

2. Определение показателей подлинности и доброкачественности травы ярутки полевой / К.А. Пупыкина, Т.Д. Даргаева, А.А. Маркарян, Е.Ф. Королева // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. – 2024. – № 1(43). – С. 41-48.
3. Пупыкина, К.А. Фитохимическое изучение ярутки полевой (*Thlaspi arvense* L.) / К.А. Пупыкина, Е. Ф. Королева // Сборник трудов 9-й Международной научно-методической конференции «Фармобразование-2023». – Воронеж: Издательский дом Воронежского государственного университета, 2023. – С. 360-364.
4. Королева, Е.Ф. Микроэлементный состав травы ярутки полевой (*Thlaspi arvense* L.) различных мест произрастания / Е.Ф. Королева, К.А. Пупыкина, И. В. Михайлова // Башкирский химический журнал. – 2023. – Т. 30, № 3. – С. 127-129.
5. Андриянчиков А.В. Изучение фармакологической эффективности густых экстрактов Ярутки полевой и Эспарцета песчаного на модели доброкачественной гиперплазии предстательной железы у крыс / А.В. Андриянчиков // ScienceRise. – 2015. – № 4. – С. 46-51.
6. Способ получения растительного средства из травы ярутки полевой, обладающего антиоксидантной, противовоспалительной, антикоагуляционной и антиагрегационной активностью: патент № 2834024 Рос. Федерация; заявл. 29.07.2024; опубл. 03.02.2025. Бюл. № 4. 11 с.
7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 7 июня 2023 г. № 1495-р «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/HqCzKkoTf7fzVdKSYbhNiZHzWTEAAQ3p.pdf>
8. Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. ОФС.1.1.0011, ОФС.1.5.3.0006, ОФС.1.1.0013.15 [Электронный ресурс] // Федеральная электронная медицинская библиотека. 2023. URL: <http://www.femb.ru> (дата обращения: 03.03.2024).

REFERENCES

1. Koroleva, E.F. Farmakognosticheskoe issledovanie jarutki polevoj (*Thlaspi arvense* L.) (Pharmacognostic study of *Thlaspi arvense* L.): avtoref. dis. ... kand.farm.nauk. Samara, 2024:25. (in Russ)
2. Pupykina K.A., Dargaeva T.D., Markaryan A.A., Koroleva E.F. Determination of indicators of authenticity and goodness of herba of *Thlaspi arvense* L. Issues of quality assurance of medicines. 2024;1(43):41-48 (in Russ).
3. Pupykina, K.A., Koroleva E.F. Fitohimicheskoe izuchenie jarutki polevoj (*Thlaspi arvense* L.) (Phytochemical study of field yarrow (*Thlaspi arvense* L.)). Sbornik trudov 9-oj Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoy konferencii «Farmobrazovanie-2023».Voronezh: Izdatel'skij dom Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta, 2023:360 – 364.(in Russ).
4. Koroleva, E.F., Pupykina K.A., Mikhailova I.V. Microelement composition of grass of *Thlaspi arvense* L. in various places of growth. Bashkir Chemical Journal. 2023;30(3):127-129 (in Russ).
5. Andriyanichkov A.V. Study of the pharmacological efficacy of thick extracts of field yarrow and sandy esparcet on a model of benign prostatic hyperplasia in rats. ScienceRise. 2015;4:46-51 (in Russ).
6. Sposob polucheniya rastitel'nogo sredstva iz travy jarutki polevoj, obladajushhego antioksidantnoj, protivovospalitel'noj, antikoaguljacionnoj i antiagregacionnoj aktivnost'ju (A method for obtaining a herbal remedy from field yarut grass with antioxidant, anti-inflammatory, anticoagulation and antiaggregation activity): patent № 2834024 Ros. Federacija; zajavl. 29.07.2024; opubl. 03.02.2025. Bjul. № 4:11. (in Russ).
7. Rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 7 ijunja 2023 g. № 1495-r «Ob utverzhenii Strategii razvitija farmacevticheskoy promyshlennosti Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda» (Order of the Government of the Russian Federation of June 7, 2023 № 1495-r «On the adoption of the Strategy for the development of the pharmaceutical industry of the Russian Federation for the period up to 2030») [Electronic resource]. URL:<http://static.government.ru/media/files/HqCzKkoTf7fzVdKSYbhNiZHzWTEAAQ3p.pdf>
8. Gosudarstvennaja farmakopeja Rossijskoj Federacii XV izd. (The State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XIV ed.). GPA.1.1.0011, GPA.1.5.3.0006, GPA.1.1.0013.15 [Electronic resource]. Federal Electronic Medical Library. 2023. URL: <http://www.femb.ru> (date of reference: 03/03/24). (in Russ)

