



Межрегиональные особенности таксономического состава сеgetальных флор

О. Г. Баранова¹, А. С. Третьякова^{2,3}, Н. Н. Лулева⁴, А. А. Зверев^{5,6}, П. В. Кондратков², Т. А. Терехина⁷, Г. Р. Хасанова⁸, С. М. Ямалов⁹, М. В. Лебедева⁹

¹ Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

² Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

³ Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург, Россия

⁴ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Россия

⁵ Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

⁶ Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия

⁷ Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

⁸ Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

⁹ Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алена Сергеевна Третьякова, alyona.tretyakova@urfu.ru

В статье дан сравнительный анализ таксономической структуры сеgetальных флор восьми субъектов Российской Федерации: Ленинградской, Новгородской, Вологодской, Ростовской и Свердловской областей, Удмуртской Республики, Республики Башкортостан и Алтайского края. В состав сеgetальных флор включены сорные растения агрофитоценозов зерновых яровых и озимых, технических, пропашных культур, многолетних трав. Сравнение проведено отдельно для аборигенной и чужеродной фракций. Установлено, что богатство аборигенных растений в изученных сеgetальных флорах несколько выше, чем чужеродных, и насчитывает 137–209 видов, в то время как чужеродная фракция представлена 99–179 видами. Минимальное число как аборигенных, так и чужеродных видов растений отмечено в составе сеgetальной флоры Вологодской области, максимальное число аборигенных видов отмечено в составе сеgetальной флоры Удмуртской Республики, а чужеродных – Алтайского края. Семейства Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae входят в состав головного спектра как аборигенной, так и чужеродной фракций. Структура семейственно-видового спектра чужеродной фракции единообразнее по сравнению с таковой аборигенной фракции. При сравнении видового состава аборигенной и чужеродной фракций изученных сеgetальных флор, а также сравнении семейственных и родовых спектров этих фракций получены сходные закономерности – географически близкие регионы имеют большее сходство сеgetальных флор. При этом уровни сходства в аборигенной фракции ниже, чем в чужеродной. Это говорит о большей вариабельности видового состава аборигенных растений в сравнении с чужеродными.

Ключевые слова: аборигенные растения, археофиты, сеgetальные растения, сходство видового состава, таксономический анализ, чужеродные растения

Благодарности: работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект № 19-016-00135), средств государственного бюджета (№ 075-03-2022-001), в рамках реализации государственных заданий БИН РАН «Сосудистые растения Евразии: систематика, флора, растительные ресурсы» (АААА-А19-119031290052-1) и ЦСБС СО РАН «Растительность Северной Азии: разнообразие, экологические и географические закономерности формирования, функционирование популяций» (АААА-А21-121011290026-9) и программы повышения конкурентоспособности УрФУ (постановление Правительства РФ № 211, контракт № 02. А03.21.0006).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Баранова О.Г., Третьякова А.С., Лулева Н.Н., Зверев А.А., Кондратков П.В., Терехина Т.А., Хасанова Г.Р., Ямалов С.М., Лебедева М.В. Межрегиональные особенности таксономического состава сеgetальных флор. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2022;183(1):174-187. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-174-187

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-174-187

Interregional features in the taxonomic composition of the Russian segetal floras

Olga G. Baranova¹, Alyona S. Tretyakova^{2,3}, Natalya N. Luneva⁴, Andrei A. Zverev^{5,6}, Pavel V. Kondratkov², Tatyana A. Terekhina⁷, Gulnaz R. Khasanova⁸, Sergey M. Yamalov⁹, Mariya V. Lebedeva⁹

¹ Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

² Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

³ Botanical Garden, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia

⁴ All-Russian Research Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

⁵ Tomsk State University, Tomsk, Russia

⁶ Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

⁷ Altai State University, Barnaul, Russia

⁸ Bashkir Research Institute of Agriculture, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

⁹ South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

Corresponding author: Alyona S. Tretyakova, alyona.tretyakova@urfu.ru

The article contains a comparative analysis of the taxonomical structure of the weedy species composition (segetal flora) in eight regions of Russian Federation: Leningrad, Novgorod, Vologda, Rostov and Sverdlovsk Provinces, Udmurt Republic, Republic of Bashkortostan, and Altai Territory. The segetal flora comprised weeds of cereals, root crops and perennial grasses. The comparison was made separately for the native and alien weeds. The number of native species was higher than that of alien species and varied from 137 to 209 species. The number of alien weeds varied from 99 to 179 species. Vologda Province had the lowest diversity of both native and alien plant species. Udmurt Republic had the greatest native species diversity and Altai Territory had the greatest alien species diversity. The Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae and Scrophulariaceae families dominated in both the native and alien fractions. The authors compared the compositions of species, families and genera of native and alien weeds. Native and alien weedy species showed the greatest similarity in their composition in geographically close regions: European Russia and the Urals. As for geographically remote regions – Altai Territory and Rostov Province – native and alien weedy species compositions were distant. At the same time, the levels of similarity among the native species were lower than among the alien ones. This attests to greater variability in the species composition among native weeds than among alien ones.

Keywords: alien plants, archaeophyte weeds, native plants, similarity of species composition, taxonomic analysis

Acknowledgments: this work was supported partially by the Russian Foundation for Basic Research (Project 19-016-00135) and state budget funds (075-03-2022-001), as part of the implementation of the State Tasks assigned to the Komarov Botanical Institute of the RAS “Vascular plants of Eurasia: taxonomy, flora, and plant resources” (AAAA-A19-119031290052-1) and the Central Siberian Botanical Garden, SB RAS “Vegetation of Northern Asia: diversity, environmental and geographical patterns of formation, functioning of populations” (AAAA-A21-121011290026-9), and partially by the Competitiveness Improvement Program for the Ural Federal University (Resolution No. 211 of the Government of the Russian Federation, Contract No. 02.A03.21.0006).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Baranova O.G., Tretyakova A.S., Luneva N. N., Zverev A.A., Kondratkov P.V., Terekhina T.A., Khasanova G.R., Yamalov S.M., Lebedeva M.V. Interregional features in the taxonomic composition of the Russian segetal floras. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2022;183(1):174-187. DOI: 10.30901/2227-8834-2022-1-174-187

Введение

Роль сорных растений в агрофитоценозах является предметом активных обсуждений в последние годы. На протяжении длительного времени учитывался только ущерб, наносимый сорными растениями, которые рассматривались в качестве вредителей сельскохозяйственных культур. На смену этим представлениям пришло понимание того, что сорные растения являются значимой частью агроэкосистем и оказывают прямое влияние на их функционирование (Naumova et al., 2011; Petit et al., 2011).

Кроме того, сорные растения являются одним из компонентов биологического разнообразия в сельскохозяйственных экосистемах и также нуждаются в сохранении (Holub, Procházka, 2000; Van Elsen, 2000). Интенсификация сельского хозяйства, расширение линейки гербицидов, совершенствование методов обработки почвы, очистки семян и т. п. привели к снижению биоразнообразия сорных растений. В европейской части России в середине XX века исчез ряд специализированных сорняков; этот процесс продолжается и в настоящее время, за последнее десятилетие некоторые виды сорных растений резко сократили свою встречаемость в агрофитоценозах и повсеместно становятся исчезающими или уже исчезли в ряде регионов (Tuganaev, 1970; Palkina, 2011; Khasanova et al., 2017; Tret'yakova, Kondratkov, 2018).

Постепенно стали складываться представления о сорном компоненте флоры как не о случайном наборе видов, а исторически сложившейся их совокупности (Tret'yakova et al., 2020; Luneva, 2021). Видовой комплекс сорных растений на определенной территории формируется в течение длительного времени под воздействием факторов окружающей среды и человеческой деятельности (Ulyanova, 2005; Lososová et al., 2004; Espinosa-García et al., 2004; Glemnitz et al., 2006; Pal et al., 2013; Luneva, Mysnik, 2014; Luneva et al., 2017; etc.).

На сегодняшний день актуальным является вопрос о сходстве и различии видовой состава сорных растений географически отдаленных территорий. В России, при общей высокой изученности видовой состава сорных растений в различных регионах, сравнительных исследований относительно немного. В частности, Н. Н. Луневой с соавторами было показано, что уровень видовой схожести сорных растений Ленинградской области и Мордовии составляет только 50% (Luneva et al., 2017).

