

ИНВАЗИОННЫЕ ВИДЫ СЕГЕТАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ЮЖНОГО И СРЕДНЕГО УРАЛА

©2023 Хасанова Г.Р.^{a, *}, Ямалов С.М.^b, Камалетдинова А.А.^b

^a Башкирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа, 450059, Россия

^b Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа, 450080, Россия
email: *gulnazrim@yandex.ru

Поступила в редакцию 04.10.2023. После доработки 20.01.2024. Принята к публикации 15.02.2024

Выполнен анализ инвазионного компонента ценофлоры сегетальных (сорно-полевых) сообществ Южного и Среднего Урала (Республики Башкортостан, Пермского края и Оренбургской области). Всего выявлено 33 инвазионных вида, что составляет 11.3% от всей ценофлоры сегетальных сообществ. Анализ распределения видов в синтаксономическом пространстве сегетальной растительности показал, что инвазионные виды встречаются в 17 синтаксонах соответствующих рангу ассоциации. Число инвазионных видов в них составляет от 1 до 16. Большинство зафиксированных инвазионных видов – ксенофиты (*Rhaponticum repens*, *Amaranthus albus*, *Ambrosia psyllostachya*, *Artemisia sieversiana*, *Ceratocarpus arenarius*, *Bassia scoparia*, *Iva xanthiifolia*, *Sisymbrium volgense*, *Xanthium orientale* и др.) имеют высокие значения постоянства и активности в южной части градиента – в степной и южной части лесостепной зоны. Небольшая группа эргазофитов (*Heracleum sosnowskyi*, *Lupinus polyphyllus*, *Galega orientalis* и др.) тяготеет к северной части градиента к лесной и северной части лесостепной зоны. Ведущими экологическими факторами распределения инвазионных видов выступают: затенение-освещение, температурный режим и континентальность климата. Наиболее уязвимыми к инвазиям сообществами сегетальной растительности региона и своеобразными «коридорами» для продвижения части инвазионных видов с юга на север являются сообщества Оренбургской области, представленные двумя ассоциациями *Amarantho blitoides* – *Lactucetum tataricae* Khasanova et al. 2019 и *Lactucetum tataricae* Rudakov in Mirkin et al. 1985.

Ключевые слова: инвазия, чужеродные виды, сорные виды, карантинные виды, Чёрная книга, сорно-полевые сообщества, синтаксономия.

DOI:10.35885/1996-1499-17-1-133-145

Введение

Сегетальные, или сорно-полевые, фитоценозы являются специфическими синантропными растительными сообществами, которые относятся к так называемым R-моделям фитоценозов, главный фактор формирования которых – сильные нарушения, во многом нивелирующие эдафо-климатические условия среды [Миркин и др., 2007]. То есть на состав видов в таких сообществах наибольшее влияние оказывает фактор постоянного нарушения (вспашка, гербицидные обработки) и, в меньшей степени, факторы экотопа (богатство и увлажнение почв, инсоляция и др.). Видовой состав сорно-полевых сообществ, благодаря банкам семян и вегетативных зачатков, достаточно стабилен. Под влиянием возделываемой культуры меняется лишь ко-

личественная представленность разных видов сорных растений.

Сегетальные сообщества, как и многие другие синантропные растительные сообщества, являются экосистемами, уязвимыми к инвазиям чужеродных видов, в том числе карантинных сорняков, представляющих опасность для сельского хозяйства, природных экосистем и здоровья населения [Purmalis et al., 2023]. Низкая резистентность сегетальных сообществ к инвазиям чужеродных видов связана с неполноценностью синантропных сообществ, отсутствием выраженных доминантов из числа нативных видов и наличием свободных ниш при общих благоприятных условиях среды [Акатов и др., 2009; Ibáñez et al., 2021]. Широкий эколого-ценотический спектр инвазионных видов, их вы-

сокая конкурентоспособность и адаптивный потенциал, быстрое возобновление и вегетативное размножение, устойчивость к болезням и вредителям, резистентность к гербицидам, аллелопатический потенциал приводят к тому, что сеgetальные сообщества становятся не только объектом инвазий опасных видов, но и коридорами для их расселения на новых территориях [Esler, 1988; Novak et al., 2018].

Сеgetальные флора и растительность Южного Урала и прилегающих территорий в пределах Республики Башкортостан, Пермского края и Оренбургской обл. являются многолетним предметом изучения уфимской геоботанической школы [Миркин и др., 1985, 2004; Хасанова, Ямалов, 2013; Корчев и др., 2014; Хасанова и др., 2017, 2018, 2021; Ямалов и др., 2021а, 2021б]. На сегодняшний день собрана обширная база данных геоботанических описаний с точными привязками к местности, сельскохозяйственной культуре и синтаксонам эколого-флористической классификации. Они представляют основное разнообразие сеgetальной растительности региона от зоны темнохвойной тайги (Пермский край) до зоны сухих степей (Оренбургская обл.) [Yamalov et al., 2012].

На сегодняшний день на Южном Урале и прилегающих территориях зафиксировано более 100 инвазионных и потенциально инвазионных видов [Абрамова и др., 2017, 2021]. В то же время инвазионный компонент сеgetальной флоры пока не был предметом специальных исследований и анализировал-

ся эпизодически по отдельным типам сообществ [Хасанова и др., 2021; Ямалов и др., 2021а, 2021б].

Выявление сеgetальных сообществ, наиболее насыщенных инвазионными видами, позволит разработать систему их контроля и мониторинга, а также прогнозировать ожидаемый масштаб и степень опасности процесса распространения опасных видов в агроценозах и природных экосистемах.

В данной работе авторами поставлена цель – оценить представленность инвазионных видов в разных сеgetальных сообществах Южного и Среднего Урала и выявить закономерности их распространения на зональном градиенте.