УДК 547.466:582.942(470.638)

© С.Л. Аджаихметова, А.В. Ивченко, Э.Т. Оганесян, 2025

С.Л. Аджаихметова, А.В. Ивченко, Э.Т. Оганесян

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА АМИНОКИСЛОТ ПОВИЛИКИ ПОЛЕВОЙ (*CUSCUTA CAMPESTRIS* YUNCK.)

Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Пятигорск

К стеблевым паразитам относится повилка полевая (*Cuscuta campestris* Yunck.). Целью данной работы явилось изучение качественного и количественного состава свободных аминокислот *C. campestris*, собранной с разных растений-хозяев.

Материал и методы. Свободные аминокислоты идентифицировали методом восходящей бумажной хроматографии с использованием растворов стандартных образцов. Для количественного определения суммы свободных аминокислот применяли спектрофотометрический метод анализа с нингидрином в пересчете на кислоту глутаминовую.

Результаты. Количественное содержание суммы аминокислот в водных извлечениях *Cuscuta – Beta*, *Cuscuta – Alhagi* и *Cuscuta – Leucanthemum* составляет 2,25±0,08%; 4,21±0,11% и 2,54±0,09% соответственно. Обнаружено, что в стеблях повилки содержание аминокислот выше, чем в растениях-хозяевах: для *Cuscuta – Beta* в 1,58 раза; *Cuscuta – Alhagi* в 1,84 раза; *Cuscuta – Leucanthemum* в 1,83 раза.

Ключевые слова: повилка, аминокислоты, качественный анализ, количественный анализ.

S.L. Adzhiakhmetova, A.V. Ivchenko, E.T. Oganesyanyan

DETERMINATION OF THE QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF AMINO ACIDS IN *CUSCUTA CAMPESTRIS* YUNCK.

Stem parasites include field *Cuscuta campestris* Yunck. The purpose of this work was to study the qualitative and quantitative composition of free amino acids in *C. campestris* collected from different host plants.

Material and methods. Free amino acids were identified by ascending paper chromatography using standard sample solutions. To quantify the amount of free amino acids, a spectrophotometric analysis method with ninhydrin was used in terms of glutamic acid.

Results. The quantitative content of the sum of amino acids in aqueous extracts of *Cuscuta — Beta*, *Cuscuta — Alhagi* and *Cuscuta — Leucanthemum* is $2,25 \pm 0,08\%$; $4,21 \pm 0,11\%$ and $2,54 \pm 0,09\%$, respectively. It was found that the content of amino acids in dodder stems is higher than in host plants: for *Cuscuta — Beta* by 1.58 times; *Cuscuta — Alhagi* 1.84 times; *Cuscuta — Leucanthemum* 1.83 times.

Key words: *Cuscuta*, amino acids, qualitative analysis, quantitative analysis.

Белки обладают антиоксидантными свойствами, поскольку они способны ингибировать окисление липидов несколькими путями, включая инактивацию активных форм кислорода, удаление свободных радикалов, хелатирование прооксидативных переходных металлов, восстановление гидропероксидов и изменение физических свойств пищевых систем [1].

Ферментативный гидролиз белков приводит к образованию низкомолекулярных пептидов и гидрофобных аминокислот, обладающих антиоксидантной активностью, которая напрямую связана с аминокислотным составом и молекулярной массой [2].

К стеблевым паразитам относится повилика полевая (*Cuscuta campestris* Yunck.), которая прорастает из семян, находящихся в почве. Молодые побеги обвивают растение-хозяина и с помощью гаусторий проникают в его тело, высасывают питательные вещества и воду [3].

Для количественного определения суммы свободных аминокислот применяют спектрофотометрический метод анализа с нингидрином [4,5].

