

ВЛИЯНИЕ МЕСТА ПРОИЗРАСТАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ТРАВЕ ГОРЦА ПОЧЕЧУЙНОГО (*PERSICARIA MACULOSA* GRAY.)

А. С. Чистякова, А. А. Гудкова, А. И. Сливкин

ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 26.02.2020 г.

Аннотация. Род горец *Persicaria* Mill. семейства гречишные (*Polygonaceae* Juss.), представлен однолетними, реже многолетними растениями и насчитывает около 300 видов, многие из которых являются сорняками и имеют широкий ареал произрастания. Одним из наиболее распространенных видов является горец почечуйный – *Persicaria maculosa* Gray. Химический состав травы горца почечуйного представлен разнообразными группами биологически активных веществ, среди которых преобладают фенольные соединения, в частности, флавоноиды, витамины (аскорбиновая кислота) и другие соединения.

В работе проведены исследования по изучению влияния места произрастания на содержание флавоноидов и аскорбиновой кислоты в траве горца почечуйного (*Persicaria maculosa* Gray.). Проведен сравнительный анализ травы горца почечуйного заготовленной в Воронежской, Липецкой, Тамбовской, Крыму, Ставропольском и Краснодарском краях.

Показано, что наибольшее разнообразие флавоноидов, установленное методом тонкослойной хроматографии, характерно для растений, произрастающих в Ставропольском крае (г. Кисловодск), в Липецкой (п.г.т. Усмань) области, Воронежской области (п.г.т. Панино). Выявлен маркерный компонент с величиной $R_f 0.71 \pm 0.02$, который присутствует во всех образцах, вне зависимости от места сбора. Наибольшее количественное содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, установленное спектрофотометрическим методом наблюдалось для растений, собранных в г. Тамбове, а также на черноморском побережье Краснодарского края (пос. Головинка). Наименьшее количество суммы флавоноидов наблюдается в сырье, заготовленном в Панинском районе. Высокое содержание аскорбиновой кислоты, установленное титриметрически наблюдалось в растениях, заготовленных в г. Кисловодске, г. Севастополе, Панинском и Острогжском районах.

Установлена климатическая зависимость содержания суммы флавоноидов и аскорбиновой кислоты в траве горца почечуйного и выявлено влияние отдельных факторов на их биосинтез.

Ключевые слова: *Persicaria maculosa*, флавоноиды, аскорбиновая кислота, спектрофотометрия, ТСХ, факторы окружающей среды.

Растения содержат большое количество химических веществ, различных классов, в том числе витамины и соединения фенольной структуры, являющиеся наиболее распространенными компонентами химического состава растительного организма. Кроме того, что многие из этих веществ имеют практическое значение, изучение особенностей их накопления в растениях вызывает и большой научный интерес.

В работах разных авторов [1-4] прослеживается возрастание интереса к изучению возможности прогнозирования химического состава растений, в зависимости от факторов окружающей среды, так как эта информация может быть использована

для установления маркерных соединений, выступающих идентификационными для конкретного вида растения и качественно не изменяться под действием внешних факторов. Данная информация может быть использована при определении подлинности растительного сырья в фармацевтическом анализе, ботанике и других отраслях.

Интересным по своему многообразию и распространению является род горец *Persicaria* Mill. сем. гречишные (*Polygonaceae* Juss.), который представлен однолетними, реже многолетними растениями и насчитывает около 300 видов [5]. Почти все виды рода являются, или при определенных условиях могут быть сорняками, вследствие чего они чрезвычайно широко распространены во всех кли-

матических зонах. В экологическом спектре преобладают растения умеренно и избыточно увлажнённых местообитаний – от мезофитов до гидрофитов [6-10]. Виды рода горец являются источниками соединений, обладающих широким спектром фармакологической активности, в частности, вещества фенольной природы (флавоноиды, кумарины, гидрокискоричные кислоты), витамины (аскорбиновая кислота) и другие компоненты [6,11-13].

Флавоноиды являются природными антиоксидантами, способствуют укреплению стенок капилляров, проявляют противоопухолевый эффект, используются при метаболическом синдроме, сахарном диабете [14]. Аскорбиновая кислота (АсК), помимо собственной фармакологической активности, способствует повышению биодоступности флавоноидов и проявлению ими капилляроукрепляющего действия [15], а также под ее влиянием усиливается регуляция окислительно-восстановительных процессов [16].

