,04	0,83	
Общее содержание	2,90	49,06	2,46	51,2	
<i>Моноаминодикарбоновые АК</i>					
Глутаминовая кислота (Glu)	0,78	13,2	0,63	13,2	
Аспарагиновая кислота (Asp)	0,43	7,3	0,38	7,9	
Общее содержание	1,21	20,5	1,01	21,1	
<i>Диаминомонокарбоновые АК</i>					
Аргинин (Arg)	0,50	8,5	0,20	4,2	
Лизин* (Lys)	0,36	6,1	0,30	6,3	0,8
Общее содержание	0,86	14,6	0,5	10,5	
<i>Гетероциклические АК</i>					
Пролин (Pro)	0,41	6,9	0,39	8,2	
Гистидин (His)	0,17	2,9	0,17	3,5	0,9
Глицин (Gly)	0,33	5,6	0,24	5,0	
Общее содержание	0,91	15,4	0,8	16,7	
Суммарное содержание АК,%	5,88	–	4,77	–	
Содержание незаменимых АК, %	2,3	39,1	1,92	40,2	
Содержание заменимых АК, %	3,58	60,9	2,85	59,8	
Содержание суммы свободных АК, %	0,75	–	0,66	–	

Заключение

Определен состав аминокислот травы горца земноводного (наземной и водной формы). Выявлено различие в составе аминокислот между близкородственными видами и установлена специфичность изучаемых видов по наличию уникального набора свободных аминокислот. Методом капиллярного электрофореза во всех объектах выявлены 17 аминокислот, 7 из которых – незаменимые. Для каждого образца определены преобладающие аминокислоты в составе сырья. Полученные результаты могут быть использованы при оценке подлинности и доброкачественности сырья горца земноводного.

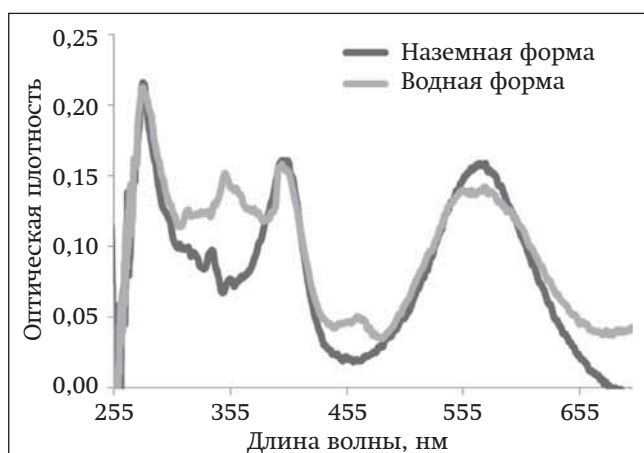


Рис. 3. Фрагменты спектров поглощения продуктов реакции аминокислот 2 форм *Polygonum amphibium* с раствором нингидрина
Fig. 3. Fragments of the absorption spectra of products of the reaction of amino acids in 2 types of *Polygonum amphibium* with a ninhydrin solution

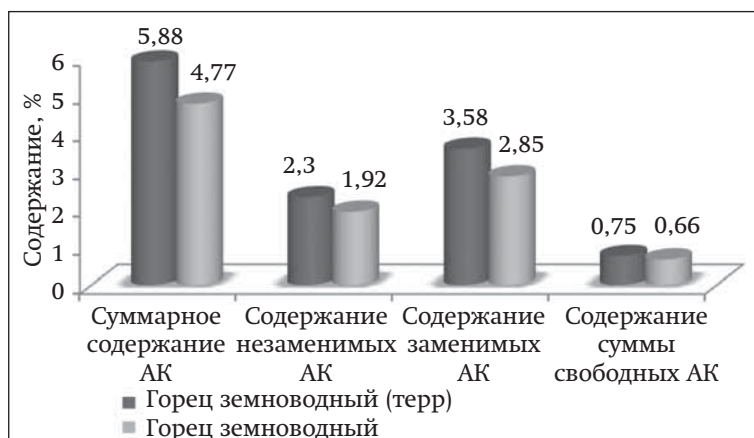


Рис. 4. Распределение аминокислот в траве *Polygonum amphibium* (наземной и водной формах)
Fig. 4. Distribution of amino acids in the weed of *Polygonum amphibium* (terrestrial and aquatic types)

