

ИЗУЧЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА КОРНЕЙ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*TARAXACUM OFFICINALE* F.H. WIGG.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

А.О. Сущенко, Е.В. Компанцева

Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пятигорск

Для цитирования: Сущенко А.О., Компанцева Е.В. Изучение аминокислотного состава корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.), произрастающего на Северном Кавказе // Аспирантский вестник Поволжья. – 2020. – № 5–6. – С. 184–190. DOI: <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.3.184-190>

Поступила: 19.06.2020

Одобрена: 11.08.2020

Принята: 14.09.2020

▪ **Цель.** Аминокислоты как составная часть белков участвуют во всех физиологических процессах человеческого организма. В связи с тем, что растения являются доступным источником биологически активных веществ, существует необходимость изучения лекарственного растительного сырья, содержащего заменимые и незаменимые для человеческого организма аминокислоты.

Материалы и методы. Объектами исследования служили отмытые от следов грунта, воздушно-сухие корни одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), собранные на склонах г. Машук (Пятигорск) в апреле и сентябре 2018 г. Подготовку сырья для определения связанных форм аминокислот проводили методом гидролиза при нагревании. Информацию о составе и количестве аминокислот в анализируемых образцах корней одуванчика получали на системе капиллярного электрофореза «Капель-105». Полученные в результате исследования данные были проанализированы с помощью программного обеспечения МультиХром для Windows.

Результаты и обсуждение. В процессе исследования в корнях одуванчика обнаружено 13 свободных аминокислот, из которых 7 заменимых (α -аланин, глицин, серин, тирозин, глутаминовая кислота, аргинин, пролин) и 6 незаменимых аминокислот (валин, изолейцин, лейцин, метионин, треонин, β -фенилаланин). Среди связанных аминокислот обнаружено 8 заменимых (α -аланин, глицин, серин, тирозин, аргинин, пролин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты) и 6 незаменимых аминокислот (валин, изолейцин, лейцин, метионин, треонин, β -фенилаланин). Сумма свободных и связанных аминокислот в корнях одуванчика лекарственного, собранного в апреле, составляет около 1,4 % массы сырья и достигает 3,5 % в корнях, собранных в сентябре.

Заключение. Изучен качественный и количественный состав аминокислот корней одуванчика лекарственного, произрастающего на Северном Кавказе. Обнаруженные аминокислоты могут вносить определенный вклад в суммарный фармакологический эффект данного вида лекарственного растительного сырья.

▪ **Ключевые слова:** корни одуванчика лекарственного; аминокислоты; капиллярный электрофорез.

THE STUDY OF AMINO ACID COMPOSITION OF ROOTS OF DANDLION (*TARAXACUM OFFICINALE* F.H. WIGG.) GROWING IN THE NORTH CAUCASUS

A.O. Sushchenko, E.V. Kompantseva

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute — branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia

For citation: Sushchenko AO, Kompantseva EV. The study of amino acid composition of roots of dandelion (*Taraxacum officinale* F.H. Wigg.) growing in the North Caucasus. *Aspirantskiy Vestnik Povolzh'ya*. 2020;(5-6):184–190. DOI: <https://doi.org/10.17816/2072-2354.2020.20.3.184-190>

Received: 19.06.2020

Revised: 11.08.2020

Accepted: 14.09.2020

▪ **Aim.** Being an integral part of proteins, amino acids are involved in all physiological processes in the human body. Plants being an accessible source of biologically active substances, there is a need to study medicinal plant raw material containing amino acids that are interchangeable and essential for the human body.

Materials and methods. Air-dry roots of dandelion (*Taraxacum officinale* Wigg.) collected on the slopes of mount Mashuk (Pyatigorsk) in April and September 2018 were studied. They were cleared of traces of soil. To determine the

bound forms of amino acids the raw material was prepared by hydrolysis during heating. Data about the composition and amount of amino acids in the analyzed samples of dandelion roots were obtained by means of the system of capillary electrophoresis "Drops-105". Processing of the data was carried out with the use of the computer program Multichrom for Windows.