Природные условия районов исследования

Территория исследования охватывает 4 ботанико-географические зоны (табл. 1).

С севера на юг территория исследования составила 740 км, с запада на восток – 580 км. По градиенту Север – Юг территорию можно условно разделить на три части: северная, центральная и южная (рис. 1).

Северная часть территории исследования (таёжно-лесная и широколиственно-лесная зоны) охватила центральную и южную часть Пермского края и северные районы Республики Башкортостан. С позиции физико-географического районирования территория относится к провинции Высокого Заволжья Русской равнины. Рельеф представлен в ос-

Таблица 1. Краткая характеристика почв и растительности территории исследования

Зона	Преобладающие растительные сообщества	Почвы
Таёжная (хвойно-лесная)	Подтаёжные широколиственно-пихтово-еловые неморально-травяные леса	Дерново среднеподзолистые
Широколиственно-лесная	Дубовые, сосновые, берёзовые, смешанные ильмово-кленово-липовые леса, вторичные леса	Дерново среднеподзолистые
Лесостепная	Остепнённые берёзовые и дубовые леса, остепнённые разнотравные луга, луговые степи	Выщелоченные, типичные и карбонатные чернозёмы
Степная	Разнотравно-типчаково-ковыльные степи, типчаково-ковыльные степи	Обыкновенные и южные чернозёмы, тёмно-каштановые почвы, пески

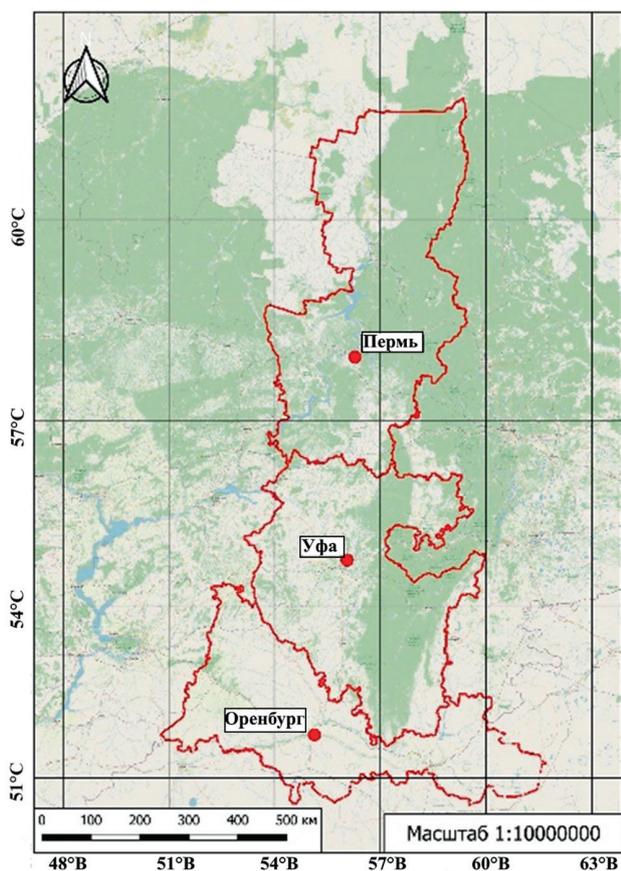


Рис. 1. Регионы исследования.

новном приподнятой холмисто-увалистой равниной со средними высотами 200–400 м над уровнем моря [Атлас..., 2012]. Среднее годовое количество осадков – 450 мм, продолжительность безморозного периода составляет в среднем 116 дней, сумма активных температур составляет 1900–2000 °С [Назаров, 2006].

Центральная часть территории исследования (лесостепная зона) охватила большую часть территории Республики Башкортостан – восточную окраину Русской равнины (Башкирское Предуралье) и часть Зауральского пенеппена (Башкирское Зауралье). Основной геоморфологический фон рельефа определяется 2 типами мегарельефа: равнинным и горным [Определитель..., 1988]. Климат Башкирского Предуралья довольно тёплый и мало засушливый. В Зауралье климат континентальный, в северных районах Зауралья климат умеренно холодный и незначительно засушливый, в южных – тёплый засушливый [Башкортостан..., 1996]. Господствующими почвами Предуральской степной зоны являются выщелоченные, типичные и

карбонатные чернозёмы. Структура почвенного покрова Зауралья отличается большой пестротой, но преобладают чернозёмы [Почвы..., 1995]. Среднее годовое количество осадков от 390–580 (Зауралье) до 400–650 мм (Предуралье). Средняя продолжительность безморозного периода составляет 90–130 дней для Предуралья и 100–130 дней для территории Зауралья. Сумма активных температур для Зауралья составляет 1700–2300 °С, а для Предуралья – 1800–2350 °С.

Южная часть градиента (степная зона) охватывает территорию Оренбургской обл. и южные районы Республики Башкортостан. Характеризуются засушливыми, умеренно засушливыми и очень засушливыми условиями: гидротермический коэффициент колеблется в пределах 0.6–0.8. Сумма температур выше +10 °С составляет в районе 2200–2800 °С, годовая сумма осадков менее 350–420 мм, из них в начале вегетационного сезона в мае – июне выпадает всего 75–85 мм [Географический..., 1999]. Продолжительность безморозного периода составляет в среднем 115–130 дней [Энциклопедия..., 2000].

Материал и методы

В основу работы положено более 516 геоботанических описаний сегетальных сообществ из фитоценотеки травяной растительности Южно-Уральского региона [Лебедева и др., 2020]. Геоботанические описания выполнены авторами в течение полевых сезонов 2002–2021 гг. на территории Пермского края, Республики Башкортостан и Оренбургской обл.