Ранее нами была предпринята попытка сравнить полный видовой состав и таксономическую структуру сеgetальных флор далеких в географическом отношении восьми субъектов РФ (Tret'yakova et al., 2020). Было показано, что наибольшее сходство видовой состава обнаруживают сеgetальные флоры географически близко расположенных регионов – европейской части России и Урала (коэффициенты общности видовой состава K_1 (Jaccard, 1900) – 0,56–0,67). Максимально дистанцированы сеgetальные флоры Алтайского края и Ростовской области – уровень видовой схожести не превышает 0,4.

Цель настоящей работы – провести сравнительный анализ видовой состава и таксономической структуры аборигенной и чужеродной фракций сеgetальных флор восьми регионов России и выявить долготно-зональные закономерности в их структуре.

Методика и материалы

В основе работы – данные по сеgetальным флорам восьми субъектов РФ. На территории северо-запада (Ленинградская, Новгородская и Вологодская области) и юга (Ростовская область) европейской части России, в Предуралье и на Урале (Удмуртская Республика, Республика Башкортостан и Свердловская область) и в юго-восточной части Западной Сибири (Алтайский край). Широкий градиент охватывает лесную, лесостепную и степную зоны.

Авторами использованы стандартные методы по изучению сорных растений, которые кратко перечислены ниже. Видовой состав сорных растений изучен маршрутным методом. Маршрутами была охвачена вся территория рассматриваемых регионов, где имеются посевные площади. В исследование включены сорные растения агрофитоценозов зерновых яровых и озимых, технических, пропашных культур, многолетних трав. Кроме собственных данных авторов были использованы литературные данные и гербарные материалы, хранящиеся в разных научных и образовательных учреждениях (Всероссийском научно-исследовательском институте защиты растений (HWR), Ботаническом институте им. В.Л. Комарова (LE), Удмуртском государственном университете (UDU), Уральском федеральном университете (UFU), Южно-Уральском ботаническом саду-институте, Алтайском государственном университете (ALTB), Всероссийском институте генетических ресурсов растений (WIR).

Нами исключены из анализа реликтовые сорные растения, в настоящее время не встречающиеся в посевах исследованных регионов, например *Agrostemma githago* L., *Vaccaria hispanica* (Mill.) Rauschert. и др. Для возможности проведения сравнительного анализа объем семейств принят по системе А. Л. Тахтаджяна (Takhtajan, 1987). Латинские названия приведены в соответствии с Международным указателем научных названий растений (International Plant Name Index..., 2021).

Рассмотрены показатели таксономического богатства сравниваемых сеgetальных флор (общее число видов, родов и семейств), состав и последовательность расположения семейств по числу видов, а также родов по числу видов. Сравнение флор проведено отдельно для аборигенных и чужеродных видов. Причем в чужеродную фракцию включены как неофиты, так и археофиты.

Таксономические списки флор были введены в отдельную базу данных в интегрированной ботанической информационной системе IBIS v.7.2. (Zverev, 2007). В ней был проведен дескриптивный таксономический анализ, сгенерированы таксономические спектры флор, выполнен расчет матриц флористического сходства и подготовлены наборы данных для последующей статистической обработки в программе Statistica 12.0. Для оценки сходства видовой состава сеgetальных флор применен бинарный коэффициент сходства Чекановского / Дайса / Сьеренсена (Czekanowski, 1932; Dice, 1945; Sørensen, 1948), далее по тексту – «индекс Sørensen». Выбор в пользу этой известной меры сходства, коэквивалентной популярному коэффициенту Жаккара, продиктован тем, что для сравнения таксономических спектров флор мы использовали ее релятивизированный количественный аналог – индекс Ренконена (Renkonen, 1938), известный также как вторая форма расширения индекса Чекановского – Сьеренсена для количественных данных (Pesenko, 1982), далее по тексту – «индекс Renkonen». При оценке подобия флор и их

фракций были использованы полные семейственно-видовые и родовые спектры. При выполнении иерархического агломеративного кластерного анализа для построения всех дендрограмм использован метод связывания WPGMA (Weighted Pair Group Method with Arithmetic Mean – метод взвешенного попарного усреднения).

Результаты и обсуждение

1. Показатели видового богатства сеgetальных флор и их сравнение

Ранее нами было показано, что общее число сеgetальных растений, отмеченных в восьми сравниваемых сеgetальных флорах, составляет 686 видов из 304 родов и 61 семейства. Наименьший показатель флористического богатства отмечен для сеgetальной флоры Вологодской области (площадь посевов 3724 км²), а наибольший – для Алтайского края, где площадь посевов составляет 53943 км² (табл. 1). Таким образом, уровень регионального видового разнообразия сеgetальной флоры положительно связан с площадью посевов (Tretyakova et al., 2020)

Богатство аборигенных растений в изученных сеgetальных флорах несколько выше, чем чужеродных, и насчитывает 137–209 видов, в то время как чужеродная фракция представлена 99–179 видами (см. табл. 1). Минимальное число как аборигенных, так и чужеродных видов растений отмечено в составе сеgetальной флоры Вологодской области, так как она в целом беднее по сравнению с остальными флорами, что связано, как с ботанико-географическими особенностями (наиболее северный регион), так и небольшими площадями, занятыми посевами. Максимальное число аборигенных видов отмечено в составе сеgetальной флоры Удмуртской Республики, а чужеродных – Алтайского края. При этом доля чужеродных растений в сеgetальной флоре изменяется в пределах от 39,6% до 49,2%. Уровень адвентизации сеgetальных флор достаточно высок. Сравнительно высокий уровень адвентизации отмечается в сеgetальной флоре Республики Башкортостан, Ростовской области и Алтайского края (см. табл. 1). При этом доля археофитов в составе чужеродной фракции колеблется от 44% до 60%, что свидетельствует об их важной роли в сложении видового состава чужеродных фракций сеgetальных флор разных регионов.

Таблица 1. Показатели видового богатства и систематического разнообразия сравниваемых сеgetальных флор в целом и по отдельным фракциям

Table 1. Indicators of the species richness and systematic diversity in the compared segetal floras: aggregately and for individual fractions

Основные параметры / Major parameters	ЛО / LP	НО / NP	ВО / VP	УР / UR	РБ / RB	СО / SP	РО / RP	АК / AT
Сеgetальная флора в целом / Species composition of the segetal flora aggregately								
Число видов / Number of species	297	260	236	346	298	255	315	370
Число родов / Number of genera	169	158	156	214	188	165	194	221
Число семейств / Number of families	36	35	35	48	37	39	44	46
Число/доля одновидовых семейств / Number/percentage of single-species families	$\frac{5}{13,9}$	$\frac{8}{22,9}$	$\frac{12}{34,3}$	$\frac{17}{35,4}$	$\frac{13}{35,1}$	$\frac{13}{33,3}$	$\frac{10}{22,7}$	$\frac{10}{21,8}$
Число/доля одновидовых родов / Number/percentage of single-species genera	$\frac{105}{62,1}$	$\frac{105}{66,5}$	$\frac{114}{73,1}$	$\frac{150}{70,1}$	$\frac{125}{66,5}$	$\frac{117}{70,9}$	$\frac{127}{65,5}$	$\frac{146}{66,1}$
Среднее количество видов в семействе / Average number of species in a family	8,25	7,43	6,74	7,21	8,05	6,54	7,16	8,04
Среднее количество родов в семействе / Average number of genera in a family	4,69	4,51	4,46	4,46	5,08	4,23	4,41	4,80
Среднее количество видов в роде / Average number of species in a genus	1,76	1,65	1,51	1,62	1,59	1,55	1,62	1,67