Results and discussion. 13 free amino acids were found in the roots of dandelion, of which 7 were nonessential (α -alanine, glycine, serine, tyrosine, glutamic acid, arginine, proline) and 6 were essential amino acids (valine, isoleucine, leucine, methionine, threonine, β -phenylalanine). Bound amino acids were found to include 8 nonessential amino acids (α -alanine, glycine, serine, tyrosine, arginine, Proline, glutamic and aspartic acid) and 6 essential ones (valine, isoleucine, leucine, methionine, threonine, β -phenylalanine). The amount of free and bound amino acids in the roots of dandelion collected in April is about 1.4% by weight of the raw material and reaches 3.5% in the roots collected in September.

Conclusion. The qualitative and quantitative composition of amino acids in dandelion roots growing in the North Caucasus has been studied. The detected amino acids make a certain contribution to the total pharmacological effect of this type of medicinal plant raw material.

■ **Keywords:** roots of dandelion; amino acids; capillary electrophoresis.

Введение

Организму необходимо около 20 различных аминокислот для поддержания здоровья и нормального функционирования. Классификация аминокислот основана или на их химической структуре, или на их способности синтезироваться в организме человека и животных [3]. Люди должны получать 9 из этих аминокислот, называемых незаменимыми аминокислотами, через пищу. Заменяемые же аминокислоты вырабатываются человеческим организмом либо из незаменимых аминокислот, либо из продуктов белковых распадов [1, 2].

Каждая аминокислота выполняет ряд специфических функций, участвуя в процессах связывания, транспорта и выведения из организма биологически активных форм азота, способствуя поддержанию азотистого баланса (глутаминовая и аспарагиновая кислоты), обладая иммуноактивными свойствами (глицин), стимулируя сердечную деятельность (метионин) [4]. α -Аланин участвует в сахарном и кислотном обмене веществ, а также повышает иммунитет и обеспечивает энергией головной мозг и центральную нервную систему, не говоря уже о мышечной ткани. Пролин является компонентом коллагена. Из коллагена же производятся прочные, эластичные ткани на поверхности шрамов; он является главным строительным материалом организма — кости, сухожилия, связки и кожа содержат коллаген. Кроме того, эта аминокислота помогает поддерживать и укреплять сердечную мышцу. Аргинин обладает антиатерогенными свойствами, ингибирует окисление липопротеидов низкой плотности. Лейцин необходим для построения и развития мышечной ткани, синтеза протеина организмом, для укрепления иммунной системы.

Аминокислота валин повышает мышечную координацию и понижает чувствительность организма к боли, холоду и жаре [5].

Актуальная задача современной фармацевтической науки — поиск растительных источников биологически активных веществ для создания на их основе препаратов различного фармакологического действия [6].

Наличие и количественное содержание аминокислот в растительном сырье определяют различными методами. Качественно аминокислоты можно определить по красно-фиолетовому окрашиванию при реакции со спиртовым раствором нингидрина 0,2 % [4]. Для предварительной оценки содержания аминокислот в надземной части живучки женеваской (*Ajuga genevensis* L.) использовали метод тонкослойной хроматографии, в надземной части различных видов герани (*Geranium pratense* L., *Geranium sylvaticum* L., *Geranium palustre*) — бумажную хроматографию. Проявителем при этом служил раствор нингидрина [4, 6].

Для количественной оценки состава аминокислот в лекарственном растительном сырье в литературе описаны методы высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и капиллярного электрофореза. Так, для определения аминокислот в корнях валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis* L.s.l.) использовали метод капиллярного электрофореза [12]. Количественное определение аминокислот в надземной части различных видов герани (*Geranium pratense* L., *Geranium sylvaticum* L., *Geranium palustre*) проводили методом ВЭЖХ с предварительной дериватизацией извлечений фенилизотионатом [6].

Для определения аминокислот в корнях голубики (*Vaccinium uliginosum* L.) и плодах вересковых (голубике болотной, *Vaccinium uliginosum* L.), чернике обыкновенной (*Vaccinium*

myrtillus L.), хамедафне прицветничковой (*Chamaedaphne calyculata* L.), а также в корнях валерианы лекарственной (*Valeriana officinalis* L.s.l.) использовали аминокислотный анализатор фирмы Hitachi (Япония) [10, 11, 13].