Описания выполнялись в посевах культур сплошного сева и пропашных по стандартной методике на пробной площади размером 10×10 м. Участие видов на пробной площади оценивалось по шкале Браун-Бланке: г – вид встречается в единичных экземплярах; + – имеет проективное покрытие до 1%; 1 – до 5%; 2 – от 6 до 25%; 3 – от 26 до 50%; 4 – от 51 до 75%; 5 – выше 75%. Название видов даны по Plants of the World Online [2023].

Закономерности распределения видов в синтаксономическом пространстве оценивались по классификационной схеме, разработанной ранее в работах [Хасанова и др.,

2019а, 2019б; Ямалов и др., 2021а, 2021б]. Анализ приведён по основной классификационной единице – ассоциации, а также по безранговым сообществам, имеющим сходный синтаксономический объём. Для хранения и анализа геоботанических данных при-

менялись пакеты программ TURBOVEG 2.0 [Hennekens, Schaminée, 2001] и JUICE [Tichý, 2002]. Для выявления ведущих экологических факторов дифференциации сообществ проведён непрямой ординационный анализ (DCA) в программном пакете CANOCO 4.5

Таблица 2. Синтетические характеристики ценофлоры синтаксонов сегетальной растительности Южного и Среднего Урала

№ Синтаксона	Название ассоциации	Часть градиента	Природные зоны	Общее число видов в ценофлоре	Среднее число видов на 100 м ²	Общее число инвазивных видов	Инвазивные виды, встречающиеся только в данной ассоциации или сообществе
1	сообщество <i>Elytrigia repens</i>	С	Л	27	9	1	–
2	асс. <i>Solano nigri</i> – <i>Erodietum cicutarii</i>	С	Л	50	8	6	–
3	асс. <i>Conio maculatum</i> – <i>Stachietum palustris</i>	С	Л	89	28	5	<i>Heracleum sosnowskyi</i> , <i>Lupinus polyphyllus</i>
4	сообщество <i>Cirsium incanum</i>	С, Ц	Л, Лс	55	10	5	–
5	асс. <i>Lamio amplexicaulis</i> – <i>Stellarietum mediae</i>	С, Ц	Л, Лс	67	16	5	–
6	асс. <i>Consolido regalis</i> – <i>Centaureetum cyanae</i>	С, Ц	Л, Лс	105	21	8	–
7	асс. <i>Euphorbio helioscopiae</i> – <i>Fumarietum officinalis</i>	С, Ц	Л, Лс	129	17	9	<i>Acer negundo</i>
8	сообщество <i>Lactuca tatarica</i>	Ц	Лс	33	8	5	–
9	асс. <i>Lycopsio arvensis</i> – <i>Camelinetum microcarpae</i>	Ц	Лс	37	16	3	–
10	асс. <i>Cannabio ruderalis</i> – <i>Sinapietum arvensis</i>	Ц	Лс	41	17	2	–
11	асс. <i>Echinochloo crusgalli</i> – <i>Panicetum miliacei</i>	Ц	Лс	52	12	8	<i>Atriplex tatarica</i>
12	асс. <i>Cannabio ruderalis</i> – <i>Galeopsietum ladani</i>	Ц	Лс	59	15	7	<i>Axyris amaranthoides</i>
13	асс. <i>Lactuо serriolae</i> – <i>Tripleurospermetum inodori</i>	Ц	Лс	69	16	7	–
14	асс. <i>Lathyro tuberosi</i> – <i>Convolvuletum arvensis</i>	Ц	Лс	79	19	9	–
15	асс. <i>Amarantho blitoides</i> – <i>Lactucetum tataricae</i>	Ю	С	72	10	13	<i>Orobanche cumana</i> , <i>Reseda lutea</i> , <i>Centaurea diffusa</i>
16	асс. <i>Lactucetum tatarica</i>	Ю	С	74	12	16	<i>Ambrosia psyllostachya</i> , <i>Ambrosia trifida</i> , <i>Rhaponticum repens</i> , <i>Carduus nutans</i> , <i>Alyssum turkestanicum</i> , <i>Sisymbrium volgense</i> , <i>Amaranthus albus</i>

Примечание. Асс. – ассоциация. Часть градиента: С – северная, Ц – центральная, Ю – южная. Природные зоны: Л – лесная, Лс – лесостепная, С – степная.

[Ter Braak, Šmilauer, 2002] с дополнительной оценкой вклада экологических переменных [Ellenberg, 1974, 1996]. Для получения данных по экологическим характеристикам местообитаний использовался расчёт в программном пакете IBIS [Зверев, 2007].

В анализ включены инвазионные виды, включённые в Чёрную книгу флоры Республики Башкортостан [Абрамова и др., 2021], а также в предварительные списки инвазионных видов сопредельных регионов [Абрамова и др., 2017; Сенатор и др., 2017; Третьякова, 2016]. Список карантинных видов приведён согласно перечню карантинных объектов Российской Федерации (Приказ министерства сельского хозяйства РФ N 501 от 15.12.2014 г. [2023]).

В каждом синтаксоне оценивались встречаемость инвазионного вида в процентах (%) и его активность, которую вычисляли как квадратный корень из произведения встречаемости на среднее проективное покрытие [Малышев, 1973]. По постоянству и активности оценивали степень уязвимости сообществ к инвазиям.

Результаты и обсуждение

Анализ инвазионного компонента ценофлоры сегетальных сообществ Южного и Среднего Урала показал, что в их составе встречается 33 инвазионных вида, что составляет 11.3% от всей ценофлоры. Анализ распределения видов в синтаксономическом пространстве сегетальной растительности показал, что инвазионные виды встречаются в 14 ассоциациях и 3 безранговых сообществах (табл. 2). Число инвазионных видов в этих ассоциациях составляет от 1 до 16. Инвазионные виды в синтаксонах имеют разную встречаемость и активность (табл. 3).