Количественное содержание природных биологически активных соединений в растительном сырье зависит не только от видовых характеристик, но и от климатических условий, макро- и микроэлементного состава почвы, места произрастания и количества осадков в течение года [1,2]. Также, в литературе встречаются сведения, что АсК участвует в синтезе растениями некоторых групп фенольных соединений, в частности катехинов [17].

Целью работы являлось изучение возможной вариабельности в накоплении флавоноидов и АсК в траве горца почечуйного в зависимости от места произрастания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования выступали образцы травы горца почечуйного, заготовленные в разных районах Воронежской области, Липецкой, Тамбовской, областях, Крыму, Ставропольском и Краснодарском краях. В табл. 1 приведены

климатические особенности мест заготовки растений [18]. Все образцы травы подвергались воздушно-теневого сушке и отвечали требованиям современной нормативной документации [19].

Качественный состав флавоноидов определяли методом тонкослойной хроматографии. Для исследования получали спирто-водные смеси (1:50), которые наносили на пластинки с УФ покрытием марки Sorbfil в количестве 10 мкл. Элюирующая система - смесь растворителей: этилацетат - муравьиная кислота - вода (10:2:3), проявляющий реагент – спиртовой раствор алюминия хлорида 5% с последующим детектированием в УФ-свете [13, 20, 21].

Количественное определение суммы флавоноидов в пересчете на рутин проводили согласно традиционно используемой спектрофотометрической методики, основанной на взаимодействии флавоноидов с 2% раствором хлорида алюминия и измерении оптической плотности в аналитическом максимуме 412 ± 2 нм [13].

Количественное определение содержания аскорбиновой кислоты (АК) проводили титрическим методом, титрантом выступал 2,6-дихлорфенолиндофенолят натрия, по методике, приведенной в ГФ XIV изд. ФС «Шиповника плоды» [19].

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализируя хроматографические картины, наблюдается неоднородность в распределении пятен на треках, где визуализировалось от 7 до 14 зон веществ, относящихся к группе флавоноидов, судя по окраске пятен после обработки 5% раствором алюминия хлорида с последующим детектированием в УФ - свете (табл. 2).

Наибольшее разнообразие состава веществ флавоноидной природы характерно для растений, произрастающих в Ставропольском крае (г. Кисловодск) (14 зон), в Липецкой (п.г.т. Усмань) области (12 зон) и Воронежской области (п.г.т. Панино) (11 зон).

Таблица 1

Климатические условия мест произрастания объектов исследования (июль 2017 г) (согласно данным сайта [18])

| Место произрастания | Температура днем, °С | Температура ночью, °С | Влажность, % | Количество солнечных дней | Высота над уровнем моря, м |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|--------------|---------------------------|----------------------------|
| г.Воронеж, Воронежская область | 20.1 | 14.0 | 68 | 20 | 140 |
| г. Тамбов, Тамбовская область | 24.2 | 18.2 | 69 | 19 | 128 |
| п.г.т. Панино, Воронежская область | 25.7 | 19.0 | 66 | 15 | 175 |
| п.г.т. Усмань, Липецкая область | 24.2 | 18.0 | 70 | 14 | 152 |
| г. Острогожск, Воронежская область | 26.8 | 17.0 | 67 | 14 | 116 |
| г. Кисловодск, Ставропольский край | 25.8 | 18.4 | 77 | 8 | 800 |
| пос. Головинка, Краснодарский край | 27.4 | 22.4 | 70 | 26 | 10 |
| г. Геленджик, Краснодарский край | 24.2 | 22.1 | 67 | 28 | 27 |
| г. Севастополь, Крым | 28.3 | 25.5 | 71 | 29 | 220 |