Таблица 1. Продолжение

Table 1. Continued

Основные параметры / Major parameters	ЛО / LP	НО / NP	ВО / VP	УР / UR	РБ / RB	СО / SP	РО / RP	АК / AT
Аборигенная фракция / Native fraction								
Число видов / Number of species	173	144	137	209	157	142	160	191
Число родов Number of genera	107	93	96	132	107	97	111	129
Число семейств / Number of families	30	28	28	36	25	29	35	33
Число/доля одновидовых семейств / Number/percentage of single-species families	$\frac{8}{26,7}$	$\frac{7}{25,0}$	$\frac{11}{39,3}$	$\frac{12}{33,3}$	$\frac{5}{20,0}$	$\frac{11}{37,9}$	$\frac{14}{40,0}$	$\frac{10}{30,3}$
Число/доля одновидовых родов / Number/percentage of single-species genera	$\frac{72}{67,3}$	$\frac{66}{70,9}$	$\frac{77}{80,2}$	$\frac{93}{70,5}$	$\frac{72}{67,3}$	$\frac{70}{72,1}$	$\frac{81}{72,9}$	$\frac{94}{72,9}$
Среднее количество видов в семействе / Average number of species in a family	5,77	5,14	4,89	5,81	6,28	4,90	4,57	5,79
Среднее количество родов в семействе / Average number of genera in a family	3,57	3,32	3,43	3,67	4,28	3,34	3,17	3,91
Среднее количество видов в роде / Average number of species in a genus	1,62	1,55	1,43	1,58	1,47	1,46	1,44	1,48
Чужеродная фракция / Alien fraction								
Число видов / Number of species	124	116	99	137	141	113	155	179
Число археофитов/ неофитов / Number of archaeophytes/ neophytes	65/59	68/48	60/39	67/70	68/73	64/49	85/70	79/100
Число родов / Number of genera	86	81	71	102	104	86	103	121
Число семейств / Number of families	26	25	23	31	29	29	31	35
Число/доля одновидовых семейств / Number/percentage of single-species families	$\frac{10}{38,5}$	$\frac{12}{48,0}$	$\frac{9}{39,1}$	$\frac{15}{48,4}$	$\frac{12}{41,4}$	$\frac{14}{48,3}$	$\frac{14}{45,2}$	$\frac{13}{37,1}$
Число/доля одновидовых родов / Number percentage of single- species genera	$\frac{64}{74,4}$	$\frac{61}{75,3}$	$\frac{53}{74,7}$	$\frac{78}{76,5}$	$\frac{82}{78,9}$	$\frac{67}{77,9}$	$\frac{70}{67,9}$	$\frac{87}{71,9}$

Таблица 1. Окончание

Table 1. The end

Основные параметры / Major parameters	ЛО / LP	НО / NP	ВО / VP	УР / UR	РБ / RB	СО / SP	РО / RP	АК / AT
Чужеродная фракция / Alien fraction								
Уровень адвентизации, % / Proportion of alien plants, %	41,8	44,6	41,9	39,6	47,3	44,3	49,2	48,4
Среднее количество видов в семействе / Average number of species in a family	4,77	4,64	4,30	4,42	4,86	3,90	5,00	5,11
Среднее количество родов в семействе / Average number of genera in a family	3,31	3,24	3,09	3,29	3,59	2,97	3,32	3,46
Среднее количество видов в роде / Average number of species in a genus	1,44	1,43	1,39	1,34	1,36	1,31	1,50	1,48

Примечание: ЛО – Ленинградская область; НО – Новгородская область; ВО – Вологодская область; УР – Удмуртская Республика; РБ – Республика Башкортостан; СО – Свердловская область; РО – Ростовская область; АК – Алтайский край

Note: LP – Leningrad Province; NP – Novgorod Province; VP – Vologda Province; UR – Udmurt Republic; RB – Republic of Bashkortostan; SP – Sverdlovsk Province; RP – Rostov Province; AT – Altai Territory

Наиболее богатыми по числу родов и семейств как аборигенной, так и чужеродной фракций являются сегетальные флоры Удмуртии, Ростовской области и Алтайского края (см. табл. 1).

Не прослеживаются ботанико-географических закономерностей в изменении доли одновидовых семейств и родов в сравниваемых сегетальных флорах. Доля одновидовых семейств в аборигенной фракции составляет от 20% в сегетальной флоре Башкирии до 40% в сегетальной флоре Ростовской области. В чужеродной фракции доля одновидовых семейств изменяется от 37% в сегетальной флоре Алтайского края до 48% в сегетальной флоре Новгородской и Свердловской областей, Удмуртской Республики. Таким образом, в чужеродной фракции больше участие одновидовых семейств. Это отражается на показателе средней видовой насыщенности семейства: видовая насыщенность семейств в среднем в аборигенной фракции выше, чем адвентивной, и составляет 5,4 против 4,6 (см. табл. 1).

В сегетальных флорах систематическое разнообразие видов в родах низко. Примерно две трети родов (57–74%), входящих в состав сравниваемых сегетальных флор, одновидовые (Tretyakova et al., 2020). То же мы наблюдаем и на примере аборигенной и чужеродной фракций сравниваемых флор. Доля одновидовых родов в аборигенной фракции выше в сегетальной флоре Вологодской области – 80%. В других сегетальных флорах она составляет 67–73%. На первом месте по доле одновидовых родов в чужеродной фракции (77–79%) находятся сегетальные флоры Удмуртии, Башкирии и Свердловской области. При этом уровень участия одновидовых родов в аборигенной и чужеродной фракциях практически одинаков и варьирует в пределах 67–80% в аборигенной фракции и 68–79 в чужеродной. Видовая насы-

щенность рода в среднем в аборигенной фракции составляет 1,5, а в чужеродной – 1,4 (см. табл. 1).

2. Флористические спектры сегетальных флор и их сравнение

Ранее нами было показано, что сегетальные флоры далеких в географическом отношении регионов имеет сходную структуру головной части семейственно-видовых спектров (Tretyakova et al., 2020). В частности, наиболее крупными семействами в большинстве сравниваемых сегетальных флор являются Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae.

По сравнению с общим семейственно-видовым спектром, состав ведущих семейств аборигенной фракции сегетальных флор рассматриваемых регионов достаточно разнороден, так же как и ранг семейств (табл. 2). Большой разброс и в числе видов в семействах (от 4 до 37 видов), вошедших в головную часть флористического спектра в аборигенной фракции сегетальных флор различных регионов. Большинство семейственно-видовых спектров характеризуется южным, аридным Ast-Poa-Fab-типом, или средиземноморско-центральноазиатским по А. П. Хохрякову (Khokhryakov, 2000). К этому типу относятся аборигенные фракции флор Новгородской, Вологодской, Свердловской областей и Удмуртии. В спектре аборигенной фракции сегетальной флоры Алтайского края повышается значимость семейства Fabaceae, которое занимает 2-е место по богатству видами во флоре (Ast-Fab-Poa). В аборигенной фракции Ленинградской области отмечен Ast-Poa-Car-вариант флоры. В спектре аборигенной фракции Ростовской области, расположенной в степной зоне, 3-е место занимает семейство Scrophulariaceae (Ast-Poa-Scr). Более резкие перестановки в спектре ведущих семейств в аборигенной фракции сегетальной флоры Башкирии, который возглавляют Ast-Fab-Lam.

Таблица 2. Ведущие по числу видов семейства в аборигенных фракциях сравниваемых сеgetальных флор
Table 2. Families leading in the number of species within the native fractions of the compared segetal floras

