

ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF PLANTS

УДК 581.192

doi:10.21685/2307-9150-2021-4-1

Содержание аскорбиновой кислоты и рутина в ромашке аптечной и ее близкородственных видах

Ю. М. Николаева¹, О. Л. Воскресенская²

^{1,2}Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия

^{1,2}yuiya2511-1990@mail.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Одними из распространенных компонентов химического состава растений являются витамины, которые выполняют в растительном организме многочисленные функции: входят в состав ферментов, участвуют в таких важных процессах, как фотосинтез, дыхание, выполняют антиоксидантную функцию. Такими важными витаминами являются аскорбиновая кислота и рутин, изучение их накопления и распространения в растениях вызывает большой научный интерес. *Материалы и методы.* Исследования проводились на кафедре экологии Института естественных наук и фармации Марийского государственного университета. Объектами исследования служили листья и цветки ромашки аптечной (*Matricaria recutita* L.), трехреберника непахучего (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip) и нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare* Lam.), собранных на территории агробиостанции. Изучали количественное содержание аскорбиновой кислоты и рутина. *Результаты.* В ходе исследования выяснили, что в листьях и цветках нивяника обыкновенного и трехреберника непахучего содержатся аскорбиновая кислота и рутин, как и у ромашки аптечной. Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты в листьях характеризовалась ромашка аптечная, в язычковых цветках – нивяник обыкновенный, в трубчатых цветках – ромашка аптечная и трехреберник непахучий. Наибольшее содержание рутина в листьях наблюдалось у нивяника обыкновенного и трехреберника непахучего, в язычковых цветках – ромашки аптечной, в трубчатых цветках – нивяника обыкновенного. *Выводы.* Исходя из полученных данных, можно рекомендовать использование нивяника обыкновенного и трехреберника непахучего в лечебно-профилактических целях наряду с ромашкой аптечной.

Ключевые слова: аскорбиновая кислота, нивяник обыкновенный, ромашка аптечная, рутин, трехреберник непахучий

Для цитирования: Николаева Ю. М., Воскресенская О. Л. Содержание аскорбиновой кислоты и рутина в ромашке аптечной и ее близкородственных видах // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2021. № 4. С. 5–13. doi:10.21685/2307-9150-2021-4-1

Content of ascorbic acid and rutin in *Matricaria chamomilla* and its related species

Yu.M. Nikolaeva¹, O.L. Voskresenskaya²

^{1,2}Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

^{1,2}yuiya2511-1990@mail.ru

Abstract. *Background.* Vitamins are one of the common components of the chemical composition of plants, which perform numerous functions in the plant organism: they are part of enzymes, participate in such important processes as photosynthesis, respiration, and perform an antioxidant function. Such important vitamins are ascorbic acid and rutin, the study of their accumulation and distribution in plants is of great scientific interest. *Materials and methods.* The research was carried out in laboratories of the Department of Ecology of the Institute of Natural Sciences and Pharmacy (Mari State University). The objects of the study were the leaves and flowers of *Matricaria chamomilla*, *Tripleurospermum inodorum*, *Leucanthemum vulgare*, that were collected on the territory of the agrobiostation (Mari State University). The quantitative content of ascorbic acid and rutin was studied. *Results.* In the course of the study, it was found that the leaves and flowers of the *Leucanthemum vulgare* and *Tripleurospermum inodorum* contain ascorbic acid and rutin. The highest content of ascorbic acid was found in the leaves of *Matricaria chamomilla*, in ligulate flowers of *Leucanthemum vulgare*, in tubular flowers of *Matricaria chamomilla* and *Leucanthemum vulgare*. The highest content of rutin was observed in the leaves of *Leucanthemum vulgare* and *Matricaria recutita* L., in ligulate flowers – in *Matricaria chamomilla*, in tubular flowers – in *Leucanthemum vulgare*. *Conclusions.* Based on the data obtained, it is possible to use the *Leucanthemum vulgare* and *Tripleurospermum inodorum* for therapeutic and prophylactic purposes as well as *Matricaria chamomilla*.