В фармации перспективным направлением является оптимизация условий повышения выхода аминокислот из объектов природного происхождения [6].

Целью данной работы явилось изучение качественного и количественного состава свободных аминокислот *C. campestris*, собранной с разных растений-хозяев.

Материал и методы

Объект исследования: повилика полевая (*Cuscuta campestris* Yunck.), произрастающая на верблюжьей колочке обыкновенной (*Alhagi pseudalhagi* (M.Bieb.) Desv.) (*Cuscuta — Alhagi*), свекле обыкновенной (*Beta vulgaris* L.) (*Cuscuta — Beta*), нивянике обыкновенном (*Leucanthemum vulgare* Lam.) (*Cuscuta — Leucanthemum*), которая была собрана в окрестностях с. Новкус-Артезиан Нефтекумского района Ставропольского края 11.07.23 г.

Качественное определение аминокислот. Наличие аминокислот определяли в водных извлечениях из анализируемых объектов (1:10) [7].

Свободные аминокислоты идентифицировали методом восходящей бумажной хроматографии с использованием растворов стан-

дартных образцов (СО). В качестве неподвижной фазы использовалась хроматографическая бумага марки MUNKTELL Chrom – PaperSheetsGrade. FN-7 (размер 14×28 см).

Подвижная фаза: *n*-бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:5) и ацетон – вода (3:2). В качестве реагента для обнаружения зон адсорбции аминокислот использовали 0,2% раствор нингидрина в этаноле [8].

Количественное определение свободных аминокислот. Согласно ранее полученным данным комплекс раствора СО глутаминовой кислоты с нингидрином имеет максимум поглощения при длине волны 568 ± 1 нм, а комплекс водных извлечений анализируемых образцов с нингидрином имеет максимум поглощения при той же длине волны [8].

Содержание суммы аминокислот в сырье в процентах (X) в пересчете на кислоту глутаминовую рассчитывали по формуле:

$$X\% = \frac{A_x \cdot W_x' \cdot W_x'' \cdot a_0 \cdot V_{a_0} \cdot 100 \cdot P}{a_x \cdot V_{ax} \cdot A_0 \cdot W_0' \cdot W_0'' \cdot (100 - W)}, \text{ где}$$

A_x – оптическая плотность исследуемого раствора; A_0 – оптическая плотность СО кислоты глутаминовой; a_x – масса сырья, г; a_0 – навеска СО кислоты глутаминовой, г; W_x , W_0 и V_{ax} , V_{a_0} – объемы мерных колб и аликвот, мл; W – влажность, %; P – концентрация кислоты глутаминовой в СО – 99%.

Количественное определение суммы аминокислот после кислотного гидролиза кислотой хлороводородной проводили в водном извлечении спектрофотометрическим методом, представленным в работе Гумерова Т.Ю. с соавт. [6].

Результаты и обсуждение

Качественное определение аминокислот. Появление сине-фиолетового окрашивания в присутствии 0,2% спиртового раствора нингидрина при нагревании указывает на наличие свободных аминокислот.

Лучшее хроматографическое разделение аминокислот достигается при использовании системы элюентов *n*-бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:5) (табл. 1).

При подготовке образцов мы проводили их очистку добавлением 95% спирта этилового с последующим отстаиванием и центрифугированием [5,7].

Объекты: водные извлечения	Система элюентов: н-бутанол –уксусная кислота – вода (4:1:5)		Идентифицированные СО аминокислоты	Окраска в видимом свете зон адсорбции при обработке нингидрином
	Значение факторов удерживания (n=3) ($\pm 0,02$)			
<i>Cuscuta – Alhagi</i>	0,15	0,16	аланин аспарагиновая кислота глутаминовая кислота пролин валин фенилаланин	темно-фиолетовая темно-розовая розово-фиолетовая желтая розово-фиолетовая розовая
	0,19	0,20		
	0,25	0,25		
	0,40	0,38		
	0,52	0,52		
<i>Cuscuta – Beta</i>	0,63	0,61	аланин аспарагиновая кислота глутаминовая кислота пролин фенилаланин	темно-фиолетовая темно-розовая розово-фиолетовая желтая розовая
	0,17	0,16		
	0,22	0,20		
	0,27	0,25		
	0,40	0,38		
<i>Cuscuta – Leucanthemum</i>	0,60	0,61	аланин аспарагиновая кислота глутаминовая кислота пролин	темно-фиолетовая темно-розовая розово-фиолетовая желтая
	0,17	0,16		
	0,22	0,20		
	0,27	0,25		
	0,40	0,38		