Исходя из данных ученых Болгарии, существует ряд вопросов по содержанию биологически активных веществ (БАВ) корней одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), проявляющих антиоксидантную активность, относительно сезона сбора сырья. Так, сырье, собранное весной, по их мнению, возможно, проявляет большую антиоксидантную активность, в связи с отличающимся качественным и количественным химическим составом БАВ [14].

Одуванчик лекарственный широко используется в медицинской практике поскольку обладает широким спектром БАВ и имеет достаточную ресурсоведческую базу. Несмотря на повсеместное распространение данного вида лекарственного сырья, информация об аминокислотном составе его практически отсутствует. По данным С.Н. Евстафьева, в корнях одуванчика лекарственного, произрастающего в Иркутской области, при экстракции 80 % этиловым спиртом, выход аминокислот составил 0,04 % [8]. В то же время, при исследовании химического состава корней одуванчика в Украине обнаружено 1,22 % аминокислот [7]. Несмотря на имеющиеся данные об аминокислотном составе растений, подобные сведения об одуванчике лекарственном, произрастающем на Северном Кавказе, отсутствуют. Следовательно, существует необходимость проведения подробного анализа аминокислотного состава данного вида лекарственного растительного сырья в зависимости от периода вегетации.

Цель исследования — определить качественный и количественный аминокислотный состав сырья «одуванчика лекарственного корни», произрастающего на Северном Кавказе, для выяснения возможности рассмотрения данного вида сырья в качестве источника заменимых и незаменимых аминокислот, а также сравнить колебания значений содержания аминокислот в зависимости сбора сырья от времени года.

Материалы и методы

Объектами исследования служили отмытые от грунта, воздушно-сухие корни одуванчика лекарственного, собранные у подножья г. Машук (Пятигорск) в апреле и сентябре 2018 г. Сырье выкапывали лопатами, отряхивали от грунта, срезали надземную часть.

Корни затем сразу отмывали в холодной воде и провяливали на воздухе несколько дней (до прекращения выделения млечного сока). Сушили под навесом с хорошей вентиляцией. Высушенное сырье измельчали при помощи дисковой дробилки. Непосредственно перед анализом сырье измельчали до размера частиц 0,5 мм вручную в ступке. Определение аминокислот проведено на оборудовании ЦКП «Приборно-аналитический» ФГБНУ СКФНЦ садоводства, виноградарства и виноделия, Краснодар.

Информацию о составе и количестве аминокислот в анализируемых образцах корней одуванчика получали на системе капиллярного электрофореза «Капель-105». Проведение анализа базируется на разделении ионов продуктов взаимодействия аминокислот с N-фенилтиокарбамил-производными. Регистрацию результатов разделения проводят при длине волны 254 нм [9].

Раствор ведущего электролита. В мерную колбу вместимостью 25 мл вносят 3 мл 0,2 М раствора гидрофосфата натрия и 0,75 мл 0,2 М дигидрофосфата натрия, доводят до метки 4,54 % раствором β-циклодекстрина и тщательно перемешивают. *Реакционный раствор.* 10 % водный раствор натрия карбоната. *Реактив для дериватизации аминокислот.* 16 % объемных фенилизотиоцианата в изопропиловом спирте [9].

Условия проведения методики:

- длина волны спектрофотометрического или фотометрического детектора — 254 нм;
- положительное напряжение 9–11 кВ;
- дозирование пробы — пневматическое при 30 мБар в течение 5 с при напряжении 0 кВ;
- время анализа до 40 мин;
- рекомендуется термостатирование капилляра при температуре 20 °С.

Градуировка прибора и подготовка градуировочных смесей для анализа были проведены по методике, описанной в статье [9].

Пробоподготовка сырья. Для определения свободных форм аминокислот навеску сырья (1,000 г), измельченного до размера частиц 0,5 мм, помещали в колбу из термостойкого стекла, добавляли в качестве экстрагента 25 мл спирта этилового 40 %. Готовили извлечение методом 3-кратной мацерации при соотношении сырья и экстрагента 1 : 25 при комнатной температуре в течение 48 ч.