Keywords: ascorbic acid, rutin, *Leucanthemum vulgare* (oxeye daisy), *Matricaria chamomilla* (wild chamomile), *Tripleurospermum inodorum* (scentless chamomile)

For citation: Nikolaeva Yu.M., Voskresenskaya O.L. Content of ascorbic acid and rutin in *Matricaria chamomilla* and its related species. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki* = *University proceedings. Volga region. Natural sciences*. 2021;(4):5–13. (In Russ.). doi:10.21685/2307-9150-2021-4-1

Актуальность

В растениях содержится большое количество химических веществ, которые относятся к различным классам и выполняют важные функции в жизни растений. К наиболее распространенным компонентам химического состава растительного организма относятся витамины и соединения фенольной группы. Многие из этих веществ имеют практическое значение, изучение их накопления и распространения в растениях вызывает большой научный интерес.

К витаминам относятся низкомолекулярные органические вещества разнообразной химической природы, которые необходимы для нормального функционирования растительного организма [1]. Витамины в растениях выполняют многочисленные функции: входят в состав ферментов, участвуют в таких важных процессах, как фотосинтез, дыхание, выполняют антиоксидантную функцию.

Одним из витаминов, выполняющих антиоксидантную функцию, является витамин С или аскорбиновая кислота. Этот витамин обладает способностью препятствовать развитию процессов свободнорадикального окисления,

приводящих к негативным последствиям [2]. Витамин С входит в систему антиоксидантной защиты растений благодаря своей способности обратимо окисляться и восстанавливаться. Аскорбиновая кислота взаимосвязана с другим витамином – рутином (витамин Р). Благодаря действию рутина организмом больше усваивается аскорбиновой кислоты и увеличивается продолжительность его действия.

Одними из наиболее удобных объектов для изучения витаминов являются лекарственные растения. К самым распространенным и повсеместно применяемым лекарственным растениям относится ромашка аптечная.

Ромашка аптечная, или лекарственная (*Matricaria recutita* L.) – это однолетнее (по некоторым данным двулетнее) цветковое растение семейства сложноцветные [2, 3]. Соцветие ромашки лекарственной представляет собой цилиндрическую корзинку до 2 см в диаметре с желтыми трубчатыми цветками в центре и белыми язычковыми цветками по краю.

Из-за такой структуры соцветия ромашку аптечную часто путают с другими видами растений, имеющими схожие соцветия. Например, с часто встречаемыми трехреберником непахучим (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip) и нивяником обыкновенным (*Leucanthemum vulgare* Lam.).

В работах Гаммермана (1990) и Велиханова (2017) отмечено присутствие в соцветиях ромашки аптечной эфирного масла, флавоноидов, кумаринов, органических кислот, витаминов (витамин С, витамин В, β -каротин, токоферол, витамин К), стеридов, полисахаридов [2, 4]. Однако имеющиеся сведения неполны, отсутствуют сведения по количественному содержанию биологически активных веществ в цветках и листьях [4]. Кроме того, содержание витаминов в таких видах, как нивяник обыкновенный и трехреберник непахучий, мало изучено. В настоящее время отсутствуют научно обоснованные сведения о применении лекарственных препаратов, изготовленных из сырья нивяника обыкновенного и трехреберника непахучего. Нами было проанализировано сравнительное содержание аскорбиновой кислоты и рутина в ромашке аптечной, трехребернике непахучем и нивянике обыкновенном.

Целью исследования являлось сравнительное определение содержания некоторых витаминов в свежесобранных листьях и соцветиях ромашки аптечной, нивяника обыкновенного и трехреберника непахучего.

Материалы и методы исследования

Исследования были проведены на базе кафедры экологии Института естественных наук и фармации Марийского государственного университета. Материал для исследований был собран на агробиостанции МарГУ, расположенного в г. Йошкар-Ола.

Аскорбиновая кислота определялась в свежесобранных листьях и цветках (трубчатых и язычковых) ромашки аптечной, трехреберника непахучего и нивяника обыкновенного. Количественное определение содержания аскорбиновой кислоты проводили титриметрическим методом, титрантом выступал 2,6-дихлоринофенолят натрия [5]. Данный метод основан на способности аскорбиновой кислоты восстанавливать 2,6-дихлоринофенолят натрия.

Количественное определение рутина проводили методом титрования с использованием индигокармина в качестве индикатора. Метод основан на

способности рутина окисляться под действием перманганата калия, при этом в присутствии индигокармина раствор окрашивается в желтый цвет [6].