В анализируемых извлечениях было обнаружено от 4 до 6 зон адсорбции. В извлечениях *Cuscuta – Beta*, *Cuscuta – Leucanthemum* обнаружены размытые зоны адсорбции, поэтому хроматографический анализ не дает полномасштабного представления об аминокислотном составе. При сравнении экспериментальных факторов удерживания водного извлечения *Cuscuta – Alhagi* с относительными факторами удерживания СО идентифицированы: аланин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, пролин, валин и фенилаланин.

Количественное определение свободных аминокислот. Нами предварительно подтверждено, что продукты реакции α -

аминокислот с 0,2% водным раствором нингидрина характеризуются наибольшей стабильностью во времени, чем со спиртовым раствором (табл. 2).

Содержание свободных аминокислот в извлечениях из анализируемых объектов в пересчете на кислоту глутаминовую представлено в табл. 3, а УФ-спектры поглощения комплексов водных извлечений с 0,2% водным раствором нингидрина – на рис. 1.

Обнаружено, что в стеблях повилики содержание аминокислот выше, чем в растениях-хозяевах: для *Cuscuta–Beta* в 1,58 раза; *Cuscuta – Alhagi* в 1,84 раза; *Cuscuta – Leucanthemum* в 1,83 раза.

Таблица 2

Объект: водные извлечения	Количественное содержание суммы свободных аминокислот		
	Раствор нингидрина	Содержание суммы свободных аминокислот, % (n=6)	Метрологические характеристики
<i>Cuscuta – Beta</i>	0,2% водный	$\bar{X} = 2,04 \pm 0,05$	S = 0,0481, $\bar{S} = 0,0197$, $\epsilon = 2,48\%$
	0,2% спиртовой	$\bar{X} = 2,25 \pm 0,08$	S = 0,0809, $\bar{S} = 0,0330$, $\epsilon = 3,78\%$

Таблица 3

Объект: водные извлечения	Количественное содержание суммы свободных аминокислот	
	Содержание суммы свободных аминокислот, % (n=6)	Метрологические характеристики
<i>Cuscuta–Beta</i>	$\bar{X} = 2,25 \pm 0,08$	S = 0,0809, $\bar{S} = 0,0330$, $\epsilon = 3,78\%$
<i>Beta vulgaris</i>	$\bar{X} = 1,42 \pm 0,04$	S = 0,0408, $\bar{S} = 0,0167$, $\epsilon = 3,02\%$
<i>Cuscuta– Alhagi</i>	$\bar{X} = 4,21 \pm 0,11$	S = 0,1019, $\bar{S} = 0,0416$, $\epsilon = 2,54\%$
<i>Alhagi pseudalhagi</i>	$\bar{X} = 2,29 \pm 0,08$	S = 0,0731, $\bar{S} = 0,0299$, $\epsilon = 3,36\%$
<i>Cuscuta– Leucanthemum</i>	$\bar{X} = 2,54 \pm 0,09$	S = 0,0927, $\bar{S} = 0,0379$, $\epsilon = 3,83\%$
<i>Leucanthemum vulgare</i>	$\bar{X} = 1,39 \pm 0,06$	S = 0,0546, $\bar{S} = 0,0223$, $\epsilon = 4,11\%$

Количественное определение суммы аминокислот после кислотного гидролиза кислотой хлороводородной. Разработанный метод кислотного гидролиза [6] не связан с использованием дорогого оборудования. Он прост в исполнении и обладает относительно небольшой продолжительностью во времени.

Нами изучено влияние продолжительности гидролиза на выход суммы аминокислот (табл. 4, рис. 2).

Кислотный гидролиз проводили 1М раствором кислоты хлороводородной в интервале времени от 1 до 6 часов.