Для анализа образцов на содержание суммы свободных и связанных аминокислот проводили предварительное измельчение сырья ручной растиркой, затем проводили кислотный гидролиз. Сухое сырье, измельченное до размера частиц 0,5 мм в количестве 0,100 г,

помещали в стеклянный сосуд с завинчивающейся крышкой, вносили 10 мл 20 % раствора кислоты хлористоводородной и нагревали при температуре 105 °С в течение 16 ч. 0,10 мл гидролизата помещали в микробюкс объемом 5 мл и подсушивали в естественных условиях в вытяжном шкафу.

Затем к сухому содержимому микробюкса прибавляли 0,1 мл 10 % водного раствора карбоната натрия и 0,3 мл раствора фенилизотиоцианата в изопропиловом спирте. После перемешивания раствор выдерживали 35 мин при температуре 22–25 °С. После этого содержимое сушили досуха в потоке теплого воздуха (либо в естественных условиях), добавляли 1,0 мл дистиллированной воды, тщательно перемешивали, переносили

в пробирку Эппендорфа объемом 1,5 мл, центрифугировали при 6000 об⁻¹ в течение 5 мин, помещали в систему капиллярного электрофореза и проводили анализ. Анализируемую пробу дозировали в прибор не менее двух раз и регистрировали электрофореграммы для каждого ввода. Условия регистрации электрофореграмм проб соответствовали условиям регистрации электрофореграмм градуировочных растворов.

Результаты и обсуждения

Наличие и количественное содержание свободных аминокислот в исследуемых образцах корней одуванчика лекарственного представлены в табл. 1.

Таблица 1 / Table 1

Состав свободных аминокислот корней одуванчика лекарственного The composition of the free amino acids in the roots of dandelion

| Наименование | Апрель | | Сентябрь | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | Относительное содержание в сумме, % | Содержание в сухом сырье, % | Относительное содержание в сумме, % | Содержание в сухом сырье, % |
| Моноаминомонокарбоновые кислоты | | | | |
| α-Аланин | 1,04 | 0,0021 | 19,31 | 0,1536 |
| Валин* | 1,73 | 0,0036 | 9,10 | 0,0724 |
| Глицин | 2,12 | 0,0044 | 2,10 | 0,0167 |
| Изолейцин* | 0,15 | 0,0003 | 0,73 | 0,0058 |
| Лейцин* | 2,17 | 0,0045 | 1,05 | 0,0084 |
| Метионин* | 1,51 | 0,0031 | 0,80 | 0,0064 |
| Серин | 1,80 | 0,0037 | 3,36 | 0,0267 |
| Тирозин | 0,58 | 0,0012 | 0,85 | 0,0068 |
| Треонин* | 2,52 | 0,0052 | 4,70 | 0,0371 |
| β-Фенилаланин* | 0,21 | 0,0004 | 0,47 | 0,0037 |
| Сумма | 13,83 | 0,0285 | 42,43 | 0,3376 |
| Моноаминодикарбоновые кислоты | | | | |
| Глютаминовая | – | – | 1,62 | 0,0129 |
| Диаминомонокарбоновые кислоты | | | | |
| Аргинин | 1,25 | 0,0026 | 1,72 | 0,0137 |
| Гетероциклические кислоты | | | | |
| Пролин | 84,94 | 0,177 | 54,22 | 0,4314 |
| Сумма | 84,94 | 0,177 | 54,22 | 0,4314 |
| Сумма незаменимых аминокислот, % | 8,22 | 0,017 | 16,85 | 0,2117 |
| Общая сумма аминокислот, % | 100 | 0,208 | 100 | 0,7956 |

* незаменимые аминокислоты.

* essential amino acids.