Полученные данные были обработаны с помощью программы “STATISTICA”. В работе использовались следующие статистические характеристики: среднее арифметическое, ошибка среднего арифметического, минимальные и максимальные значения в выборке, однофакторный дисперсионный анализ, Шеффе-тест. Достоверность различий принималась при 5 % уровне значимости.

Результаты и обсуждение

Аскорбиновая кислота (витамин С) относится к группе водорастворимых витаминов, обладает антиоксидантной способностью, принимает участие во многих процессах жизнедеятельности растения, выполняет защитную функцию. Синтез аскорбиновой кислоты зависит от фазы вегетационного развития растения, режима увлажнения, освещенности. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты достигается в период цветения и полной зрелости растения [4, 7].

Содержание аскорбиновой кислоты зависит от генетических особенностей видов и от условий произрастания. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты, по данным многих исследователей, содержится в листьях и цветках, меньше всего в плодах, черешках, стеблях и корнях [8]. Аскорбиновая кислота оказывает существенное влияние на некоторые физиологические процессы растений, включая рост, дифференциацию тканей и органов и метаболизм в целом [9].

Наиболее высокое содержание аскорбиновой кислоты было обнаружено в листьях ромашки аптечной (130,7 мг%) (табл. 1). В листьях трехреберника непахучего количество аскорбиновой кислоты было меньше на 17 %. Наименьшее содержание аскорбиновой кислоты наблюдалось в листьях нивяника обыкновенного и составило 93,0 мг%, что на 30 % ниже, чем в ромашке аптечной. Однофакторный дисперсионный анализ выявил значимость фактора вида растения на содержание аскорбиновой кислоты в листьях ($p < 0,05$). Множественные сравнения показали статистически значимую разницу в содержании аскорбиновой кислоты в листьях между ромашкой аптечной и нивяником обыкновенным ($p = 0,0000$). Разница в содержании витамина С в листьях ромашки аптечной и трехреберника непахучего статистически незначима (табл. 2).

Для более детального исследования содержания витаминов в соцветиях проводили их деление на трубчатые и язычковые цветки.

Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты среди трубчатых цветков было обнаружено в ромашке аптечной и трехребернике непахучем. Трубчатые цветки нивяника обыкновенного характеризовались снижением содержания аскорбиновой кислоты в 1,8 раза ($p < 0,05$). По содержанию аскорбиновой кислоты в трубчатых цветках ромашки аптечной ($80,3 \pm 1,89$ мг%) и трехреберника непахучего ($85,6 \pm 2,06$ мг%) статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$).

Язычковые цветки характеризовались более высоким содержанием аскорбиновой кислоты, чем трубчатые (рис. 1). В зависимости от вида растения разница в содержании аскорбиновой кислоты между трубчатыми и язычковыми цветками составляла от 50 до 80 %.

Таблица 1

Содержание витаминов в ромашке аптечной
и ее близкородственных видах (мг%)

Виды	Листья	Соцветие
Аскорбиновая кислота		
Ромашка аптечная	130,7 ± 2,01	118,5 ± 1,94
Трехреберник непахучий	107,9 ± 2,01	151,3 ± 2,09
Нивяник обыкновенный	93,0 ± 1,99	152,1 ± 2,16
Рутин		
Ромашка аптечная	0,02 ± 0,001	0,05 ± 0,002
Трехреберник непахучий	0,05 ± 0,001	0,04 ± 0,002
Нивяник обыкновенный	0,05 ± 0,001	0,03 ± 0,001

Таблица 2

Множественные сравнения (Шеффе-тест)
содержания аскорбиновой кислоты в листьях

Виды	Scheffetest; variableVar2 (Spreadsheet!) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 0,00023, df = 3,0000			
	Var 1	1	2	3
Ромашка аптечная	1		0,1570	0,0000
Трехреберник непахучий	2	0,1570		0,0789
Нивяник обыкновенный	3	0,0000	0,0789	