Наибольшее число инвазионных видов зафиксировано в сообществах степной зоны – в южной части градиента исследованной территории. Они встречены в двух ассоциациях сорно-полевых сообществ: *Amarantho blitoides – Lactucetum tataricae* и *Lactucetum tataricae*, в которых было зафиксировано, соответственно, 13 и 16 инвазионных видов. Сообщества представляют посевы пропашных культур (подсолнечник, кукуруза), зерно-

вых культур (пшеница, рожь, ячмень) и бахчи (арбуз, дыня). Это наиболее южные варианты сегетальных сообществ, которые отличаются низкими показателями видовой насыщенности 10–12 видов на 100 м². В составе сегетальных сообществ с постоянством 25–50% присутствуют карантинные виды *Ambrosia trifida*, *A. psilostachya*, *Acroptilon repens*, виды 1 статуса: *Iva xanthiifolia*, *Xanthium orientale*. В них зафиксирован также опасный вид, паразитирующий на подсолнечнике – *Orobanche cumana*. Наименьшее число инвазионных видов зафиксировано в синтаксонах северной и центральной части градиента.

Пятнадцать инвазионных видов встречено только в одном синтаксоне. Все эти синтаксоны имеют чёткую зональную приуроченность и небольшой ареал. Так в ассоциации *Conio maculatum – Stachietum palustris*, распространённой в северной части градиента на границе таёжной и широколиственно-лесной зон, встречены два вида – *Heracleum sosnowskyi* и *Lupinus polyphyllus*. В ассоциации *Amarantho blitoides – Lactucetum tataricae* встречено три вида (*Orobanche cumana*, *Reseda lutea*, *Centaurea diffusa*), в ассоциации *Lactucetum tatarica* – семь (*Ambrosia psilostachya*, *Ambrosia trifida*, *Rhaponticum repens*, *Carduus nutans*, *Alyssum turkestanicum*, *Sisymbrium volgense*, *Amaranthus albus*). Сообщества этих ассоциаций встречаются на полях степной зоны Оренбургской обл. (южная часть градиента). Большинство этих видов появились на полях сравнительно недавно и, возможно, будут увеличивать свой ценоареал, внедряясь в другие сегетальные сообщества.

По закономерностям зонального распространения инвазионные виды сегетальных сообществ изученной территории условно можно объединить в три группы. В группу широко распространённых, встречающихся и проявляющих активность на всём градиенте от таёжной до степной зоны, можно включить 7 видов: *Echinochloa crusgalli*, *Erigeron canadensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria viridis*, *Lactuca serriola*, *Medicago sativa*, *Sisymbrium orientale*. Все эти виды, за исключением *Medicago sativa*, являются ксенофитами, то есть случайно интродуцированными видами, появившимися в регионе ещё в кон-

Таблица 3. Характеристика инвазионного компонента ценофлоры синтаксонов сегетальной растительности Южного и Среднего Урала

№	№ синтаксона	Карантинные виды и виды со статусом 1																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	Культуры	К, Я О, П Ка, Г	П, О Я, К	Ка, К	О, Я П, К Ра, Г	П, Р, Я	П, Я, О, Г, К, Рп, Р, Гр, Ра	Я, П, Р, Пс, Рп, О,	Р, П, Я	Пс, К	Р, П	Пс, Л, К, Гр, П, С, Г, Н	Р, П, Я	Р	П, Я, О, Р	П, Р, Пс, С, К, Я	П, А, Д	29	29
	Число описаний	25	24	28	36	30	30	38	23	30	69	29	20	23	25	29	29		
	Название вида																		
1	<i>Iva xanthifolia</i> Nutt.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4** 0.6	.	14 1.7	25 3.5	3	
2	<i>Xanthium orientale</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10 1.4	7 0.8	2	
3	<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25 3.5	1	
4	<i>Ambrosia trifida</i> L.*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50 7.1	1	
5	<i>Rhaponicum repens</i> (L.) Hidalgo*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	29 7.8	1	
6	<i>Orobanchе cumana</i> Wallr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3 0.5	.	1	
7	<i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	.	.	56 6.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	
8	<i>Acer negundo</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 0	.	.	.	.	.	.	.	1	

Виды со статусом 2

9	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.	20 2.8	46 8.0	.	44 8.4	5 1	3 0	46 6.8	39 5.6	17 0	.	.	79 13.5	.	8 1.3	21 2.9	25 3.5	11
10	<i>Erigeron canadensis</i> L.	.	.	.	.	.	3 0.5	10 1.4	32 4	.	.	.	10 1.4	.	16 2.5	10 2.4	.	6
11	<i>Carduus acanthoides</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	16 1.8	.	.	.	62 7.9	.	44 5.9	7 0.8	.	4
12	<i>Collomia linearis</i> Nutt.	.	.	6 0.8	.	.	.	1 0	.	.	.	.	10 1.7	.	.	.	.	3
13	<i>Reseda lutea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10 1.4	.	1
14	<i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl.	.	.	11 1.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
15	<i>Carduus nutans</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
16	<i>Ceratocarpus arenarius</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7 0.8	14 1.2	2

це XIX в. [Мулдашев и др., 2017]. Люцерна посевная является эргазиофитом, расселение и натурализация которой связана с её возделыванием как культурного растения. Эти виды также обладают высоким адаптивным потенциалом и широким экологическим диапазоном, что позволило им расселиться по рудеральным местообитаниям в разных природных зонах Южного Урала и прилегающих территорий.

Небольшая группа инвазионных видов, таких как *Heracleum sosnowskyi*, *Lupinus polyphyllus*, *Matricaria discoidea*, *Galega orientalis*, тяготеет к северной части градиента к широколиственно-лесной и северной части лесостепной зоны. Все они, за исключением *Matricaria discoidea*, являются эргазиофитами, которые культивировались либо в качестве кормовых (*Heracleum sosnowskyi*, *Galega orientalis*), либо декоративных (*Lupinus polyphyllus*) растений.