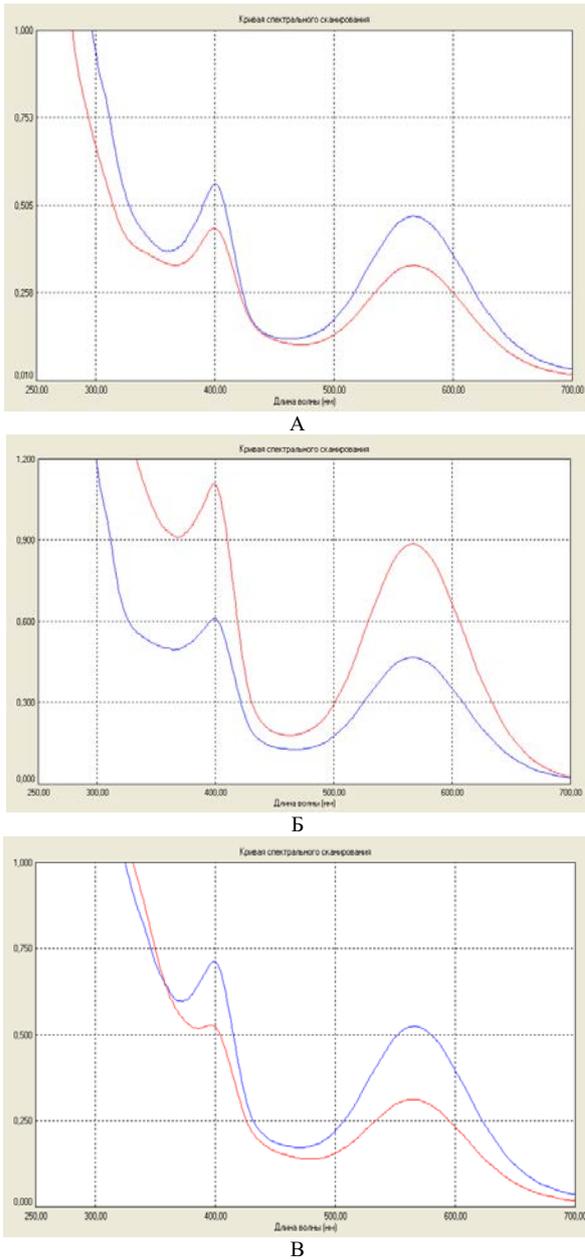


Рис. 1. УФ-спектры поглощения комплексов водных извлечений с 0,2% водным раствором нингидрина: А – *Cuscuta – Beta* (синий), *Beta vulgaris* (красный); Б – *Cuscuta – Alhagi* (красный), *Alhagipseud alhagi*(синий); В – *Cuscuta – Leucantheum* (синий), *Leucantheum vulgare* (красный).

Таблица 4

Влияние кислотного гидролиза на выход суммы аминокислот из стеблей *Cuscuta*

Объект: водные извлечения	<i>Cuscuta – Beta</i>	<i>Cuscuta – Alhagi</i>	<i>Cuscuta – Leucantheum</i>
Продолжительность гидролиза, ч	Содержание суммы аминокислот, %		
1	5,54	4,70	3,71
2	5,85	5,38	4,65
3	6,26	6,02	4,89
4	7,13	6,21	4,93
6	9,55	6,74	6,26

Установлено, что наибольший выход суммы аминокислот в пересчете на кислоту глутаминовую наблюдается при продолжительности гидролиза в течение 6 часов. На нейтрализацию полученных извлечений израсходовано 2,20 г. натрия гидрокарбоната для

извлечений *Cuscuta – Beta*; 3,40 г. – для извлечений *Cuscuta – Alhagi*; 3,15 г. – для извлечений *Cuscuta – Leucantheum*.

Обнаружено, что в повиликке в зависимости от растений-хозяев содержание свободных аминокислот после гидролиза варьирует от 6,26% до 9,55%.