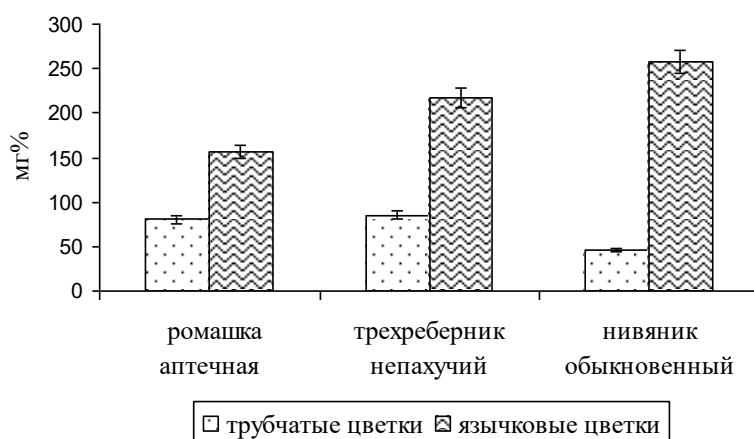


Рис. 1. Содержание аскорбиновой кислоты
в цветках ромашки аптечной и ее близкородственных видов

В язычковых цветках ромашки аптечной содержание аскорбиновой кислоты составило 156,6 мг%. Трехреберник непахучий характеризовался более высоким содержанием аскорбиновой кислоты в язычковых цветках, на 28 % выше ($p < 0,05$), чем в ромашке аптечной. Количественное содержание витамина С в язычковых цветках нивяника обыкновенного составляло

257,8 мг%, что в 1,6 раза выше ($p < 0,05$), чем в ромашке аптечной. Статистически значимые различия по количеству аскорбиновой кислоты в язычковых цветках наблюдались между всеми тремя видами растений ($p < 0,05$).

По сумме содержания аскорбиновой кислоты в трубчатых и язычковых цветках (в соцветии в целом) можно составить следующий убывающий ряд: нивяник обыкновенный (304,2 мг%) → трехреберник непахучий (302,6 мг%) → ромашка аптечная (236,9 мг%).

Многие исследователи пишут о наличии связи в механизме физиологического действия между аскорбиновой кислотой и биофлавоноидами, к числу которых относится рутин [10]. Характер данной связи заключается в том, что флавоноидные вещества способны усиливать биологическое действие витамина С [11].

Рутин (или витамин Р) – это сильный антиоксидант, хорошо растворяется в воде, быстро разрушается при повышении температуры и замораживании.

В ходе работы было проанализировано содержание рутина в листьях, трубчатых и язычковых цветках ромашки аптечной, трехреберника непахучего и нивяника обыкновенного.

Листья ромашки аптечной характеризовались наименьшим содержанием рутина (0,02 мг%) (табл. 1). В листьях трехреберника непахучего и нивяника обыкновенного количественное содержание рутина было выше на 60 % по сравнению с ромашкой аптечной. Статистически значимых различий по содержанию рутина в листьях трехреберника непахучего и нивяника обыкновенного не обнаружено ($p > 0,05$) (табл. 3). Множественные сравнения выявили статистически значимые различия по содержанию рутина в листьях ромашки аптечной ($p < 0,05$).

Таблица 3

Множественные сравнения (Шеффе-тест)
содержания рутина в листьях

Виды	Scheffetest; variableVar2 (Spreadsheet!) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 0,00003, df = 0,0000			
	Var 1	1	2	3
Ромашка аптечная	1		0,0007	0,0035
Трехреберник непахучий	2	0,0007		0,1608
Нивяник обыкновенный	3	0,0035	0,1608	

Как показали результаты наших исследований (рис. 2), наибольшим содержанием рутина среди трубчатых цветков характеризовался трехреберник непахучий. В трубчатых цветках ромашки аптечной содержание рутина снизилось на 44 % ($p < 0,05$), в нивянике обыкновенном – на 48 % ($p < 0,05$).

В язычковых цветках ромашки аптечной количественное содержание рутина составило $0,06 \pm 0,002$ мг%. Нивяник обыкновенный характеризовался снижением рутина в язычковых цветках в 2 раза ($p < 0,05$), трехреберник непахучий – 4 раза ($p < 0,05$). Статистически значимые различия по количеству рутина в язычковых цветках наблюдались между всеми тремя видами растений ($p < 0,05$).