Таблица 2
Rf зон флавоноидов травы горца почечуйного, заготовленной на разных территориях

| Наименование места сбора | | | | | |
|--------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|
| Острогжск | | Тамбов | | Панино | |
| Rf | Цвет пятна | Rf | Цвет пятна | Rf | Цвет пятна |
| 0.96 | Кор. | 0.99 | Кор. | 0.99 | Гол. |
| 0.94 | Гол. | 0.97 | Гол. | 0.96 | Гол. |
| 0.91 | Кор. | 0.86 | Желт. | 0.92 | Кор. |
| 0.85 | Желт. | 0.79 | Желт. | 0.87 | Желт. |
| 0.72 | Желт. | 0.72 | Желт. | 0.70 | Желт. |
| 0.62 | Желт. | 0.61 | Желт. | 0.64 | Гол. |
| 0.52 | Желт. | 0.42 | Гол. | 0.56 | Желт. |
| 0.22 | Гол. | 0.22 | Гол. | 0.38 | Желт. |
| 0.17 | Гол. | 0.19 | Гол. | 0.28 | Желт. |
| | | | | 0.20 | Кор. |
| | | | | 0.18 | Гол. |

| Наименование места сбора | | | | | |
|--------------------------|------------|-----------|------------|--------|------------|
| Головинка | | Геленджик | | Усмань | |
| Rf | Цвет пятна | Rf | Цвет пятна | Rf | Цвет пятна |
| 0.99 | Желт. | 0.96 | Гол. | 0.95 | Гол. |
| 0.97 | Кор. | 0.94 | Желт. | 0.87 | Желт. |
| 0.95 | Гол. | 0.85 | Желт. | 0.83 | Желт. |
| 0.83 | Желт. | 0.71 | Желт. | 0.76 | Желт. |
| 0.73 | Желт. | 0.61 | Гол. | 0.72 | Желт. |
| 0.67 | Желт. | 0.51 | Желт. | 0.64 | Гол. |
| 0.58 | Желт. | 0.32 | Желт. | 0.58 | Желт. |
| 0.23 | Гол. | 0.23 | Желт. | 0.52 | Кор. |
| | | 0.19 | Кор. | 0.43 | Желт. |
| | | 0.14 | Гол. | 0.38 | Гол. |
| | | | | 0.29 | Желт. |
| | | | | 0.22 | Кор. |

| Наименование места сбора | | | | | |
|--------------------------|------------|------|------------|---------|------------|
| Кисловодск | | Крым | | Воронеж | |
| Rf | Цвет пятна | Rf | Цвет пятна | Rf | Цвет пятна |
| 0.99 | Желт. | 0.95 | Гол. | 0.98 | Кор. |
| 0.96 | Кор. | 0.83 | Гол. | 0.95 | Гол. |
| 0.92 | Гол. | 0.73 | Желт. | 0.83 | Желт. |
| 0.83 | Желт. | 0.66 | Желт. | 0.73 | Желт. |
| 0.73 | Желт. | 0.60 | Гол. | 0.53 | Гол. |
| 0.66 | Желт. | 0.55 | Желт. | 0.44 | Гол. |
| 0.60 | Желт. | 0.49 | Кор. | 0.31 | Желт. |
| 0.56 | Гол. | 0.31 | Гол. | | |
| 0.50 | Желт. | 0.15 | Желт. | | |
| 0.40 | Гол. | | | | |
| 0.36 | Гол. | | | | |
| 0.28 | Желт. | | | | |
| 0.23 | Кор. | | | | |
| 0.19 | Гол. | | | | |

На примере растений, произрастающих в г. Кисловодск – 14 зон. При этом прослеживается влияние высотного фактора, город располагается на высоте 800 метров над уровнем моря. Данный факт подтверждается также тем, что, не смотря на довольно благоприятные условия произрастания,

количество зон флавоноидов в растениях, заготовленных в непосредственной близости к морю (несколько метров) одно из самых низких, что видно для растений из Краснодарского края (8 зон).

Не большое количество зон флавоноидов в сырье, собранном в Крыму можно объяснить расположением растений в ущелье, в затененном месте, в то время как, известно, что решающим фактором, оказывающим воздействие на процессы образования флавоноидов, служит свет. Светозависимость биосинтеза флавоноидов в растениях проявляется в стимулирующем влиянии света на их количество и качественный состав. Также, на данном этапе работы был выявлен маркерный компонент, с величиной $Rf 0.71 \pm 0.02$, который встречался во всех образцах, не зависимо от места сбора.