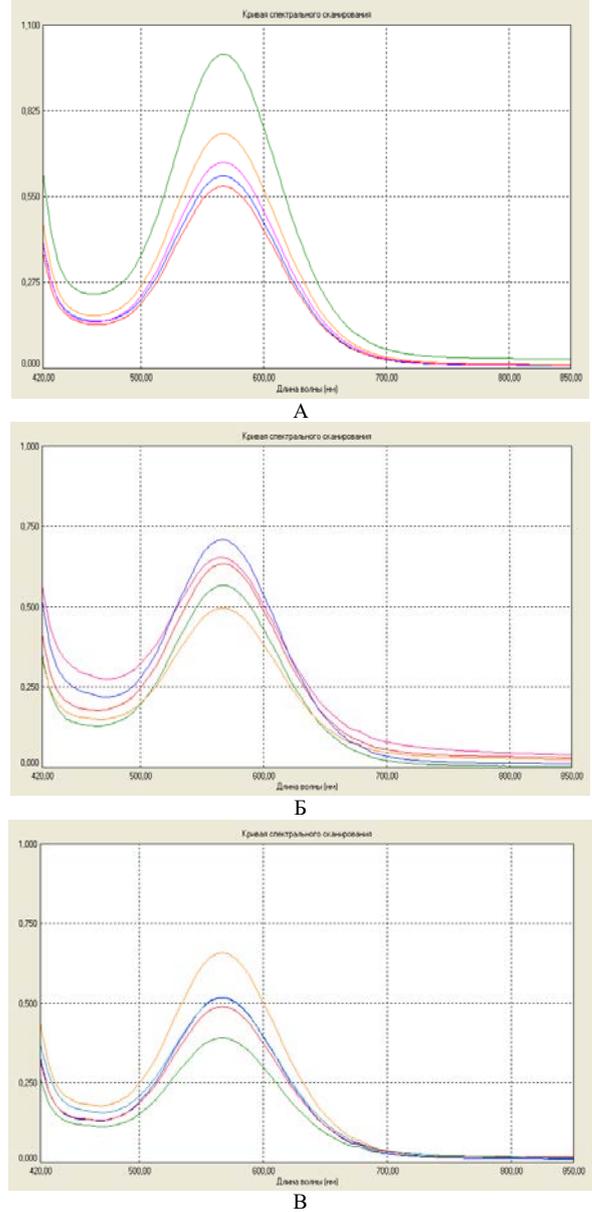


Рис. 2. УФ-спектры поглощения комплексов водных извлечений после гидролиза во времени: А – *Cuscuta – Beta*; Б – *Cuscuta – Alhagi*; В – *Cuscuta – Leucantheum* с 0,2% водным раствором нингидрина.

Выводы

При сравнении экспериментальных факторов удерживания водного извлечения *Cuscuta – Alhagi* с относительными факторами удерживания СО идентифицированы: аланин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты, пролин, валин и фенилаланин.

В ходе эксперимента подобраны оптимальные условия методики спектрофотометрического определения суммы аминокислот в стеблях *C.*

campestris в пересчете на кислоту глутаминовую по реакции с нингидрином. Количественное содержание суммы аминокислот в водных извлечениях *Cuscuta – Beta*, *Cuscuta – Alhagi* и *Cuscuta – Leucanthemum* составляет $2,25 \pm 0,08\%$; $4,21 \pm 0,11\%$ и $2,54 \pm 0,09\%$ соответственно.

Изучено влияние кислотного гидролиза на выход суммы аминокислот из стеблей *Cuscuta*. Установлено, что наибольший выход суммы аминокислот в пересчете на кислоту глутаминовую наблюдается при продолжительности гидролиза в течение 6 часов.

Сведения об авторах статьи:

Аджиахметова Симилла Леонтьевна – к.фарм.н., доцент кафедры органической химии ПМФИ – филиала ВолгГМУ Минздрава России. Адрес: 357532, г. Пятигорск, пр. Калинина, 11. E-mail: similla503@mail.ru.

Ивченко Александр Владимирович – к.фарм.н., доцент кафедры органической химии ПМФИ – филиала ВолгГМУ Минздрава России. Адрес: 357532, г. Пятигорск, пр. Калинина, 11. E-mail: a.v.ivchenko60@yandex.ru.