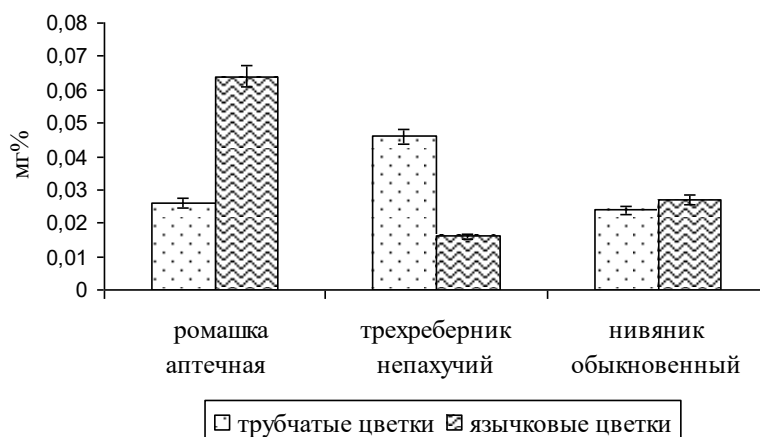


Рис. 2. Содержание рутина в цветках ромашки аптечной и ее близкородственных видов

По сумме содержания рутина в трубчатых и язычковых цветках наибольшее его количество наблюдалось в соцветиях ромашки аптечной, незначительно ниже в трехребернике непахучем и меньше всего в нивянике обыкновенном.

На основании проведенной работе по сумме содержания аскорбиновой кислоты можно составить следующий ряд убывания: трехреберник непахучий → нивяник обыкновенный → ромашка аптечная. Наибольшим содержанием рутина, как и аскорбиновой кислоты, характеризовался трехреберник непахучий. Нивяник обыкновенный отличался снижением содержания рутина на 10 %.

Заключение

В заключение следует отметить, что наибольшее содержание аскорбиновой кислоты было выявлено в нивянике обыкновенном, чуть меньше – в трехребернике непахучем и меньше всех – в ромашке аптечной. У всех трех видов растений наибольшее содержание аскорбиновой кислоты отмечалось в язычковых цветках, значительно ниже ее содержание было выявлено в листьях. Трубчатые цветки обладают наименьшим содержанием этого витамина.

Наибольшее содержание рутина нами было обнаружено в листьях нивяника обыкновенного и трехреберника непахучего; в язычковых цветках больше всего рутина было в ромашке аптечной; в трубчатых – в трехребернике непахучем.

Таким образом, на основании результатов наших исследований по содержанию аскорбиновой кислоты и рутина можно рекомендовать нивяник обыкновенный и трехреберник непахучий к использованию в лечебных целях наряду с ромашкой аптечной.

Список литературы

1. Кюсев П. А. Полный справочник лекарственных растений. М. : ЭКСМО, 2005. 992 с.

2. Гаммерман А. Ф., Кадаев Г. Н., Яценко-Хмелевский А. А. Лекарственные растения (Растения-целители) : справ. пособие. 4-е изд., испр. и доп. М. : Высш. шк., 1990.
3. Губанов И. А. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. 520 с.
4. Велиханова З. Р., Марахова А. И., Сорокина А. А. Содержание биологически активных веществ в цветках трехреберника продырявленного // Фармация. 2017. Т. 66, № 8. С. 9–12.
5. Кушманова О. Д., Ивченко Г. М. Руководство к практическим занятиям по биологической химии / под ред. акад., проф. А. А. Покровского. 2-е изд., доп. М. : Медицина, 1974. 424 с.
6. Гавриленко В. Ф., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений. Фотосинтез. Дыхание. М. : Высш. шк., 1975. 392 с.
7. Кувакова А. Р., Алферова Т. В., Кутарева А. А., Карягин Д. Ф. Содержание в ромашке аптечной биологически активных веществ // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации : сб. ст. XVIII Междунар. науч.-практ. конф. Пенза, 2018. С. 118–120.
8. Коруткин Д. Ю., Абилов Ж. А., Музычкина Р. А., Толстиков Г. А. Природные флавоноиды. Новосибирск : Тео, 2007. 232 с.
9. Ягдарова О. А., Воскресенская О. Л. Эколого-физиологические особенности онтогенеза однолетних декоративных растений в условиях городской среды : монография. Йошкар-Ола, 2014.
10. Кучеренко Н. Е., Бабенюк Ю. Д., Васильев А. В. [и др.]. Биохимия : учебник. Киев : Высш. шк., 1988. 432 с.
11. Ефремов В. В., Натансон А. О., Спиричев В. Б. [и др.]. Витамины / под ред. М. И. Смирнова. М. : Медицина, 1974. 496 с.