Проводя количественную оценку суммы флавоноидов в пересчете на рутин в траве горца почечуйного, в зависимости от места заготовки, видно, что наибольшее их содержание характерно для растений, собранных в г. Тамбове (4.40%), а также на черноморском побережье Краснодарского края (г. Геленджик 3.60%, пос. Головинка 3.61%). Наименьшее количество суммы флавоноидов наблюдается в сырье, заготовленном в Панинском районе (0.92%) (табл. 3). Нужно отметить, что, в одних растениях большое разнообразие наименований веществ флавоноидной природы (г. Кисловодск – 14 наименований), в других при минимальном качественном наборе соединений наблюдается высокое их количественное содержание (г. Тамбов – 4.40%, Краснодарский край – 3.60%). Усиление влияния абиотических факторов (УФ свет, резкие перепады температур и т.д.) позволяет растениям накапливать большее количество вторичных метаболитов, к которым и относится флавоноиды.

В результате изучения количественного содержания АсК в траве горца почечуйного, в зависимости от места его произрастания (табл.3.), установлено, что климатический фактор вносит весомый вклад в процесс синтеза АсК в растении. Количество АсК во всех образцах не значительно. Однако, более высокое содержание АсК характерно для растений, заготовленных в Кисловодске и Севастополе, это связано с высотным фактором, что увеличивает количество ультрафиолета, даже при минимальном количестве солнечных дней, высокой влажностью и благоприятным для синтеза АсК температурным режимом [22]. В растениях, заготовленных в Панино и Острогжске также высокое содержание АсК объяснимо непосредственной близостью к реке, что обеспечивало рас-

тения питанием даже во время отсутствия осадков. В сырье, заготовленном в Воронеже, Тамбове и Усмани наблюдается не высокое содержание АсК, что связано, очевидно, с произрастанием на территории, подверженной засухам с небольшим количеством осадков в летний период. Самое низкое количество АсК наблюдается в траве горца почечуйного, заготовленной в поселке Головинка, что объяснимо небольшим количеством осадков, довольно высокой среднесуточной температурой, произрастанием растения на каменистом берегу и близким расположением к морю.

Таблица 3.

Содержание флавоноидов и аскорбиновой кислоты в траве горца почечуйного в зависимости от места произрастания растений

| Место произрастания травы горца почечуйного | Содержание флавоноидов, % | Содержание АсК, % |
|---|---------------------------|-------------------|
| п.г.т. Усмань, Липецкая обл. | 2.13±0.020 | 0.19±0.004 |
| г. Тамбов, Тамбовская обл. | 4.40±0,030 | 0.16±0.005 |
| п.г.т. Панино, Воронежская обл. | 0.92±0.005 | 0.28±0.008 |
| г. Воронеж, Воронежская обл. | 2.24±0.120 | 0.17±0.008 |
| г. Острогожск, Воронежская обл. | 2.80±0.010 | 0.29±0.007 |
| г. Кисловодск, Ставропольский край | 2.40±0.010 | 0.30±0.006 |
| пос. Головинка, Краснодарский край | 3.61±0.040 | 0.10±0.003 |
| г. Геленджик, Краснодарский край | 3.60±0.020 | 0.15±0.004 |
| г. Севастополь, Крым | 2.60±0.020 | 0.26±0.008 |

ВЫВОДЫ

При изучении флавоноидного состава травы горца почечуйного, заготовленной в разных природных условиях, методом ТСХ, выявлен маркерный компонент с величиной R_f 0.71±0.02, присутствующий у растений, не зависимо от факторов внешней среды.