Семейство / Families	ЛО / LP	НО / NP	ВО / VP	УР / UR	РБ / RB	СО / SP	РО / RP	АК / AT
Asteraceae Dumort.	$\frac{28}{1}$	$\frac{21}{1}$	$\frac{22}{1}$	$\frac{32}{1}$	$\frac{28}{1}$	$\frac{22}{1-2}$	$\frac{29}{1}$	$\frac{37}{1}$
Поaceae Barnhart	$\frac{21}{2}$	$\frac{20}{2}$	$\frac{20}{2}$	$\frac{22}{2}$	$\frac{11}{5-6}$	$\frac{22}{1-2}$	$\frac{21}{2}$	$\frac{18}{3}$
Caryophyllaceae Juss.	$\frac{15}{3}$	$\frac{11}{4}$	$\frac{11}{4}$	$\frac{17}{4}$	$\frac{12}{4}$	$\frac{10}{5}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{9}{8-9}$
Fabaceae Lindl.	$\frac{12}{4-5}$	$\frac{13}{3}$	$\frac{12}{3}$	$\frac{19}{3}$	$\frac{18}{2}$	$\frac{12}{3}$	$\frac{11}{4}$	$\frac{19}{2}$
Scrophulariaceae Juss.	$\frac{12}{4-5}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{10}{5-6}$	$\frac{13}{6-7}$	$\frac{10}{7}$	$\frac{6}{8-9}$	$\frac{20}{3}$	$\frac{11}{5}$
Polygonaceae Juss.	$\frac{10}{6}$	$\frac{10}{5}$	$\frac{10}{5-6}$	$\frac{13}{6-7}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{6}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{9}{8-9}$
Rosaceae Juss.	$\frac{9}{7}$	$\frac{5}{8-11}$	$\frac{4}{(10-12)}$	$\frac{14}{5}$	$\frac{11}{5-6}$	$\frac{11}{4}$	$\frac{3}{(11-13)}$	$\frac{10}{6-7}$
Brassicaceae Burnett	$\frac{7}{8}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{4}{(10-12)}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{4}{10-11}$	$\frac{4}{9-10}$	$\frac{8}{10}$
Apiaceae Lindl.	$\frac{6}{9-10}$	$\frac{5}{8-11}$	$\frac{5}{8-9}$	$\frac{6}{11}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{6}{8-9}$	$\frac{1}{(14-16)}$	$\frac{7}{11}$
Juncaceae Juss.	$\frac{6}{9-10}$	$\frac{4}{(12)}$	$\frac{1}{(14)}$	$\frac{3}{(13-14)}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{1}{(13-15)}$	$\frac{3}{(11-13)}$	$\frac{2}{(12-15)}$
Lamiaceae Lindl.	$\frac{5}{11-12}$	$\frac{5}{8-11}$	$\frac{7}{7}$	$\frac{11}{8}$	$\frac{13}{3}$	$\frac{7}{7}$	$\frac{10}{5}$	$\frac{13}{4}$
Ranunculaceae Juss.	$\frac{5}{11-12}$	$\frac{5}{8-11}$	$\frac{5}{8-9}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{3}{(11-12)}$	$\frac{4}{10-11}$	$\frac{3}{(11-13)}$	$\frac{2}{(13-15)}$
Equisetaceae Michx. ex DC.	$\frac{3}{(13-14)}$	$\frac{3}{(13-14)}$	$\frac{4}{(10-12)}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{2}{(13-14)}$	$\frac{3}{(12)}$	$\frac{1}{(14-16)}$	$\frac{2}{(12-15)}$
Boraginaceae Juss.	$\frac{3}{(13-14)}$	$\frac{3}{(13-14)}$	$\frac{2}{(13)}$	$\frac{3}{(13-14)}$	$\frac{3}{(11-12)}$	$\frac{1}{(13-15)}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{2}{(12-15)}$
Сyperaceae Juss.	$\frac{1}{(15)}$	$\frac{2}{(16)}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{1}{(15)}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{1}{(13-15)}$	$\frac{4}{9-10}$	$\frac{0}{-}$
Chenopodiaceae Vent.	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{2}{(13-14)}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{1}{(14-16)}$	$\frac{10}{6-7}$
Всего в 10 ведущих семействах, % / Totally in 10 leading families, %	72,8	72,2	77,4	74,6	80,9	76,8	73,8	75,4

Примечание: в числителе указано абсолютное число видов в семействе, в знаменателе – ранг семейства в спектре

Note: the numerator indicates the absolute number of species in the family; the denominator indicates the rank of the family in the spectrum

Относительная значимость и ранг семейств, замыкающих головную часть сравниваемых семейственно-видовых спектров, в большинстве случаев не совпадают (см. табл. 2). Следует отметить, что наблюдается большее сходство по расположению семейств во флористических спектрах близко расположенных флор, как, например,

в северо-западной части европейской России. При этом ранг отдельных семейств резко отличается от остальных сравниваемых флор во флористических спектрах сеgetальных флор Алтайского края и Ростовской области, что вполне закономерно, так как они располагаются южнее, в степной зоне. На наш взгляд, спектры ведущих се-

мейств аборигенной фракции сравниваемых сеgetальных флор обнаруживают ботанико-географические различия, связанные с зональным положением их территорий.

Ведущие семейства чужеродной фракции в сеgetальных флорах различных регионов представлены 4–34 видами. Структура ведущих семейств по числу видов в чу-

жеродной фракции сравниваемых сеgetальных флор единообразнее – состав семейств практически полностью совпадает, а их ранг изменяется незначительно. Положение ведущих семейств в семейственно-видовых спектрах чужеродных фракций более стабильно в сравнении с таковым в аборигенных фракциях (табл. 3). Первые позиции в спектре занимают семейства Asteraceae,

Таблица 3. Ведущие семейства по числу видов чужеродных фракциях сравниваемых сеgetальных флор

Table 3. Families leading in the number of species within the alien fractions of the compared segetal floras

Семейство / Families	ЛО / LP	НО / NP	ВО / VP	УР / UR	РБ / RB	СО / SP	РО / RP	АК / AT
Asteraceae Dumort.	$\frac{20}{1}$	$\frac{19}{2}$	$\frac{15}{1-3}$	$\frac{21}{1}$	$\frac{26}{1}$	$\frac{17}{2}$	$\frac{34}{1}$	$\frac{28}{1}$
Brassicaceae Burnett	$\frac{22}{2}$	$\frac{21}{1}$	$\frac{15}{1-3}$	$\frac{19}{2}$	$\frac{21}{2}$	$\frac{18}{1}$	$\frac{16}{3}$	$\frac{22}{2-3}$
Поaceae Barnhart	$\frac{10}{3}$	$\frac{16}{3}$	$\frac{15}{1-3}$	$\frac{17}{3}$	$\frac{18}{3}$	$\frac{14}{3}$	$\frac{30}{2}$	$\frac{22}{2-3}$
Fabaceae Lindl.	$\frac{9}{4-5}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{8}{4}$	$\frac{12}{4}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{13}{4}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{16}{4}$
Chenopodiaceae Vent.	$\frac{9}{4-5}$	$\frac{9}{4}$	$\frac{7}{5}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{15}{4}$	$\frac{5}{6-7}$	$\frac{8}{6}$	$\frac{12}{5}$
Boraginaceae Juss.	$\frac{7}{6-7}$	$\frac{8}{5}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{5}{6-7}$	$\frac{10}{4}$	$\frac{9}{6-7}$
Lamiaceae Lindl.	$\frac{7}{6-7}$	$\frac{7}{6}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{9}{5}$	$\frac{9}{6-7}$
Apiaceae Lindl.	$\frac{5}{8-9}$	$\frac{3}{9-12}$	$\frac{2}{(12-14)}$	$\frac{4}{9-12}$	$\frac{4}{8-10}$	$\frac{2}{(11-13)}$	$\frac{4}{8-10}$	$\frac{6}{8}$
Caryophyllaceae Juss.	$\frac{5}{8-9}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{4}{9-12}$	$\frac{4}{8-10}$	$\frac{4}{8-9}$	$\frac{1}{(13-14)}$	$\frac{4}{(11-13)}$
Scrophulariaceae Juss.	$\frac{4}{10}$	$\frac{3}{9-12}$	$\frac{3}{9-11}$	$\frac{4}{9-12}$	$\frac{3}{9-11}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{4}{8-10}$	$\frac{1}{(14-15)}$
Polygonaceae Juss.	$\frac{3}{(11-13)}$	$\frac{3}{9-12}$	$\frac{3}{9-11}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{2}{(12-15)}$	$\frac{4}{8-9}$	$\frac{1}{(13-14)}$	$\frac{4}{(11-13)}$
Amaranthaceae Juss.	$\frac{3}{(11-13)}$	$\frac{3}{9-12}$	$\frac{3}{9-11}$	$\frac{3}{(13-14)}$	$\frac{4}{8-10}$	$\frac{1}{(14-15)}$	$\frac{3}{(11-12)}$	$\frac{4}{(11-13)}$
Onagraceae Juss.	$\frac{1}{(15)}$	$\frac{1}{(15)}$	$\frac{2}{(12-14)}$	$\frac{4}{9-12}$	$\frac{2}{(12-15)}$	$\frac{1}{(14-15)}$	-	$\frac{1}{(14-15)}$
Solanaceae Juss.	$\frac{3}{(11-13)}$	$\frac{2}{(14)}$	$\frac{2}{(12-14)}$	$\frac{3}{(13-14)}$	$\frac{2}{(12-15)}$	$\frac{2}{(11-13)}$	$\frac{4}{8-10}$	$\frac{5}{9-10}$
Malvaceae Juss.	$\frac{2}{(14)}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{0}{-}$	$\frac{1}{(15)}$	$\frac{2}{(12-15)}$	$\frac{2}{(11-13)}$	$\frac{3}{(11-12)}$	$\frac{5}{9-10}$
Всего в 10 ведущих семействах, % / Totally in 10 leading families, %	79,0	82,8	81,8	75,2	80,9	78,8	80,0	74,9

Примечание: в числителе указано абсолютное число видов в семействе, в знаменателе – ранг семейства в спектре

Note: the numerator indicates the absolute number of species in the family; the denominator indicates the rank of the family in the spectrum

Brassicaceae и Poaceae. Хотя их ранги могут меняться – например, семейство Brassicaceae занимает 1-е место во флористическом спектре чужеродной фракции сеgetальной флоры Новгородской и Свердловской областей, 2-е место в таковом в Ленинградской области, Удмуртии и Башкирии, 3-е место в Ростовской области, и делит 2-3-е место с семейством Poaceae в Алтайском крае.