Значительное число зафиксированных инвазионных видов имеют высокие значения постоянства и активности в южной части градиента – в степной и южной части лесостепной зоны. В эту группу можно включить 19 видов: *Rhaponticum repens*, *Alyssum turkestanicum*, *Amaranthus albus*, *A. blitoides*, *Ambrosia psyllostachya*, *A. trifida*, *Artemisia sieversiana*, *Atriplex tatarica*, *Axyris amaranthoides*, *Carduus acanthoides*, *C. nutans*, *Centaurea diffusa*, *Ceratocarpus arenarius*, *Bassia scoparia*, *Iva xanthiifolia*, *Orobanche cumana*, *Reseda lutea*, *Sisymbrium volgense*, *Xanthium orientale*. Эти виды относятся к группе ксенофитов, интродуцированных начиная с 1930-х гг. и позже.

Анализ распределения видов в синтаксономическом пространстве показывает, что большинство инвазионных видов, встречаемых в сегетальных сообществах, относится к так называемым чужеродным видам, которые в настоящее время расселяются и натурализируются в нарушенных местообитаниях, в ходе дальнейшей натурализации некоторые из них смогут внедриться в полустественные и естественные сообщества. Эта группа насчитывает 14 видов, которые относят в регионе к видам **статуса 3** [Абрамова и др., 2021]. По числу встреч, в сообществах разных синтаксонов лидируют 4 вида – *Amaranthus*

retroflexus, *Setaria viridis*, *Lactuca serriola* и *Medicago sativa*. Эти виды встречаются повсеместно и могут считаться натурализовавшимися в агроценозах, так как являются фоновыми видами сорно-полевых сообществ Урала. Их ареал охватывает территорию региона от северной до южной части градиента и встречаются в посевах практически всех сельскохозяйственных культур.

Такие виды, как *Artemisia sieversiana*, *Amaranthus blitoides*, *Bassia scoparia*, *Sisymbrium volgense*, *Amaranthus albus* встречаются в сообществах степной и южной части лесостепной зоны Оренбургской обл. и проявляют активность в одной или двух ассоциациях. Так, *Amaranthus blitoides* имеет высокие значения активности (23.6) в ассоциации *Amarantho blitoides – Lactucetum tataricae*, *Artemisia sieversiana* – в ассоциациях *Lactuco serriolae – Tripleurospermetum inodori* и *Lactucetum tataricae* со значениями активности, соответственно, 9 и 6.1 балла.

Из наиболее опасных инвазионных видов (**статус 1**), так называемых «ключевых видов», наибольшее распространение получил вид *Iva xanthiifolia*, который встретился в составе трёх ассоциаций: *Lactuco serriolae – Tripleurospermetum inodori*, *Amarantho blitoides – Lactucetum tataricae* и *Lactucetum tataricae* в пределах степной и лесостепной зон с активностью от 0.6 до 3.5. Наибольшую активность *Iva xanthiifolia* проявляет в сегетальной растительности южной части градиента, в основной части своего ареала в степной зоне – ассоциации *Lactucetum tataricae*. Эта ассоциация также является целевым сообществом инвазий других видов статуса 1 и карантинных сорняков, таких как *Xanthium albinum*, *Ambrosia psyllostachya*, *Ambrosia trifida* и *Acroptilon repens*. Два последних вида проявляют в этих сообществах наибольшую активность – 7.1 и 7.8, соответственно. В сегетальных сообществах южной части степной зоны эти виды, произрастая совместно, образуют сомкнутый покров сорных видов, сильно подавляя возделываемые культурные виды (рис. 2).

В настоящее время в южной части градиента происходит активное расселение опасного и трудно искореняемого вида – *Rhaponticum*



Рис. 2. Поля бахчи на юге Оренбургской области с *Amaranthus retroflexus*, *A. albus*, *Iva xanthiifolia*, *Xanthium orientale* и другими инвазионными видами.

repens, он был встречен в некоторых районах Оренбургской обл., в том числе на полях (рис. 3), отмечается его постепенное продвижение на север к южным границам Республики Башкортостан. Ареал *Ambrosia trifida*, продвигаясь с юга, охватил южную и центральную часть градиента. Вид встречается уже по всей



Рис. 3. *Rhaponticum repens* на полях в Оренбургской области

Бугульмино-Белебеевской возвышенности на территории Республики Башкортостан.

Опасный карантинный и инвазионный вид – *Heraclеum sosnowskyi* проникает и расселяется в сорно-полевых сообществах северной части градиента на полях Пермского края в пределах таёжной и широколиственно-лесной зон. Он зафиксирован в сообществах ассоциации *Conio maculatum* – *Stachietum palustris* со встречаемостью 56% и активностью 6.3 на полях яровых зерновых культур (пшеницы, овса, ячменя). Вид постепенно расширяет свой ареал к югу, и уже локально встречен на полях близ границы Республики Башкортостан и Пермского края (рис. 4).

Анализ распределения видов в пространстве экологических факторов с использованием DCA – ординации дал следующий результат (рис. 5). Первая ось ординации интерпретирована как широтный градиент (север – юг). Выявлено достаточно высокое значение нагрузки на первую ось (0.56, или 56%). Высокие значения коэффициента корреляции с первой осью выявлены у следующих векторов экологических переменных: затенение – освещение по Элленбергу ($|r| = 0.7909$), температурный режим по Элленбергу ($|r| = 0.7578$), континентальность климата по Элленбергу ($|r| = 0.6915$). Вторая ось интерпретирована как богатство почвы и затенение (значение 0.399, или 39.9%). Выявлены уме-



Рис. 4. *Heracleum sosnowskyi* в сообществах ассоциации *Conio maculatum – Stachietum palustris* на полях зерновых культур в Пермском крае.