В корнях одуванчика лекарственного идентифицировано 13 свободных аминокислот, из которых 7 заменимых (α -аланин, глицин, серин, тирозин, глутаминовая кислота, аргинин, пролин) и 6 незаменимых аминокислот (валин, изолейцин, лейцин, метионин, треонин, β -фенилаланин). Содержание аминокислот в корнях, собранных в осенний период, практически в четыре раза превышает содержание в весенних, и составляет 0,8 и 0,2 % в пересчете на сухое сырье соответственно. В сырье найдены 10 моноаминокарбоновых кислот (α -аланин, валин, изолейцин, глицин, лейцин, метионин, серин, тирозин, треонин), 1 диаминомонокарбоновая кислота (аргинин),

1 гетероциклическая кислота (пролин), кроме того в осеннем сырье обнаружено небольшое количество кислоты глутаминовой (относительное содержание 1,62 %). Относительное количество незаменимых свободных аминокислот составляет около 17 %. Наибольшее количество из найденных аминокислот приходится на гетероциклическую аминокислоту пролин, содержание которой в корнях, собранных в апреле, достигает 85 % общей суммы аминокислот.

В табл. 2 представлены результаты определения содержания связанных аминокислот и свободных аминокислот после проведенного гидролиза.

Таблица 2 / Table 2

Состав свободных и связанных аминокислот корней одуванчика лекарственного (после гидролиза)
Composition of free and bound amino acids in dandelion roots (after hydrolysis)

| Наименование | Апрель | | Сентябрь | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | Относительное содержание в сумме, % | Содержание в сухом сырье, % | Относительное содержание в сумме, % | Содержание в сухом сырье, % |
| Моноаминомонокарбоновые кислоты | | | | |
| Аланин | 10,74 | 0,1553 | 7,26 | 0,2545 |
| Валин* | 2,84 | 0,0410 | 7,21 | 0,2527 |
| Глицин | 0,32 | 0,0046 | 10,36 | 0,3630 |
| Изолейцин* | – | – | 0,24 | 0,0086 |
| Лейцин* | 4,27 | 0,0618 | 3,66 | 0,1285 |
| Метионин* | 9,41 | 0,1361 | 2,98 | 0,1044 |
| Серин | 18,39 | 0,2661 | 10,69 | 0,3747 |
| Тирозин | – | – | 0,08 | 0,0028 |
| Треонин* | 10,91 | 0,1578 | 5,99 | 0,2099 |
| Фенилаланин* | 0,66 | 0,0095 | 0,16 | 0,0054 |
| Сумма | 57,54 | 0,8332 | 48,63 | 0,1705 |
| Моноаминодикарбоновые кислоты | | | | |
| Аспарагиновая | – | – | 0,52 | 0,0181 |
| Глутаминовая | – | – | 0,69 | 0,0241 |
| Сумма | – | – | 1,21 | 0,0422 |
| Диаминомонокарбоновые кислоты | | | | |
| Аргинин | – | – | 9,40 | 0,3295 |
| Гетероциклические кислоты | | | | |
| Пролин | 42,46 | 0,6143 | 40,77 | 1,4290 |
| Сумма | 42,46 | 0,6143 | 40,77 | 1,4290 |
| Сумма незаменимых аминокислот, % | 28,09 | 0,4062 | 20,24 | 2,7960 |
| Общая сумма аминокислот, % | 100 | 1,4465 | 100 | 3,5052 |

* незаменимые аминокислоты.

* essential amino acids.

В образцах корней одуванчика найдено 14 наименований в сумме свободных и связанных аминокислот, из которых 8 заменимых, отличающихся от свободных аминокислот наличием следов аспарагиновой кислоты. После гидролиза найдены те же незаменимые аминокислоты, которые представлены в табл. 1. Относительное количество незаменимых связанных и свободных аминокислот достигает 28 % в весеннем сырье, а в осеннем — 20 % суммы аминокислот. Содержание связанных форм аминокислот в корнях, собранных в осенний период, превышает содержание в весенних в 2,4 раза и составляет 3,5 и 1,4 % в пересчете на сухое сырье соответственно. Наибольшее количество из найденных аминокислот приходится на гетероциклическую аминокислоту пролин, содержание которой в корнях составляет около 40 % независимо от сезона. В значимых количествах, относительно общего содержания аминокислот в сырье, найдены такие аминокислоты, как глицин, серин, аргинин, α -аланин, валин, треонин, лейцин и метионин. Такие аминокислоты, как изолейцин, тирозин, β -фенилаланин, аспарагиновая и глютаминовая кислоты обнаружены в сырье в минорных количествах.