Последующие 4-е места семейственно-видового спектра занимают семейства Fabaceae, Chenopodiaceae, Boraginaceae и Lamiaceae; их ранги тоже варьируют. Заменяющие семейственно-видовой спектр семейства насчитывают не более пяти чужеродных видов в своем составе. Их расположение очень изменчиво. В большинстве чужеродных фракций изученных сеgetальных флор 8-10-е места спектра занимают семейства Ariaceae, Caryophyllaceae и Scrophulariaceae. Среди наиболее значимых отличий можно отметить попадание в число ведущих семейств Onagraceae в чужеродной фракции сеgetальной флоры Удмуртии, семейства Solanaceae – в таковых Башкирии и Алтайского края и семейства Malvaceae – в Алтайском крае (см. табл. 3).

Большая часть семейств входит в состав головного спектра как аборигенной, так и чужеродной фракций, например, Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae и др. Другими словами, эти семейства содержат большое число как аборигенных, так и чужеродных видов (см. табл. 2, 3). Только в семейственно-видовом спектре аборигенной фракции представлены семейства Rosaceae, Ranunculaceae, Juncaceae, Rubiaceae, Equisetaceae, Cyperaceae. Специфичными для головной части спектра чужеродной фракции являются семейства Amaranthaceae, Onagraceae, Solanaceae и Malvaceae.

Как в аборигенной, так и в чужеродной фракции на долю десяти ведущих семейств приходится около 70–80% видового состава (см. табл. 2, 3). Флоры антропогенно нарушенных территорий характеризуются высокой долей видов в ведущих семействах. А. И. Толмачев (Tolmachev, 1974) подчеркивал, что в головной части семейственно-видовых спектров в экстремальных условиях, как правило, содержится более 60% видового состава флор.

3. Наиболее крупные по числу видов роды в аборигенной и чужеродной фракциях

Сеgetальную флору отличает небольшое число многовидовых родов. Количество многовидовых родов в сравниваемых сеgetальных флорах невелико, всего по 4–6 родов содержат от 5 и более видов. Так, в аборигенной фракции сеgetальной флоры Удмуртии 5 таких родов, Ленинградской области и Алтайском крае – по 4, Вологодской – 3, Новгородской и Ростовской – по 2, а в Свердловской области и Башкирии – только 1 род.

К самому многовидовому роду в аборигенной фракции можно отнести род *Potentilla* L., который представлен максимальным числом видов в сеgetальной флоре Алтайского края (10 видов), 5-6-ю видами в других анализируемых сеgetальных флорах, кроме Ростовской области, где данный род полностью отсутствует.

На втором месте располагаются роды *Rumex* L. (сеgetальная флора Удмуртии) и *Artemisia* L. (сеgetальная флора Алтайского края), представленные 7-ю аборигенными видами.

Роды *Veronica* L., *Poa* L. и *Verbascum* L. насчитывают по 6 видов. Род *Veronica* имеет максимальное число видов в сеgetальных флорах Удмуртии и Ростовской области, но его нет в сеgetальной флоре Алтайского края. Боль-

шим числом аборигенных видов род *Poa* представлен в сеgetальных флорах Удмуртии и Вологодской области. Род *Verbascum* является многовидовым лишь в сеgetальной флоре Ростовской области.

Еще одна группа включает роды, насчитывающие по 5 видов (*Galium* L., *Persicaria* Mill., *Ranunculus* L. и *Plantago* L.). При этом максимальным числом видов род *Galium* представлен в сеgetальной флоре Ленинградской области, род *Persicaria* – Вологодской области, род *Ranunculus* – Удмуртии, а род *Plantago* – в сеgetальной флоре Алтайского края.

В чужеродной фракции сравниваемых флор многовидовых родов, включающих 5–9 видов, еще меньше. Самый крупный род – *Chenopodium* L., насчитывающий 9 чужеродных видов в сеgetальной флоре Алтайского края, по 5 видов в Вологодской области, Удмуртии и Башкирии. На втором месте род *Vicia* L., максимально представленный 5-ю видами лишь в сеgetальной флоре Свердловской области. Составы крупных родов аборигенной и чужеродной фракций не совпадают. Только 1 род – *Veronica* – относится к числу многовидовых в составе как аборигенной, так и чужеродной фракций.

4. Дендрограммы сходства рассматриваемых сеgetальных флор по разным параметрам

Проведенное нами ранее сравнение полного видового состава сеgetальных флор показало, что наиболее близки сеgetальные флоры географически близко расположенных регионов: наибольшее сходство выявлено между сеgetальными флорами северо-запада европейской части России (Ленинградской, Новгородской и Вологодской областей, $KJ = 0,57–0,67$), а также Урала и Предуралья (Удмуртии и Свердловской области, $KJ = 0,56$). Максимально дистанцированы сеgetальные флоры Алтайского края и Ростовской области – коэффициент видового сходства не превышает 0,4 (Tret'yakova et al., 2020; рис. 1).

Здесь проведено сравнение всего видового состава как аборигенной, так и чужеродной фракций изученных сеgetальных флор (рис. 2), а также нами рассмотрено сходство семейственно-видовых (рис. 3) и родовых (рис. 4) спектров этих фракций. Во всех вариантах сравнения нами получены сходные закономерности.

Видовой состав аборигенных растений обнаруживает большее сходство в сеgetальных флорах Ленинградской, Новгородской, Вологодской, Свердловской областей и Удмуртской Республики (см. рис. 2а, 3а, 4а). При этом уровень их видового и родового сходства высокий и изменяется от 0,65 до 0,83 и 0,66–0,82 соответственно. Уровень сходства семейственных спектров ожидаемо существенно выше – 0,85–0,90. На наш взгляд, высокое сходство аборигенной фракции данных сеgetальных флор можно объяснить их зональным положением – они расположены в бореальной зоне европейской части России и Урала.

Аборигенные фракции в сеgetальных флорах Республики Башкортостан, Алтайского края и Ростовской области являются менее сходными с остальными флорами (см. рис. 2а, 3а, 4а). Например, коэффициент видового сходства аборигенной фракции сеgetальной флоры Республики Башкортостан не превышает 0,60, Ростовской области – 0,55, Алтайского края – 0,48. Отличия в составе аборигенной фракции рассматриваемых сеgetальных флор прослеживаются и на уровне родовых и семейственных спектров. Очевидно, что эти отличия также определяются географическим положением перечисленных сеgetальных флор. Они расположены в лесостепной

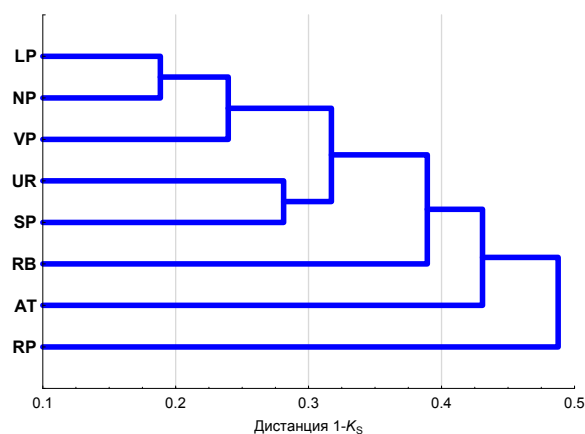


Рис. 1. Дендрограмма сходства видового состава сравниваемых сеgetальных флор (индекс Sørensen, K_S)
Figure 1. Dendrogram of similarity in the species composition of the compared segetal floras (Sørensen index, K_S)