ренные значения корреляции векторов экологических переменных «Трофность почвы по Элленбергу» и «Богатство – засоление по Раменскому» ($|r| = 0.3198$ и $|r| = 0.3229$, соответственно). В пространстве осей ординации виды сформировали 4 группы инвазионных видов по градиенту. Первая группа (рис. 4) объединила инвазионные виды северной части градиента (*Heracleum sosnowskyi*, *Lupinus polyphyllus*, *Matricaria discoidea*, *Medicago sativa*), вторая группа – виды центральной части градиента и виды, широко распространённые по всему градиенту (*Galega orientalis*, *Axyris amaranthoides*, *Setaria viridis* и др.). Третья и четвёртая группы, представляют наиболее ксерофитные виды южной части градиента, которые разошлись в ординационном пространстве по второй оси ординации, отражающей засоление и богатство почвы.

Большинство зафиксированных инвазионных видов имеют высокие значения постоянства и активности в южной части градиента – в степной и южной части лесостепной зоны. В эту группу можно включить 19 видов: *Rhaponticum repens*, *Alyssum turkestanicum*, *Amaranthus albus*, *A. blitoides*, *Ambrosia psyllostachya*, *A. trifida*, *Artemisia sieversiana*, *Atriplex tatarica*, *Axyris amaranthoides*, *Card-*

uus acanthoides, *C. nutans*, *Centaurea diffusa*, *Ceratocarpus arenarius*, *Bassia scoparia*, *Iva xanthiifolia*, *Orobanche cumana*, *Reseda lutea*, *Sisymbrium volgense*, *Xanthium orientale*. Эти виды относятся к группе ксенофитов, интродуцированных начиная с 1930-х гг. и позже.

Заключение

Таким образом, по закономерностям зонального распространения инвазионные виды сегетальных сообществ изученной территории условно можно объединить в три группы. В группу широко распространённых, встречающихся и проявляющих активность на всём градиенте от таёжной и широколиственно-лесной до степной зоны из 33 инвазионных видов можно включить 7 видов: *Echinochloa crusgalli*, *Erigeron canadensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria viridis*, *Lactuca serriola*, *Medicago sativa*, *Sisymbrium orientale*. Все эти виды, за исключением *Medicago sativa*, являются ксенофитами, то есть случайно интродуцированными видами, появившимися в регионе ещё в конце XIX в. [Мулдашев и др., 2017]. Люцерна посевная является эргазиофитом, расселение и натурализация которой связана с её возделыванием как культурного растения. Эти виды также обладают

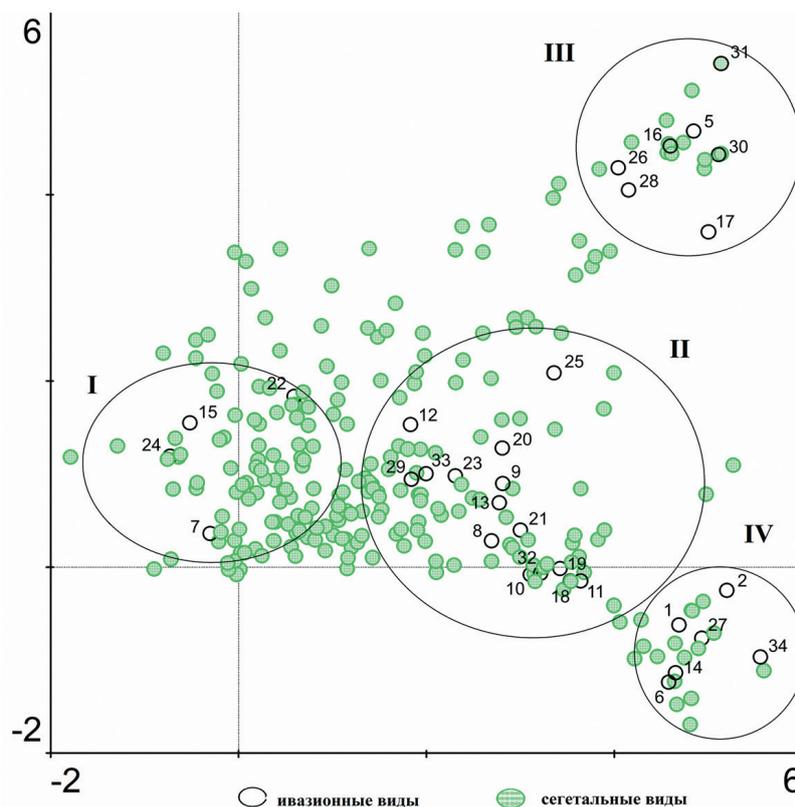


Рис. 5. DCA-ординация видов ценофлоры сегетальных сообществ Южного Урала и Среднего Урала. Группы инвазионных видов по градиенту: I – виды северной части; II – виды центральной части и встречающиеся по всему градиенту; III, IV – виды южной части. Номера инвазионных видов соответствуют номерам видов в таблице 1.

высоким адаптивным потенциалом и экологическим диапазоном, что позволило им расселиться по рудеральным местообитаниям в разных природных зонах Южного Урала и прилегающих территорий.

Небольшая группа инвазионных видов, таких как *Heracleum sosnowskyi*, *Lupinus polyphyllus*, *Matricaria discoidea*, *Galega orientalis* тяготеет к северной части градиента к таёжной и широколиственно-лесной и северной части лесостепной зон. Все они, за исключением *Matricaria discoidea*, являются эргазиофитами, которые культивировались либо в качестве кормовых (*Heracleum sosnowskyi*, *Galega orientalis*), либо декоративных (*Lupinus polyphyllus*) растений.