Несмотря на то, что в целом в весеннем сырье содержание аминокислот ниже, есть такие аминокислоты, количество которых превосходит. Так, аланин, лейцин, метионин, серин, треонин, фенилаланин, пролин обнаруживаются в большем количестве в весенних корнях, а валин, глицина больше в корнях, собранных в сентябре. Такие аминокислоты, как изолейцин, тирозин, аргинин, аспарагиновая и глютаминовая кислоты по данным испытания после проведенного гидролиза в весеннем сырье вовсе отсутствовали или находились в незначительных количествах.

Результаты проведенных исследований сопоставимы с ранее проведенными исследованиями химического состава и количества аминокислот, проведенными в Украине [7]. При этом доминирующими кислотами также являются пролин, аргинин и серин.

Заключение

Изучен качественный и количественный состав аминокислот корней одуванчика лекарственного, произрастающего на Северном Кавказе. Найдено 14 аминокислот. Установлено, что содержание аминокислот в корнях одуванчика в целом выше в сырье, собранном в сентябре. Максимальное содержание аминокислот обнаруживается в корнях, собранных осенью, при проведении методики

с предварительным гидролизом сырья и достигает 3,5 %. Обнаруженные аминокислоты могут вносить определенный вклад в суммарный фармакологический эффект данного вида лекарственного растительного сырья.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Санникова Е.Г. Изучение аминокислотного состава и некоторых числовых показателей побегов ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. – Пятигорск, 2015. – С. 186–189. [Sannikova EG. Study of the amino acid composition and some numerical indicators of willow shoots of the three-plant (*Salix triandra* L.). *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii*. Pyatigorsk; 2015. P. 186–189. (In Russ.)]
2. Санникова Е.Г., Агузарова З.З. Количественное определения суммы свободных аминокислот в побегах ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L.) // Беликовские чтения: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Пятигорск, 6–7 декабря 2016 г. – Пятигорск, 2017. – С. 230–232. [Sannikova EG, Aguzarova ZZ. Quantitative determination of the amount of free amino acids in the willow shoots of the *Salix triandra* L.). *Belikovskiy chteniya: materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Pyatigorsk, December 6-7, 2016. Pyatigorsk; 2017. P. 230–232. (In Russ.)]
3. Майстер А. Биохимия аминокислот / пер. с англ. Г.Я. Виленкиной; под ред. А.Е. Браунштейна. – М., 1961. [Mayster A. *Biokhimiya aminokislot*: per. s angl. A.Y. Vilenkinoi. Ed. by A.Y. Braunshteyn. Moscow; 1961. (In Russ.)]
4. Лозовицкая-Щербинина Е.Ф. Изучение аминокислотного состава надземной части живучки жеванской, произрастающей на Северном Кавказе // Разработка, исследование и маркетинговой фармацевтической продукции. – Пятигорск, 2012. – С. 68–70. [Lozovitskaya-Shcherbinina EF. Study of the amino acid composition of the aerial part of the Geneva *zhivuchkagrowing* in the North Caucasus. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii*. Pyatigorsk; 2012. P. 68–70. (In Russ.)]
5. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов: монография в 2 т. / А.О. Сырвая, Л.Г. Шаповал, В.А. Макаров и др. – Харьков, 2015. – 268 с. [Aminokisloty glazami khimikov, farmatsevtov, biologov. Authors: A.O. Syrovaya, L.G. Shapoval, V.A. Makarov, et al. Khar'kov; 2015. 268 p. (In Russ.)]
6. Разаренова К.Н., Захарова А.М., Протасова И.Д., Жохова Е.В. Аминокислотный состав надземной части *Geranium pratense* L., *Geranium sylvaticum* L., *Geranium palustre* L. // Бултеровские сообщения. –