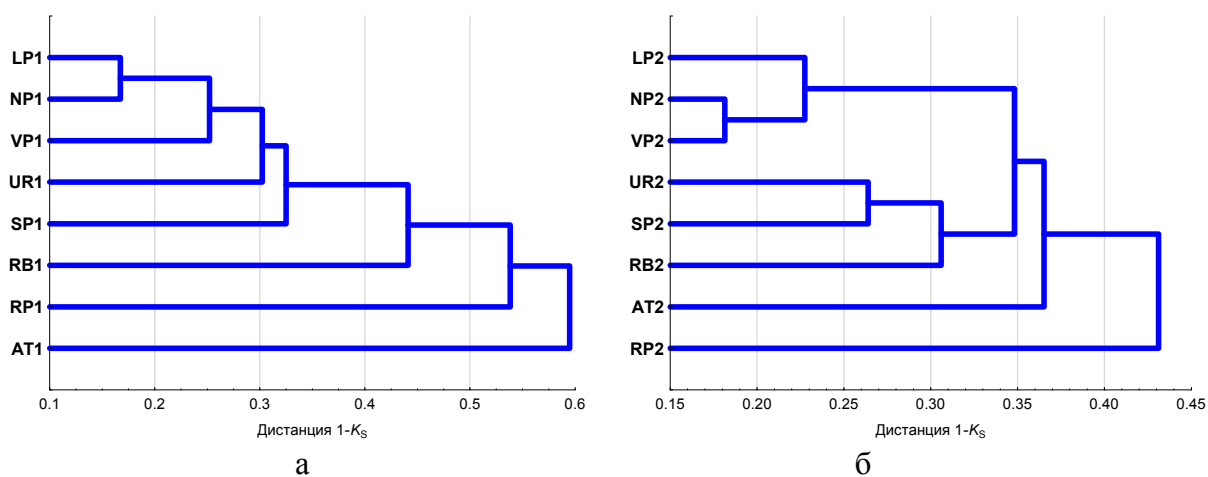


Рис. 2. Дендрограммы сходства видового состава аборигенной (а) и чужеродной (б) фракций сравниваемых сеgetальных флор (индекс Sørensen, K_S)
Figure 2. Dendrograms of similarity in the species composition of the native (а) and alien (б) fractions of the compared segetal floras (Sørensen index, K_S)

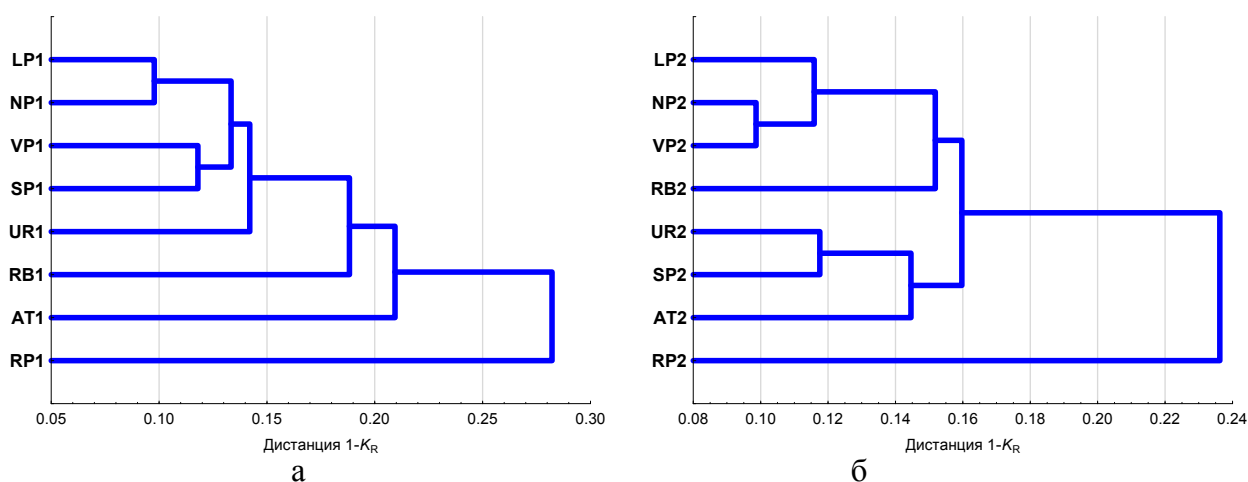


Рис. 3. Дендрограммы сходства аборигенной (а) и чужеродной (б) фракций сравниваемых сеgetальных флор по семейственно-видовым спектрам (индекс Renkonen, K_R)
Figure 3. Dendrograms of similarity in the species composition of the native (а) and alien (б) fractions of the compared segetal floras according to family-species spectra (Renkonen index, K_R)

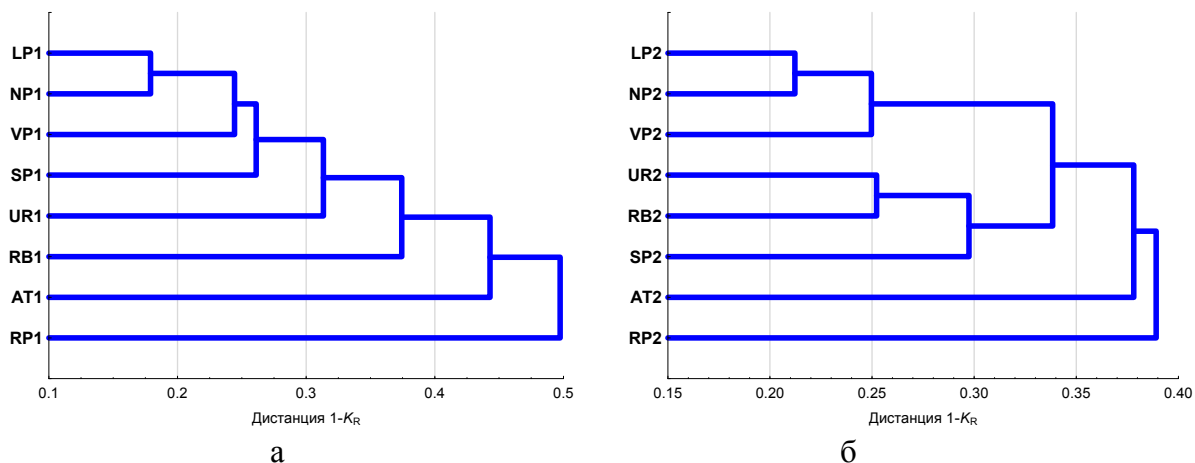


Рис. 4. Дендрограммы сходства аборигенной (а) и чужеродной (б) фракций сравниваемых сеgetальных флор по родовым спектрам (индекс Renkonen, K_R)

Figure 4. Dendrograms of similarity in the genus composition of the native (а) and alien (б) fractions of the compared segetal floras (Renkonen index, K_R)

и степной зонах на юге европейской части РФ, на Урале и в юго-восточной части Западной Сибири.

По сходству видового состава чужеродной фракции сравниваемые сеgetальные флоры разделяются на два кластера (см. рис. 2б). Первый включает более северные европейские сеgetальные флоры Ленинградской, Новгородской и Вологодской областей. Второй кластер образуют флоры, расположенные на Урале и в Приуралье (Свердловской области, Удмуртской Республике и Республике Башкортостан). К ним, с невысоким уровнем сходства, примыкает флора Алтайского края и, с еще меньшим уровнем сходства, флора Ростовской области (см. рис. 2б). Те же закономерности сохраняются при рассмотрении родовых спектров (см. рис. 4б). По составу семейств чужеродные фракции сеgetальных флор обнаруживают высокий уровень сходства друг с другом (0.70–0.90). В то же время сохраняется дистанцированность чужеродной фракции сеgetальной флоры Ростовской области (см. рис. 3б).

При этом уровни сходства в аборигенной фракции несколько ниже, чем в чужеродной – 0,58 против 0,65. Это говорит о большей вариабельности видового состава аборигенных растений в сравнении с чужеродными.

Заключение

Таким образом, богатство аборигенных растений в изученных сеgetальных флорах несколько выше, чем чужеродных, и насчитывает 137–209 видов, в то время как чужеродная фракция представлена 99–179 видами. Минимальное число как аборигенных, так и чужеродных видов растений отмечено в составе сеgetальной флоры Вологодской области, максимальное число аборигенных видов отмечено в составе сеgetальной флоры Удмуртской Республики, а чужеродных – Алтайского края. Семейства Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Lamiaceae, Caryophyllaceae, Scrophulariaceae входят в состав головного спектра как аборигенной, так и чужеродной фракций. Структура семейственно-видового спектра чужеродной фракции единообразнее по сравнению с таковой аборигенной фракции.

При сравнении видового состава аборигенной и чужеродной фракций изученных сеgetальных флор различных регионов России, а также сравнении семействен-

ных и родовых спектров этих фракций получены сходные закономерности – географически близкие регионы имеют большее сходство сеgetальных флор. На наш взгляд, это подтверждает отмеченную ранее зональность в распространении видов сорных растений (Maltsev, 1962; Nikitin, 1983).