Установлена климатическая зависимость синтеза флавоноидов и АсК в траве горца почечуйного. Отмечено положительное влияние высотного фактора и повышенной влажности на синтез изучаемых соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев С.С. Физиология растений. Санкт-Петербург, СПбГУ, 2004, 335 с.
2. Храмова Е.П. // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты. 2010. С. 236 – 248.
3. Рудиковская Е.Г., Федорова А.Г., Дударева Л.В. // Физиология растений. 2008. Т.55. № 5. С. 793-797.
4. Щербаков А.В., Чистякова М.В., Усманов И.Ю. // Башкирский химический журнал. 2009. Т. 16. № 2. С. 132-138.
5. Маевский П. Ф. Флора средней полосы европейской части России. Москва, КМК, 2014, 635 с.
6. Лазарев А. В. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2009. № 11. С. 18-24.
7. Комаров В.Л. Флора СССР : [В 30 т.]. Москва-Ленинград, Издательство АН СССР, 1934, Т. 5, 762 с.
8. Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Ленинград, Наука, 1987, 439 с.
9. Высочина Г.И. // Turczaninowia. 2008. Т. 11. С. 129-137.
10. Высочина Г.Н. Дис. д-ра биол. наук. Новосибирск, 2002, 410 с.
11. Абдыкаликова К.А., Ислямбекова А.Т. // “Биологическое разнообразие азиатских степей”, материалы II международной конференции, 5-6 июня 2012, Костанай, 2012, с. 174-177.
12. Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А., Музычкина Р.А., Толстик Г.А. Природные флавоноиды. Новосибирск, Академическое изд-во Тео, 2007, 232 с.
13. Чистякова А. С. Дис. канд. фарм. Наук. Москва, 2017, 200с.
14. Зверев Я.Ф. // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2017. Т. 15. № 2. С. 4–11. doi: 10.17816/RCF1524-11
15. Жилкина В.Ю., Марахова А.И., Сорокина А.А., Сергунова Е.В. // Фармация. 2018. Т. 67. № 1. С. 14-18.
16. Карпова Е.А., Храмова Е.П., Фершалова Т.Д. // Химия растительного сырья. 2009. №2. С. 105–110.
17. Павлова Е.Е., Березина Е.В., Мишукова И.В., Брилкина А.А. // Физико –химическая биология Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2012. №2(3). С. 222-229.
18. Сайт «Гисметео». Режим доступа: <https://www.gismeteo.ru> (дата обращения: 16.05.2019).
19. Государственная фармакопея Российской Федерации в 4 т. – 14-е изд. Режим доступа: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (дата обращения: 14.05.2019).
20. Мальцева А. А, Тринеева О. В., Чистякова А.С., Брежнева Т. А., Сливкин А. И., Сорокина А. А. // Фармация. 2013. № 1. С. 13-16.

21. Мальцева А.А., Чистякова А.С., Сорокина А.А., Сливкин А.И., Логунова С.А. // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Химия. Биология. Фармация. 2013. № 2. С. 199-202.

Воронежский государственный университет
*Чистякова А. С., кандидат фармацевтических наук, ассистент кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии
E-mail: anna081189@yandex.ru

Гудкова А. А., кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры управления и экономики фармации и фармакогнозии
E-mail: alinevoroneg@mail.ru

Сливкин А. И., доктор фармацевтических наук, профессор, зав. кафедрой фармацевтической химии и фармацевтической технологии, декан фармацевтического факультета
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

22. Новрузов А.Р. // Химия растительного сырья. 2014. №3. С. 221-226.

Voronezh State University
*Chistyakova A. S., PhD., Assistant Professor., Dept. of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology
E-mail: anna081189@yandex.ru

Gudkova A. A., PhD., Associate Professor., Dept. of management and economics of pharmacy and pharmacognosy
E-mail: alinevoroneg@mail.ru

Slivkin A. I., PhD., DSci., Full Professor., manager of faculty of pharmaceutical chemistry and pharmaceutical technology, the dean of pharmaceutical faculty
E-mail: slivkin@pharm.vsu.ru

INFLUENCE OF PLACES OF GROWTH ON THE CONTENT OF FLAVONOIDS AND ASCORBIC ACID IN THE HERB OF *POLYGONUM PERSICARIA* (*PERSICARIA MACULOSA* GRAY.)

A. S. Chistyakova, A. A. Gudkova, A. I. Slivkin

Voronezh State University

Abstract. Genus *Persicaria* Mill. *Polygonaceae* Juss. family, is represented by annual, rarely perennial plants and has about 300 species, many of which are weeds and have a wide habitat. One of the most widespread species is the *Persicaria maculosa* Gray. The chemical composition of the grass of the *Persicaria maculosa* is represented by various groups of biologically active substances, among which phenolic compounds predominate, in particular flavonoids, vitamins (ascorbic acid) and other compounds.

In this work, the research was conducted to study the influence of the habitat on the content of flavonoids and ascorbic acid in the grass of *Persicaria maculosa*. A comparative study of the *Persicaria maculosa* harvested in Voronezh, Lipetsk, Tambov, Crimea, Stavropol and Krasnodar Territories was carried out.