2012. – Т. 31. – № 8. – С. 73–78. [Razarenova KN, Zakharova AM, Protasova ID, Zhokhova YeV. Amino acid composition of the aerial part of *Geranium pratense* L., *Geranium sylvaticum* L., *Geranium palustre* L. *Butlerov Communications*. 2012;31(8);73–78. (In Russ.)]
7. Цуркан О.О., Ковальчук Т.В., Гудзенко А.В. Визначення амінокислот врослини сировини звикористанням методу ВЕРХ // Вісник Вінницького національного медичного університету. – 2007. – № 11(2/2). – С. 815. [Tsurkan OO, Kovalchuk TV, Gudzenko AV. Vznachennya of aminokislot in roslinn_ysirovin_ from vikristannya to the TOP method. *Bulletin of the Vinnitsa National Medical University*. 2007;11(2/2);815.(In Russ.)]
 8. Евстафьев С.Н., Тигунцева Н.П. Биологически активные вещества одуванчика лекарственного *Taraxacum officinale* Wigg. (обзор) // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2014. – № 1(6). – С. 18–29. [Evstafev SN, Tiguntseva NP. Biologically active substances dandelion medicinal *Taraxacum officinale* Wigg. (Review). *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*. 2014;1(6):18–29. (In Russ.)]
 9. Якуба Ю.Ф., Сула Р.А., Ушакова Я.В., Филимонов М.В. Методические подходы к определению различных форм азота в сырье // Плодоводство и виноградоводство Юга России. – 2013. – № 24(6). – С. 38–50. [Yakuba YuF, Sula RA, Ushakova IV, Filimonov MV. Methodical approaches to the determination of various forms of nitrogen in raw materials. *Plodovodstvo i vinogradovodstvo Yuga Rossii*. 2013;(24):38–50. (In Russ.)]
 10. Таланов А.А., Тяпова Е.А., Фурса Н.С. Определение аминокислотного состава различных органов голубики // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. – 2010. – С. 128–129. [Talanov AA, Tyapova EA, Fursa NS. Determination of the amino acid composition of various organs of blueberry. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii*. 2010:128–129. (In Russ.)]
 11. Горькова А.С., Мишанина А.Н., Таланов А.А. и др. Анализ аминокислотного состава плодов 4 видов вересковых // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. – 2014. – С. 24–25. [Gorkova AS, Mishanina AN, Talanov AA, et al. Analysis of the amino acid composition of the fruits of 4 species of heather. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii*. 2014:24–25.(In Russ.)]
 12. Фурса Н.С., Колосова О.А., Коренская И.М. Изучение аминокислотного состава подземных и надземных органов валерианы волжской и валерианы сомнительной, произрастающих в Воронежской области // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – № 3. – С. 135–139. [Fursa NS, Kolosova OA, Korenskaya IM. The study of the amino acid composition of the underground and above-ground organs of Volga valerian and valerian of dubious growing in the Voronezh region. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*. 2015;(3):135–139. (In Russ.)]
 13. Караванова Е.Н., Шкороботко П.Ю., Доля В.С., Фурса Н.С. Сравнительное определение аминокислот в различных органах валерианы лекарственной // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. – 2011. – С. 105–106. [Karavanova EN, Shkorobotko PYu, Dole VS, Fursa NS. Comparative definition of amino acids in various organs of drug valerian. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii*. 2011:105–106. (In Russ.)]
 14. Petkova N, Ivanov I, Topchiev S, Denev P, Pavlov A. Biologically active substances and in vitro antioxidant activity of different extracts from dandelion (*Taraxacum officinale*) roots. *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*. 2015;19:190–197. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2500.6563>.

■ **Информация об авторах**

Анастасия Олеговна Сущенко — аспирант кафедры фармацевтической и токсикологической химии. Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Пятигорск. E-mail: sushhenko88@mail.ru.

Евгения Владимировна Компанцева — доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтической и токсикологической химии. Пятигорский медико-фармацевтический институт — филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, Пятигорск. E-mail: dskompanceva@mail.ru.

■ **Information about the authors**

Anastasia O. Suschenko — Postgraduate student, Department of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry. Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute — branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia. E-mail: sushhenko88@mail.ru.

Evgenia V. Kompantseva — Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Department of Pharmaceutical and Toxicological Chemistry. Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute — branch of the Volgograd State Medical University, Pyatigorsk, Russia. E-mail: dskompanceva@mail.ru.