Повышение видового сходства чужеродных видов объясняется общей историей развития сельского хозяйства в сравниваемых регионах. Наиболее длительную историю имеет развитие сельского хозяйства Ростовской, Новгородской и Вологодской областей, Башкирии и Удмуртии – здесь земледелие известно с эпохи бронзы, наиболее активно начинает развиваться со средневековья IX–X вв. (Poluektov, 1994; Bakhtizin et al., 2007; Tuganaev V.V., Tuganaev A.V., 2009). Сеgetальная флора Свердловской и Ленинградской областей, Алтайского края складывалась с XVII–XVIII вв. (Shadursky, 1991; The history of the Urals..., 2002; Sushkov, Bruleva, 2006; The history of Altai..., 2019). По мнению Е. Н. Синской (Sinskaya, 1969), территории данных регионов (Русская равнина, Западная Сибирь) являются областью влияния Древнего Средиземноморья. Этим можно объяснить высокое сходство основных возделываемых культур – пшеница, просо, гречиха, озимая рожь, а также ячмень, овес. Основное влияние на развитие сельского хозяйства оказало русское население. На начальных этапах русские переселенцы использовали привозной посевной материал (Shadursky, 1991), что способствовало расселению вместе с культурными растениями и сорняков.

Изучение аборигенной и чужеродной фракций сеgetальных региональных флор способствует более глубокому пониманию формирования сеgetальной флоры в целом и ее связи как с местной флорой данного региона, так и с видами растений из флор отдаленных регионов, пополнение которыми происходило и происходит в результате заноса диаспор с посевным материалом и иными путями.

Выявленные отличия в видовом составе и структуре двух фракций сеgetальных флор разных регионов обуславливают необходимость дифференцированного подхода к разработке региональных систем защиты культурных растений, значительно повышая роль фитосанитарного мониторинга и охрану отдельных сеgetальных растений.

References / Литература

- Bakhtizin N.R., Minniakhmetov I.S., Shcherbakov B.T., Yanguzin R.Z. Agriculture (Zemledeliye). In: *Bashkir Encyclopedia. Vol. 3*. Ufa; 2007. p.57-59. [in Russian] (Бахтизин Н.Р., Миннихметов И.С., Щербаков Б.Т., Янгузин Р.З. Земледелие. В кн.: *Башкирская энциклопедия. Т. 3*. Уфа; 2007. С.57-59).
- Czekanowski J. "Coefficient of racial likeness" und "durchschnittliche Differenz". *Anthropologischer Anzeiger*. 1932;9(3-4):227-249. [in German]
- Dice L.R. Measures of the amount of ecologic association between species. *Ecology*. 1945;26(3):297-302. DOI: 10.2307/1932409
- Espinosa-García F.J., Villaseñor J.L., Vibrans H. Geographical patterns in native and exotic weeds of Mexico. *Weed Technology*. 2004;18(1):1552-1558. DOI: 10.1614/0890-037X(2004)018[1552:GPINAE]2.0.CO;2
- Glennitz M., Radics I., Hoffmann J., Czimber G. Weed species richness and species composition of different arable field types – A comparative analysis along a climate gradient from south to north Europe. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2006;special issue:577-586.
- Holub J., Procházká F. Red list of vascular plants of the Czech Republic – 2000. *Preslia*. 2000;72(2):187-230.
- International Plant Names Index (IPNI). The Royal Botanic Gardens, Kew; Harvard University Herbaria; Libraries and Australian National Botanic Gardens; 2021. Available from: <http://www.ipni.org> [accessed Sept. 30, 2021].
- Jaccard P. Contribution au problème de l'immigration post-glaciaire de la flore Alpine. *Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles*. 1900;36(136):87-130. DOI: 10.5169/seals-266069 [in French]
- Khasanova G.R., Lebedeva M.V., Mirkin B.M., Naumova L.G. Consequences of advances in agricultural technologies for the distribution of segetal plant communities and species in the Republic of Bashkortostan *Russian Journal of Ecology*. 2017;48(5):491-494. DOI: 10.1134/S106741361705006X
- Khokhryakov A.P. Taxonomic spectra and their role in comparative floristry (Taksonomicheskkiye spektry i ikh rol v sravnitel'noy floristike). *Botanicheskii zhurnal = Botanical Journal*. 2000;85(5):1-11. [in Russian] (Хохряков А.П. Таксономические спектры и их роль в сравнительной флористике. *Ботанический журнал*. 2000;85(5):1-11).
- Lososová Z., Chytrý M., Cimalová S., Kropáč Z., Otýpková Z., Pyšek P., Tichý L. Weed vegetation of arable land in Central Europe: Gradients of diversity and species composition. *Journal of Vegetation Science*. 2004;15(3):415-422. DOI: 10.1111/j.1654-1103.2004.tb02279.x
- Luneva N.N. Weeds and weed flora as the basis for phytosanitary zoning (a review). *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(2):139-150. [In Russian] (Лунева Н.Н. Сорные растения и сорная флора как основа фитосанитарного районирования (обзор). *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(2):139-150). DOI: 10.30901/2227-8834-2021-2-139-150
- Luneva N.N., Bochkarev D.V., Nikolskiy A.N. Distribution of weed plants in regions (in Republic of Mordovia and Leningrad region as examples). *Plant Protection News*. 2017;1(91):33-38. [in Russian] (Лунева Н.Н., Бочкарев Д.В., Никольский А.Н. Распространение сорных растений в регионах (на примере Республики Мордовия и Ленинградской области). *Вестник защиты растений*. 2017;1(91):33-38).
- Luneva N.N., Mysnik E.N. Ecological and geographical approach in predicting the species composition of weeds. *Journal of Plant Protection and Quarantine*. 2014;(8):20-23. [in Russian] (Лунева Н.Н., Мысник Е.Н. Эколого-географический подход в прогнозировании видового состава сорных растений. *Защита и карантин растений*. 2014;(8):20-23).
- Maltsev A.I. Weedy vegetation in the USSR and measures to combat it (Sornaya rastitelnost SSSR i меры borby s ney). Moscow; Leningrad: Selkhozgiz; 1962. [in Russian] (Мальцев А.И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с ней. Москва; Ленинград: Сельхозгиз; 1962).
- Naumova L.G., Mirkin B.M., Muldashev A.A., Martynenko V.B., Yamalov S.M. Flora and vegetation of Bashkortostan (Flora i rastitelnost Bashkortostana). Ufa: Bashkir State Pedagogical University; 2011. [in Russian] (Наумова Л.Г., Миркин Б.М., Мулдашев А.А., Мартыненко В.Б., Ямалов С.М. Флора и растительность Башкортостана. Уфа: Башкирский государственный педагогический университет; 2011).
- Nikitin V.V. Weedy species in the flora of the USSR (Sornye rasteniya flory SSSR). Leningrad: Nauka; 1983. [in Russian] (Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР. Ленинград: Наука; 1983).
- Pal R.W., Pinke G., Botta-Dukát Z., Campetella G., Bartha S., Kalocsai R. et al. Can management intensity be more important than environmental factors? A case study along an extreme elevation gradient from central Italian cereal fields. *Plant Biosystems*. 2013;147(2):343-353. DOI: 10.1080/11263504.2012.753485
- Palkina T.A. Tendencies of dynamics of segetal flora of the Ryazan region. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*. 2011;4(12):15-19. [in Russian] (Палкина Т.А. Тенденции динамики сеgetальной флоры Рязанской области. *Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева*. 2011;4(12):15-19).
- Pesenko Yu.A. Principles and methods of quantitative analysis in faunal research (Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh). Moscow: Nauka; 1982. [in Russian] (Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. Москва: Наука; 1982).
- Petit S., Boursault A., Le Guilloux M., Munier-Jolain N., Reboud X. Weeds in agricultural landscapes. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2011;31(2):309-317. DOI: 10.1051/agro/2010020
- Poluektov E.V. From the history of agriculture on the Don (Iz istorii zemledeliya na Donu). Novocherkassk; 1994. [in Russian] (Полуэктов Е.В. Из истории земледелия на Дону. Новочеркасск; 1994).
- Renkonen O. Statistisch-ökologische Untersuchungen über die terrestrische Käferwelt der finnischen Bruchmoore. *Annales Botanici Societatis Zoologicae-Botanicae Fennicae Vanamo*. 1938;6(1):1-231. [in German]
- Shadursky V.I. Folk experience in agriculture of the Trans-Urals in the 17th – early 18th century (Narodnyy opyt zemledeliya Zauralya v XVII – nachale XVIII veka). Sverdlovsk; 1991. [in Russian] (Шадурский В.И. Народный опыт земледелия Зауралья в XVII – начале XVIII века. Свердловск; 1991).
- Sinskaya E.N. Historical geography of cultivated flora. (Istoricheskaya geografiya kulturnoy flory). Lenin-