Оганесян Эдуард Тонинович – д.фарм.н., профессор, зав. кафедрой органической химии ПМФИ – филиала ВолгГМУ Минздрава России. Адрес: 357532, г. Пятигорск, пр. Калинина, 11. E-mail: edwardov@mail.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Elias, R.J. Antioxidant activity of proteins and peptides/ R.J. Elias, S.S. Kellerby, E.A. Decker // Crit Rev Food Sci Nutr. – 2008. – Vol. 48, № 5. – P. 430-441. Doi: 10.1080/10408390701425615
2. Phytochemical, Free Radical Scavenging and Antifungal Profile of *Cuscuta campestris* Yunck. / V.D. Jakovljević [et al.] // Seeds. ChemBiodivers. – 2018. – Vol. 15, № 8. – P. 1800174. Doi: 10.1002/cbdv.201800174
3. Никитичева, З.И. Семейство повиликовые (*Cuscutaceae*) / З.И. Никитичева // Жизнь растений. Цветковые растения. – М.: Просвещение, 1981. – Т. 5, ч. 2. – С. 389-390.
4. Стандартизация рогов и пантов северного оленя. 1. Количественное определение нингидринактивных веществ в порошке рогов северного оленя / В.П. Пахомов [и др.] // Хим.-фарм. журн. – 1997. – Т. 31, № 4. – С. 53-54.
5. Симонян, А.В. Использование нингидриновой реакции для количественного определения α -аминокислот в различных объектах: методические рекомендации / А.В.Симонян, Ю.С. Саламатов, Ю.С. Покровская. – Волгоград, 2007. – 106 с
6. Гумеров, Т.Ю., Фахразиева З.Р., Федотов С.А. Применение спектрофотометрического метода анализа в количественном определении суммы свободных α -аминокислот / Т.Ю. Гумеров, З.Р. Фахразиева, С.А.Федотов // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 12. – С. 219-224.
7. Доссон Р. Справочник биохимика / Р. Доссон, Д. Эллиот – М.: Мир, 1991. – 544 с.
8. Аджиахметова С.Л. Сравнительный анализ аминокислотного состава листьев крыжовника отклоненного (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.) [Электронный ресурс] / С.Л. Аджиахметова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №1. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/115-12146> (дата обращения 20.07.2024).

REFERENCES

1. Elias R.J., Kellerby S.S., Decker E.A. Antioxidant activity of proteins and peptides. Crit Rev Food Sci Nutr. 2008;48(5):430-441. Doi: 10.1080/10408390701425615 (In Engl.)
2. Jakovljević V.D. [et al.] Phytochemical, Free Radical Scavenging and Antifungal Profile of *Cuscuta campestris* Yunck. Seeds. ChemBiodivers. 2018,15(8):1800174. Doi: 10.1002/cbdv.201800174 (In Engl.)
3. Nikiticheva Z.I. Semejstvo povilikovye (*Cuscutaceae*). Zhizn' rastenij. Cvetkovye rasteniya (Dodder family (*Cuscutaceae*). Life of plants. Flowering plants). M.: Education, 1981;5(2):389–390. (In Russ.)
4. Pakhomov V.P. [et al.] Standartizaciya rogov i pantov severnogo olenya. 1. Kolichestvennoe opredelenie ningidrinaktivnykh veshchestv v poroshke rogov severnogo olenya (Standardization of reindeer antlers and antlers. 1. Quantitative determination of ninhydrin active substances in reindeer antler powder). Chem.-farm. magazine 1997;31(4):53–54. (In Russ.)
5. Simonyan A.V., Salamatov Yu.S., Pokrovskaya Yu.S. Ispol'zovanie ningidrinovoj reakcii dlya kolichestvennogo opredeleniya α -aminokislot v razlichnykh objektakh: metodicheskie rekomendacii (Using the ninhydrin reaction for the quantitative determination of α -amino acids in various objects: methodological recommendations). Volgograd, 2007:106. (In Russ.)
6. Gumerov T.Yu., Fakhrazieva Z.R., Fedotov S.A. The application analysis spectrophotometric method to quantify the sum of free α -amino acids. Modern high technology. 2015; 12:219 – 224. (In Rus.)
7. Dossan R., Elliott D. Spravochnik biokhimika (Handbook of a biochemist). Moscow: Mir, 1991:544. (In Rus.)
8. Adzhiakhmetova S.L. Comparative analysis of the amino acid composition of leaves of the rejected gooseberry (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.) Modern problems of science and education. 2014; 1. [Electronic resource] URL: <http://www.science-education.ru/115-12146>. (In Russ.)