References

1. K'osev P.A. *Polnyy spravochnik lekarstvennykh rasteniy* = *The complete guide to medicinal plants*. Moscow: EKSMO, 2005:992. (In Russ.)
2. Gammerrman A.F., Kadaev G.N., Yatsenko-Khmelevskiy A.A. *Lekarstvennye rasteniya (Rasteniya-tseliteli): sprav. posobie* = *Medicinal plants (Healing plants): textbook allowance*. 4th ed., rev. and suppl. Moscow: Vyssh. shk., 1990. (In Russ.)
3. Gubanov I.A. *Illyustrirovannyi opredelitel' rasteniy Sredney Rossii. T. 3: Pokrytosemennyye (dvudol'nye: razdel'nolepestnye)* = *Illustrated guide to plants of Central Russia. Volume 3: Angiosperms (dicotyledonous: choripetalous)*. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2004:520. (In Russ.)
4. Velikhanova Z.R., Marakhova A.I., Sorokina A.A. The content of biologically active substances in the flowers of the trihedral perforated. *Farmatsiya* = *Pharmacy*. 2017; 66(8):9–12. (In Russ.)
5. Kushmanova O.D., Ivchenko G.M. *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po biologicheskoy khimii* = *Guide to practical exercises in biological chemistry*. 2nd ed., suppl. Moscow: Meditsina, 1974:424. (In Russ.)
6. Gavrilenko V.F., Ladygina M.E., Khandobina L.M. *Bol'shoy praktikum po fiziologii rasteniy. Fotosintez. Dykhanie* = *Large workshop on plant physiology. Photosynthesis. Breath*. Moscow: Vyssh. shk., 1975:392. (In Russ.)
7. Kuvakova A.R., Alferova T.V., Kutareva A.A., Karyagin D.F. The content of biologically active substances in chamomile. *Sovremennye tekhnologii: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovatsii: sb. st. XVIII Mezhdunar. nauch.-prakt. conf.* = *Modern technologies: actual issues, achievements and innovations: proceedings of the 18th International scientific and practical conference*. Penza, 2018:118–120. (In Russ.)

8. Korul'kin D.Yu., Abilov Zh.A., Muzychkina R.A., Tolstikov G.A. *Prirodnye flavonoidy = Natural flavonoids*. Novosibirsk: Teo, 2007:232. (In Russ.)
9. Yagdarova O.A., Voskresenskaya O.L. *Ekologo-fiziologicheskie osobennosti ontogeneza odnoletnikh dekorativnykh rasteniy v usloviyakh gorodskoy sredy: monografiya = Ecological and physiological features of the ontogeny of annual ornamental plants in an urban environment: monograph*. Yoshkar-Ola, 2014. (In Russ.)
10. Kucherenko N.E., Babenyuk Yu.D., Vasil'ev A.V. [et al.]. *Biokhimiya: uchebnik = Biochemistry: textbook*. Kiev: Vyssh. shk., 1988:432.
11. Efremov V.V., Natanson A.O., Spirichev V.B. [et al.]. *Vitaminy = Vitamins*. Moscow: Meditsina, 1974:496. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Юлия Михайловна Николаева

аспирант, Институт естественных наук и фармации, Марийский государственный университет (Россия, г. Йошкар-Ола, площадь Ленина, 1)

E-mail: yuiya2511-1990@mail.ru

Yulia M. Nikolaeva

Postgraduate student, Institute of Natural Sciences and Pharmacy, Mari State University (1 Lenina square, Yoshkar-Ola, Russia)

Ольга Леонидовна Воскресенская

доктор биологических наук, профессор, директор Института естественных наук и фармации, Марийский государственный университет (Россия, г. Йошкар-Ола, площадь Ленина, 1)

E-mail: yuiya2511-1990@mail.ru

Olga L. Voskresenskaya

Doctor of biological sciences, professor, director of the Institute of Natural Sciences and Pharmacy, Mari State University (1 Lenina square, Yoshkar-Ola, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 09.04.2021

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 06.07.2021

Принята к публикации / Accepted 10.08.2021