Выполненный анализ показал, что наиболее уязвимыми к инвазиям сообществами сегетальной растительности региона и своеобразными «коридорами» для продвижения части инвазионных видов с юга на север являются сообщества степной зоны Оренбургской обл., которые представляют две ассоциации *Amarantho blitoides* – *Lactucetum tataricae* и *Lactucetum tataricae*. Доля инвази-

онных видов в них составляет соответственно 18.1 и 21.6%. Наименее уязвимыми к инвазиям (доля инвазионных видов 4.9–8.1%) являются сорно-полевые сообщества лесной и северной части лесостепной зон – ассоциации *Cannabio ruderalis* – *Sinapietum arvensis*, *Lycopsio arvensis* – *Camelinetum microcarpae* и безранговое сообщество *Elytrigia repens*. На территории Оренбургской обл. и юга Республики Башкортостан необходима организация системы мониторинга за южными сегетальными сообществами, расширение ареала которых на север в условиях потепления климата может пагубно повлиять на фитосанитарное состояние посевов и привести к снижению урожайности сельскохозяйственных культур, а также стать очагом для натурализации инвазионных видов на новых территориях.

Финансирование работы

Исследования выполнены в рамках государственного задания № FMRS-2022-0129 (2022–2024) Башкирского научно-исследо-

вательского института сельского хозяйства УФИЦ РАН и № АААА-А18-118011990151-7 Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием живых организмов в экспериментах, выполненных авторами.

Литература

- Абрамова Л.М., Голованов Я.М., Мулдашев А.А. Чёрная книга флоры Республики Башкортостан. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. 174 с.
- Абрамова Л.М., Голованов Я.М., Хазиахметов Р.М. Инвазионные растения Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. №1 (63). С. 184–186.
- Акатов В.В., Акатова Т.В., Чефранов С.Г., Шадже А.Е. Уровень полнотности и потенциал инвазивности растительных сообществ: гипотеза соотношения видовых фондов // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70. № 4. С. 328–340.
- Атлас Пермского края. Пермь, 2012. 124 с.
- Башкортостан: Краткая энциклопедия. Уфа: Научное изд-во «Башкирская энциклопедия», 1996. 892 с.
- Географический атлас Оренбургской области. М.: ДИК, 1999. 96 с.
- Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: Учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 301 с.
- Корчев В.В., Хасанова Г.Р., Ямалов С.М. Сравнительный анализ ценофлор сегетальных сообществ Южного Урала за 30 лет (1982–2013 гг.) // Сравнительная флористика: анализ видового разнообразия растений. Проблемы. Перспективы: X Международная школа-семинар по сравнительной флористике: Толмачёвские чтения, Краснодар, 14–18 апреля 2014 г. Краснодар: Кубанский гос. университет, 2014. С. 70–71.
- Лебедева М.В., Ямалов С.М., Королёк А.Ю., Голованов Я.М., Золотарева Н.В., Драп М.Н. Фитоценоза травяной растительности Южного Урала как инструмент анализа и мониторинга биоразнообразия // Материалы III Национальной конференции с международным участием «Информационные технологии в исследовании биоразнообразия». Екатеринбург, 2020. С. 349–352.
- Мальшев Л.И. Флористическое районирование на основе количественных признаков // Ботан. журн. 1973. Т. 58. № 11. С. 1581–1602.
- Миркин Б.М., Абрамова Л.М., Ишбирдин А.Р., Рудаков К.М., Хазиев Ф.Х. Сегетальные сообщества Башкирии. Уфа, 1985. 155 с.
- Миркин Б.М., Шайхисламова Э.Ф., Хасанова Г.Р., Суюндуков Я.Т. Изменение состава сегетальных сообществ Башкирского Зауралья за последние 20 лет (1982–2002 гг.) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2004. Т. 109. № 2. С. 66–71.
- Миркин Б.М., Ямалов С.М., Наумова Л.Г. Синантропные растительные сообщества: модели организации и особенности классификации // Журнал общей биологии. 2007. Т. 68. № 6. С. 435–443.
- Мулдашев А.А., Абрамова Л.М., Голованов Я.М. Конспект адвентивных видов растений Республики Башкортостан. Уфа: Башкирская энциклопедия, 2017. 168 с.
- Назаров Н.Н. География Пермского края. Пермь, 2006. Ч. I. Природная (физическая) география. 139 с.
- Определитель высших растений Башкирской АССР / Ю.Е. Алексеев, Е.Б. Алексеев, К.К. Габбасов и др. М.: Наука, 1988. 316 с.
- Почвы Башкортостана. Т. 1: Эколого-генетическая и агропроизводственная характеристика / Ф.Х. Хазиев, А.Х. Мукатанов, И.К. Хабиров, Г.А. Кольцова, И.М. Габбасова, Р.Я. Рамазанов. Под ред. Ф.Х. Хазиева. Уфа: Гилем, 1995. 384 с.
- Приказ министерства сельского хозяйства РФ N 501 от 15.12. 2014 г. (<https://legalacts.ru/doc/prikaz-minselkhoza-rossii-ot-15122014-n-501/>). Проверено 3.11.2023.
- Сенатор С.А., Саксонов С.В., Васюков В.М., Наков Н.С. Инвазионные и потенциально инвазионные растения Среднего Поволжья // Российский журнал биологических инвазий. 2017. Т. 10. № 1. С. 57–69.
- Третьякова А.С. Особенности распределения чужеродных растений в естественных местообитаниях на урбанизированных территориях Свердловской области // Вестник Удмуртского университета. 2016. Т. 26, вып. 1. С. 85–93.
- Хасанова Г.Р., Ямалов С.М. Разнообразие сегетальной растительности Южного Урала: вклад зонально-климатического фактора // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3–5. С. 1490–1494.
- Хасанова Г.Р., Ямалов С.М., Лебедева М.В. Сегетальная растительность лесной и лесостепной зоны Южного Урала // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. С. 348.
- Хасанова Г.Р., Ямалов С.М., Лебедева М.В. Сегетальная растительность Южного Урала: союз *Scleranthion annui* (Krusenman et Vlieger 1939) Sissingh in Westhoff et al. 1946 // *Vegetation of Russia*. 2018. No. 34. P. 120–137.
- Хасанова Г.Р., Ямалов С.М., Лебедева М.В., Голованов Я.М. О новой ассоциации сегетальной растительности Южного Урала // Самарский науч. вестник. 2019а. Т. 8. № 4 (29). С. 97–103.
- Хасанова Г.Р., Ямалов С.М., Лебедева М.В., Третьякова А.С., Кондраков П.В., Груданов Н.Ю. К синтаксоно-