It was shown that the greatest variety of flavonoids, established by thin layer chromatography, is characteristic of plants growing in the Stavropol Territory (Kislovodsk), in the Lipetsk (Usman), Voronezh Region (Panino). A marker component with a value of $R_f 0.71 \pm 0.02$, which is present in all samples, regardless of the place of collection, was revealed. The highest quantitative content of the sum of flavonoids in terms of rutin, established by spectrophotometric method was observed for plants collected in the city of Tambov, as well as on the Black Sea coast of the Krasnodar Territory (Golovinka settlement).

The smallest amount of flavonoids is observed in raw materials *Persicaria maculosa* in the Paninsky district. A high content of ascorbic acid titrimetrically determined was observed in plants harvested in the city of Kislovodsk, the city of Sevastopol, Paninsky and Ostrogozhsky districts.

The climatic dependence of the content of the sum of flavonoids and ascorbic acid in the grass of the *Persicaria maculosa* was established, and the influence of individual factors on their biosynthesis was revealed.

Keywords: *Persicaria maculosa*, flavonoids, ascorbic acid, spectrophotometry, TLC, environmental factors.

REFERENCES

1. Medvedev S.S. Fiziologiya rastenii. Sankt-Peterburg, SPbGU, 2004, 335 p.
2. Khramova E.P., Fenol'nye soedineniya: fundamental'nye i prikladnye aspekty, 2010, pp. 236–248.
3. Rudikovskaya E.G., Fedorova A.G., Dudareva L.V., Fiziologiya rastenii, 2008, Vol. 55, No 5, pp. 793-797.
4. Shcherbakov A.V., Chistyakova M.V., Usmanov I.Yu., Bashkir Chemical Journal, 2009, Vol. 16, No 2, pp. 132-138.
5. Maevskii P.F. Flora srednei polosy evropeiskoi chasti Rossii. Moscow, KMK, 2014, 635 p.
6. Lazarev A.V., Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta, 2009, No 11, pp. 18-24.
7. Komarov V.L. Flora SSSR : [in 30 vol.]. Moscow-Leningrad, Izdatel'stvo AN SSSR, 1934, Vol. 5, 762 p.
8. Takhtadzhyan A. L. Sistema magnoliofitov. Leningrad, Nauka, 1987, 439 p.
9. Vysochina G.I., Turczaninowia, 2008, Vol. 11, pp. 129-137.
10. Vysochina G.N. Dis. d-ra biol. nauk. Novosibirsk, 2002, 410 p.
11. Abdykalikova K.A., Islyambekova A.T. // "Biologicheskoe raznoobrazie aziatskikh stepei", materialy II mezhdunarodnoi konferentsii, 5-6 June, 2012, Kostanai, 2012, pp. 174-177.
12. Korul'kin D.Yu., Abilov Zh.A., Muzychkina R.A., Tolstiko G.A. Prirodnye flavonoidy. Novosibirsk, Akademicheskoe izd-vo Teo, 2007, 232 p.
13. Chistyakova A. S. Dis. kand. farm. Nauk. Moscow, 2017, 200 p.
14. Zverev Ya.F. Obzory po klinicheskoi farmakologii i lekarstvennoi terapii, 2017, Vol. 15, No 2, pp. 4–11. doi: 10.17816/RCF1524-11
15. Zhilkina V.Yu., Marakhova A.I., Sorokina A.A., Sergunova E.V., Farmatsiya, 2018, Vol 67. No 1, pp. 14-18.
16. Karpova E.A., Khramova E.P., Fershalova T.D., Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2009, No 2, pp. 105–110.
17. Pavlova E.E., Berezina E.V., Mishukova I.V., Brilkina A.A., Fiziko–khimicheskaya biologiya Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo, 2012, No 2(3), pp. 222-229.
18. «Gismeteo». Available at: <https://www.gismeteo.ru> (accessed 16 June 2019).
19. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiiskoi Federatsii v 4 t. – 14-e izd. Rezhim dostupa: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php> (accessed: 14 May 2019).
20. Mal'tseva A. A, Trineeva O. V., Chistyakova A. S., Brezhneva T. A., Slivkin A. I., Sorokina A. A., Farmatsiya, 2013, No 1, pp. 13-16.
21. Mal'tseva A.A., Chistyakova A.S., Sorokina A.A., Slivkin A.I., Logunova S.A., Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Khimiya. Biologiya. Farmatsiya, 2013, No 2. pp. 199-202.
22. Novruzov A.R. Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2014, No 3, pp. 221-226.