- grad: Kolos; 1969. [in Russian] (Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры. Ленинград: Колос; 1969).
- Sørensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analysis of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter / Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*. 1948;5(4):1-34.
- Sushkov S.F., Bruleva M.V. Agrarian development in Saint Petersburg region in the XIX century. *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities and Sciences*. 2006;6(16):163-179. [in Russian] (Сушков С.Ф., Брулева М.В. Аграрное развитие Санкт-Петербургской губернии в XIX веке. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена*. 2006;6(16):163-179).
- Takhtajan A.L. Magnoliophyte system (Sistema magnoliofitov). Leningrad: Nauka; 1987. [In Russian] (Тахтаджян А.Л. Система магнолиофитов. Ленинград: Наука; 1987).
- The history of Altai: in 3 volumes. Vol. 2: Altai at the end of the 17th – beginning of the 20th century (Istoriya Altaya: v 3-kh t. T. 2. Altay v kontse XVII – nachale XX v.). Barnaul: Altai University; Belgorod: Constanta; 2019. [in Russian] (История Алтая: в 3-х т. Т. 2: Алтай в конце XVII – начале XX в. Барнаул: Алтайский университет; Белгород: Константа; 2019).
- The history of the Urals from ancient times to the end of the 19th century (Istoriya Urala s drevneyshikh vremen do kontsa XIX mю). Yekaterinburg: Ural University; 2002. [in Russian] (История Урала с древнейших времен до конца XIX в. Екатеринбург: Уральский университет; 2002).
- Tolmachev A.I. Introduction to the geography of plants (Vvedeniye v geografiyu rasteniy). Leningrad: Leningrad State University; 1974. [in Russian] (Толмачев А.И. Введение в географию растений. Ленинград: Ленинградский государственный университет; 1974).
- Tretyakova A.S., Baranova O.G., Luneva N.N., Terexhina T.A., Yamalov S.M., Lebedeva M.V., Khasanova G.R., Grudanov N.Yu. Segetal flora of some regions of Russia: characteristics of the taxonomic structure. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2020;181(2):123-133. [in Russian] (Третьякова А.С., Баранова О.Г., Лунева Н.Н., Терехина Т.А., Ямалов С.М., Лебедева М.В., Хасанова Г.Р., Груданов Н.Ю. Сегетальная флора некоторых регионов России: характеристика таксономической структуры. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2020;181(2):123-133). DOI: 10.30901/2227-8834-2020-2-123-133
- Tretyakova A.S., Kondratkov P.V. Dynamics of the segetal species composition in the Sverdlovsk region. *Botanicheskii zhurnal = Botanical Journal*. 2018;103(12):1607-1622. [In Russian] (Третьякова А.С., Кондратов П.В. Изменения видового состава сегетальных растений Свердловской области. *Ботанический журнал*. 2018;103(12):1607-1622). DOI: 10.1134/S0006813618120086
- Tuganaev V.V. Changes in the composition of the most common weed components of agrophytocenoses in Tatarstan over the past 40–50 years (Izmeneniye sostava naibol'eye rasprostranennykh sornykh komponentov agrofittotsenozov Tatarii za posledniye 40–50 let). *Botanicheskii zhurnal = Botanical journal*. 1970;55(12):1820-1822. [in Russian] (Туганаев В.В. Изменение состава наиболее распространенных сорных компонентов агрофитоценозов Татарии за последние 40–50 лет. *Ботанический журнал*. 1970;55(12):1820-1822).
- Tuganaev V.V., Tuganaev A.V. Agroecosystems of the Ante-Urals and the Middle Volga: from the beginning of agriculture to the present (Agroekosistemy Preduralya i Srednego Povolzhya: ot nachala zemledeliya do sovremennosti). *Byulleten botanicheskogo sada Saratovskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University*. 2009;(8):25-46. [in Russian] (Туганаев В.В., Туганаев А.В. Агроэко-системы Предуралья и Среднего Поволжья: от начала земледелия до современности. *Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета*. 2009;(8):25-46).
- Ulyanova T.N. Weeds in the flora of Russia and neighboring states (Sornye rasteniya vo flore Rossii i sopredelnykh gosudarstv). Barnaul: Azbuka; 2005. [in Russian] (Ульянова Т.Н. Сорные растения во флоре России и сопредельных государств. Барнаул: Азбука; 2005).
- Van Elsen T. Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2000;77(1):101-109. DOI: DOI:10.1016/S0167-8809(99)00096-1
- Zverev A.A. Information technologies in the studies of vegetation (Informatsionnye tekhnologii v issledovaniyakh rastitelnogo pokrova). Tomsk: TML-Press; 2007. [in Russian] (Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Томск: ТМЛ-пресс; 2007).

Информация об авторах

Ольга Германовна Баранова, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук, 197376 Россия, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2, OBaranova@binran.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2964-0832>

Алена Сергеевна Третьякова, доктор биологических наук, профессор, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 620003 Россия, Екатеринбург, ул. Мира, 19, Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, 620144 Россия, Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202а, alyona.tretyakova@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8735-4482>

Наталья Николаевна Лунева, кандидат биологических наук, руководитель сектора, Всероссийский институт защиты растений, 196608 Россия, Санкт-Петербург, Пушкин, ш. Подбельского, 3, natalja.luneva2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7972-6362>

Андрей Анатольевич Зверев, кандидат биологических наук, доцент, Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050 Россия, Томск, пр. Ленина, 36, старший научный сотрудник, Центральный сибир-

ский ботанический сад Сибирского отделения Российской академии наук, 630090 Россия, Новосибирск, ул. Золотодолинская, 101, ibiss@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4394-4605>

Павел Вячеславович Кондратков, кандидат биологических наук, ассистент департамента, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 620003 Россия, Екатеринбург, ул. Мира, 19, pavel.kondratkov@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-5455>

Татьяна Александровна Терехина, доктор биологических наук, профессор, Алтайский государственный университет, 656049 Россия, Барнаул, ул. Ленина, 61, kafbotasu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0807-1551>

Гульназ Римовна Хасанова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450059 Россия, Уфа, ул. Рихарда Зорге, 19, gulnazrim@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5971-9680>

Сергей Маратович Ямалов, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450080 Россия, Уфа, ул. Менделеева, 195/3, yamalovsm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7052-522X>

Мария Владимировна Лебедева, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, 450080 Россия, Уфа, ул. Менделеева, 195/3, lebedevamv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5020-527X>

Information about the authors

Olga G. Baranova, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 2 Professora Popova Street, St. Petersburg 197376, Russia, OBaranova@binran.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2964-0832>

Alyona S. Tretyakova, Dr. Sci. (Biology), Professor, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 19 Mira St., Yekaterinburg 620003, Russia, Botanical Garden, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 202a 8 Marta St., Yekaterinburg 620144, Russia, alyona.tretyakova@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8735-4482>

Natalya N. Luneva, Cand. Sci. (Biology), Head of a Sector, All-Russian Research Institute of Plant Protection, 3 Podbelskogo Highway, Pushkin, St. Petersburg 196608, Russia, natalja.luneva2010@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7972-6362>

Andrey A. Zverev, Cand. Sci. (Biology), Associate Professor Tomsk State University, 36 Lenina Ave, Tomsk 634050, Russia, Senior Researcher Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 101 Zolotodolinskaya St., Novosibirsk 630090, Russia, ibiss@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4394-4605>

Pavel V. Kondratkov, Cand. Sci. (Biology), Department Assistant, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 19 Mira St., Yekaterinburg 620003, Russia, pavel.kondratkov@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6472-5455>

Tatyana A. Terekhina, Dr. Sci. (Biology), Professor, Altai State University, 61 Lenina ST., Barnaul 656049, Russia, kafbotasu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0807-1551>

Gulnaz R. Khasanova, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Bashkir Research Institute of Agriculture, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 19 Rikharda Zorge St., Ufa 450059, Russia, gulnazrim@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5971-9680>

Sergey M. Yamalov, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleeva St., Ufa 450080, Russia, yamalovsm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7052-522X>

Mariya V. Lebedeva, Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, South-Ural Botanical Garden-Institute, Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, 195/3 Mendeleeva St., Ufa 450080, Russia, lebedevamv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5020-527X>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 06.09.2021; одобрена после рецензирования 14.02.2022; принята к публикации 28.02.2022.

The article was submitted on 06.09.2021; approved after reviewing on 14.02.2022; accepted for publication on 28.02.2022.