- мии сегетальной растительности Среднего Урала // Растительность России. 2021. № 40. С. 95–107.
- Хасанова Г.Р., Ямалов С.М., Лебедева М.В., Шигапов З.Х. Сегетальная растительность Южного Урала: союзы *Caucalidion* Tx. Ex von Rochow 1951 и *Lactucion tataricae* Rudakov in Mirkin et al., 1985 // Растительность России. 2019б. № 37. С. 118–134.
- Энциклопедия «Оренбургье». Т. 1. Природа. Калуга: Золотая аллея, 2000. 192 с.
- Ямалов С.М., Хасанова Г.Р., Корчев В.В., Лебедева М.В., Шакирзянов А.Х., Акчурин Р.Л. О новой ассоциации сегетальной растительности Пермского края // Известия Уфимского научного центра РАН. 2021а. № 2. С. 79–85.
- Ямалов С.М., Хасанова Г.Р., Лебедева М.В., Корчев В.В. О новых сегетальных сообществах посевов подсолнечника в Оренбургской области // Самарский научный вестник. 2021б. Т. 10. № 2. С. 124–130.
- Ellenberg H. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart. 1996. 1096 p.
- Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas. Göttingen: Goltze. 1974. 97 p.
- Esler A.E. The naturalization of plants in urban Auckland, New Zealand. 4. The nature of the naturalised species // New Zealand J. Bot. 1988. Vol. 26. No. 3. P. 385–385.
- Hennekens S.M., Schaminée J.H.J. TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data // Journal of Vegetation Science. 2001. Vol. 12 (4). P. 589–591.
- Ibáñez I., Liu G., Petri L., Schaffer-Morrison S., Schueller S. Assessing vulnerability and resistance to plant invasions: A native community perspective // Invasive Plant Science and Management. 2021. Vol. 14 (2). P. 64–74.
- Novak N., Novak M., Barić K., Šćepanović M., Ivić D. Allelopathic potential of segetal and ruderal invasive alien plants // Journal of Central European Agriculture. 2018. Vol. 19 (2). P. 408–422.
- Plants of the World Online (Electronic resource) // (<https://powo.science.kew.org>). Accessed 03.11.2023.
- Purmalis O., Klavins L., Niedrite E., Klavins M. Invasive Plant Biomass as Source of Polyphenols (Book of abstracts) // CONECT International Scientific Conference of Environmental and Climate Technologies. 2023. P. 124. // (<https://journals.rtu.lv/index.php/conect/article/view/CONNECT.2023.094>). Accessed 03.11.2023.
- Ter Braak C.J.F., Šmilauer P. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). New York: Microcomputer Power, 2002. 500 p.
- Tichý L. JUICE, software for vegetation classification // Journal of Vegetation Science. 2002. Vol. 13 (3). P. 451–453.
- Yamalov S., Muldashev A., Bayanov A., Jirnova T., Solomesch A. Database meadows and steppes of South Ural // Biodiversity and Ecology. 2012. Vol. 4. P. 291.

INVASIVE SPECIES OF SEGETAL COMMUNITIES OF THE SOUTHERN AND MIDDLE URALS

©2024 Khasanova G.R.^{a,*}, Yamalov S.M.^b, Kamaletdinova A.A.^b

^a Bashkir Research Institute of Agriculture of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, 450059, Russian Federation

^b South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, 450080, Russian Federation
email: *gulnazrim@yandex.ru

The invasive component of the cenoflora of segetal (field weed) communities of the Southern and Middle Urals (Republic of Bashkortostan, Perm Region and Orenburg Region) was analyzed. A total of 33 invasive species were identified, which is 11.3% of the entire cenoflora of segetal communities. Analysis of species distribution in the syntaxonomic space of segetal vegetation showed that invasive species occur in 17 syntaxa corresponding to the rank of the association. The number of invasive species in them ranges from 1 to 16. Most of the recorded invasive species are xenophytes (*Rhaponticum repens*, *Amaranthus albus*, *Ambrosia psyllostachya*, *Artemisia sieversiana*, *Ceratocarpus arenarius*, *Cyclachaena xanthiifolia*, *Bassia scoparia*, *Sisymbrium volgense*, *Xanthium orientale*, etc.), and have high values of constancy and activity in the southern part of the gradient – in steppe and southern part of forest steppe zones. A small group of ergasiophytes (*Heracleum sosnowskyi*, *Lupinus polyphyllus*, *Galega orientalis*, etc.) gravitates to the northern part of the gradient to the forest and northern part of the forest steppe zones. The leading ecological factors of invasive species distribution are: shading-lighting, temperature regime and climate continentality. The most invasive communities of the region's segetal vegetation and peculiar "corridors" for the advancement of some invasive species from south to north are the communities of the Orenburg Region, which represent two associations *Amaranthoo blitoides* – *Lactucetum tataricae* Khasanova et al. 2019 and *Lactucetum tataricae* Rudakov in Mirkin et al. 1985.

Key words: invasion, alien species, weed species, quarantine species, Black Book, weed-field communities, syntaxonomy.