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература

1. Марков М.В., Ключникова Н.М., Федорин А.К. Разнообразие жизненных форм и систем репродукции в роде *Polygonum* S.L. в аспекте вторичного перехода к водному образу жизни. Преподаватель XXI век. 2010; 1, ч. 1: 207–15.
2. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014; 635.
3. James W. Partridge *Persicaria amphibia* (L.) Gray (*Polygonum amphibium* L.). British Ecological Society, Journal of Ecology. 2001; 89: 487–501.
4. Sameh Hussein, Usama EL-Magly, Mohamed Tantawy, Salwa Kawashty, Nabil Saleh. Phenolics of selected species of *Persicaria* and *Polygonum* (*Polygonaceae*) in Egypt. Arabian Journal of Chemistry. 2017; 10: 76–81.
5. Hanife Özbay, Ahmet Alim. Antimicrobial Activity of Some Water Plants from the Northeastern Anatolian Region of Turkey. Molecules. 2009; 14: 321–8.
6. Гудкова А.А., Чистякова А.С., Сорокина А.А. и др. Изучение профиля аминокислот горца почечуйного травы (*Polygoni persicariae herba*). Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018; 4: 195–200.
7. Олешко Г.Д., Ярыгина Т.И., Зорина Е.В., Решетникова М.Д. Разработка унифицированной методики количественного определения суммы свободных аминокислот в лекарственном растительном сырье и экстракционных препаратах. Фармация. 2011; 3: 14–7.
8. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель». Спб.: Веста, 2006; 213.
9. Кочикян А.Т., Кочикян В.Т., Топчян А.В. Аминокислотный состав некоторых пищевых и лекарственных растений флоры Армении. Медицинская наука Армении НАН РА. 2011; 3. [Электронное издание]. Режим доступа: <http://medsci.asj-oa.am/503/1/119.pdf>
10. Биохимия сельскохозяйственных растений (под ред. В.М. Клевковского). М.: Колос, 1965; 447.
11. Быкова Н.В., Игамбердиев А.У. Особенности фотодыхательного окисления глицина и его роль во взаимосвязи фотосинтеза и дыхания. III съезд Российского общества физиологов России. Тезисы докладов. СПб., 1993; 116.
12. Власова О.К., Даудова Т.И. Особенности формирования аминокислотного и минерального комплексов в плодах абрикоса и яблони в условиях предгорья. Вестник Дагестанского научного центра. 2011; 43: 38–43.
13. Плешков Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений. М.: Колос, 1980; 495.

14. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. [Электронное издание]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/2168105/>

References

1. Markov M.V., Klyuchnikova N.M., Fedorin A.K. Diversity of life forms and reproduction systems in the genus *Polygonum* S.L. in the aspect of secondary transition to an aquatic lifestyle. *Prepodavatel` XXI vek.* 2010; 1, ch. 1: 207–15 (in Russian).

2. Maevskiy P.F. Flora of the middle zone of the European part of Russia. Moscow: *Tovarishhestvo nauchnyx izdaniy KMK,* 2014; 635 (in Russian).

3. James W. Partridge *Persicaria amphibia* (L.) Gray (*Polygonum amphibium* L.). *British Ecological Society, Journal of Ecology.* 2001; 89: 487–501.

4. Sameh Hussein, Usama EL-Magly, Mohamed Tantawy, Salwa Kawashty, Nabel Saleh. Phenolics of selected species of *Persicaria* and *Polygonum* (*Polygonaceae*) in Egypt. *Arabian Journal of Chemistry.* 2017; 10: 76–81.

5. Hanife Özbay, Ahmet Alim. Antimicrobial Activity of Some Water Plants from the Northeastern Anatolian Region of Turkey. *Molecules.* 2009; 14: 321–8.

6. Gudkova A.A., Chistyakova A.S., Sorokina A.A. et al. Study of the aminoacid profile of mountaineer pochechuynogo grass (*Polygoni persicariae herba*). *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya.* 2018; 4: 195–200 (in Russian).

7. Oleshko G.D. Yarygina T.I., Zorina E.V., Reshetnikova M.D. Development of a unified method for quantifying the amount of free amino acids in medicinal plant raw materials and extraction preparations. *Farmatsiya.* 2011; 3: 14–7 (in Russian).

8. Komarova N.V., Kamencev Ya.S. Practical guide to the use of capillary electrophoresis systems for «Kapel'». Sankt-Peterburg: Veda, 2006; 213 (in Russian).

9. Kochikyan A.T., Kochikyan V.T. Topchyan A.V. Aminokislotnyy sostav nekotoryx pishhevyyx i lekarstvennyx rasteniy flory Armenii. *Medicinskaya nauka Armenii NAN RA.* 2011; 3. [Electronic resource]. Access mode: <http://medsci.asj-oa.am/503/1/119.pdf> (in Russian).

10. *Biochemistry of agricultural plants* (by ed. V.M. Klechkovskiy). M.: «Kolos», 1965; 447 (in Russian).

11. Bykova N.V., Igamberdiev A.U. Features fotodialer oxidation of glycine and its role in the relationship of photosynthesis and respiration. *III S`ezd Rossijskogo obshhestva fiziologov Rossii.* Sankt-Peterburg. 1993; 116 (in Russian).

12. Vlasova O.K., Daudova T.I. Features of formation of aminoacid and mineral complexes in apricot and Apple fruits in the foothills. *Vestnik Dagestanskogo Nauchnogo Centra.* 2011; 43: 38–43 (in Russian).

13. Pleshkov B. P. *Biochemistry of agricultural plants.* M.: Kolos, 1980; 495 (in Russian).

14. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. [Электронное издание]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/2168105/> (in Russian).

Поступила 26 мая 2019 г.

Received 26 May 2019

Принята к публикации 24 сентября 2020 г.

Accepted 24 September 2020