

Дифференциация растительных сообществ с *Heracleum sosnowskyi* Manden. на южной границе вторичного ареала в европейской части России

Л. А. АРЕПЬЕВА

Курский государственный университет
305000, Курск, ул. Радищева, 33
E-mail: ludmilla-m@mail.ru

Статья поступила 27.04.2021

После доработки 18.06.2021

Принята к печати 28.06.2021

АННОТАЦИЯ

Цель исследования – выявить эколого-фитоценотические особенности и факторы дифференциации растительных сообществ с *Heracleum sosnowskyi* Manden. в Курской области, расположенной на южной границе вторичного ареала данного вида в европейской части России. В районе исследования сообщества с *Heracleum sosnowskyi* представлены четырьмя синтаксонами, экологические закономерности организации которых выявлены в результате анализа состава дифференциальных видов и видов с наибольшей активностью, установления различий экологических режимов их местообитаний и ординационного анализа геоботанических описаний. Каждый синтаксон отличается от других по ряду экологических факторов и характеризуется группой видов, обладающих близкими экологическими требованиями. Проявлением негативного влияния распространения *Heracleum sosnowskyi* на растительный покров является преобладание в образующихся сообществах рудеральных и эвритопных видов и возрастание сходства их флористического состава. Установлено, что наибольшее сходство ценофлор характерно для дериватных сообществ ***Heracleum sosnowskyi* [Agropyretalia intermedio – repentis]** и ассоциации ***Urtico dioicae–Heracleum sosnowskyi***, фитоценозы которых представляют собой последовательные стадии изменения растительного покрова под воздействием инвайдера. Наиболее сильные изменения в результате распространения борщевика произошли в аборигенных сообществах, на месте которых образовались фитоценозы данных синтаксонов. В сообществах, где *Heracleum sosnowskyi* образует варианты ассоциаций ***Rudbeckio laciniatae – Solidaginetum canadensis*** и ***Chelidonio – Aceretum negundi***, флористический состав и экологические условия изменились незначительно по сравнению с типичными сообществами данных синтаксонов из-за присутствия других инвазионных видов.

Ключевые слова: *Heracleum sosnowskyi* Manden., сообщества, дифференциальные виды, активность видов, экошкалы, ординация.

В настоящее время во многих регионах России и странах Восточной Европы остро стоит проблема распространения борщевика Сосновского [Sobisz, 2007; Виноградова и др., 2010; Baležentienė, Bartkevičius, 2013; Abramova et al., 2017; Далькэ и др., 2018; Озеро-

ва, Кривошеина, 2018; Эбель и др., 2018; Ламан, 2019; и др.]. Данный вид относится к числу наиболее опасных инвазионных растений, контроль расселения которого является важной задачей [Дгебуадзе, 2014].

Для понимания причин распространения *Heraclеum sosnowskyi* и способов захвата им новых территорий, а также для разработки успешной стратегии борьбы с ним и восстановления исходной растительности необходимо исследовать экологические закономерности организации образуемых им сообществ [Гельтман и др., 2009]. В последние десятилетия наблюдается активизация исследований распространения борщевика, однако сообщества с его участием изучены недостаточно. Сведения о них известны пока из некоторых регионов России и ближнего зарубежья [Laiviņš, Gavrilova, 2003; Sobisz, 2007; Гельтман и др., 2009; Куликова, 2012; Gudžinskas et al., 2015; Панасенко, 2017; Шушпанникова, 2017; Abramova et al., 2017; Лепешкина, 2019; Хом'як, 2019; Абрамова и др., 2021; и др.].

Цель настоящего исследования – выявить эколого-фитоценологические особенности и факторы дифференциации сообществ с *Heraclеum sosnowskyi* в Курской области. Согласно прогностической карте, основанной на расчете гидротермического коэффициента [Афонин и др., 2017], на территории Курской области проходит южная граница вторичного ареала борщевика в европейской части России. Выявление экологических закономерностей формирования сообществ с *Heraclеum sosnowskyi* на границе вторичного ареала позволит предотвратить его инвазию на незараженные территории.

В задачи исследования входило: анализ состава дифференциальных видов и видов с наибольшей активностью сообществ с *Heraclеum sosnowskyi*, выявление различий экологических режимов их местообитаний, ординационный анализ геоботанических описаний сообществ.

Данное исследование проведено в рамках проекта “Картографирование очагов распространения борщевика Сосновского в Курской области” [Арепьева и др., 2020]. Кроме создания карты распространения борщевика в задачи проекта входило исследование сообществ с его участием, распространенных на территории Курской области. Природные условия региона показаны в табл. 1.

В 2014–2020 гг. в местах обнаружения зарослей *Heraclеum sosnowskyi* было выполнено 54 геоботанических описания. Их обработка проведена в соответствии с принципами эколого-флористической классификации. Для установленных синтаксонов были выделены дифференциальные виды по следующим принципам: 1) дифференциальный вид синтаксона должен иметь встречаемость как минимум вдвое большую, чем в сравниваемых синтаксонах; 2) встречаемость дифференциального вида должна быть на 20 % больше, чем в сравниваемых синтаксонах [Dengler et al., 2005; Королюк и др., 2018]. Постоянство дифференциальных видов показано в табл. 2.

Для всех видов в ценофлорах синтаксонов рассчитан показатель активности как среднее геометрическое процентной встречаемости и среднего проективного покрытия в пакете IBIS 7.2. [Зверев, 2007]. Этот показатель отражает степень преуспевания вида в сообществах и его потенциал как доминанта [Мальшев, 1973; Телятников, 2009]. В табл. 3 представлены виды с активностью больше 10 хотя бы в одном из синтаксонов.

Экологические режимы сообществ по факторам увлажнения, кислотности, трофности почвы, освещенности местообитаний, темпе-

Т а б л и ц а 1
Природные условия Курской области

Показатель	Параметр
Координаты	50°54'–52°26' с. ш., 34°05'–38°31' в. д.
Площадь, тыс. км ²	29,8
Высота над уровнем моря, м	175–225
Средняя годовая температура, °С	От +5,9 до +7,1
Среднее годовое количество осадков, мм	От 475 до 640
Зональные типы почв	Черноземы, темно-серые лесные
Зональные типы растительности	Широколиственные леса, луговые степи

Т а б л и ц а 2
Постоянство дифференциальных видов в синтаксонах, %

Синтаксон		1	2	3	4
Число описаний		17	8	6	12
<i>Arctium tomentosum</i>	С	88	13	34	34
<i>Glechoma hederacea</i>	С	53	.	17	25
<i>Convolvulus arvensis</i>	С	12	75	17	.
<i>Bromopsis inermis</i>	С	6	63	.	9
<i>Cichorium intybus</i>	С	12	38	.	.
<i>Tanacetum vulgare</i>	С	6	38	.	.
<i>Geranium pratense</i>	С	6	38	.	.
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	С	6	38	.	.
<i>Vicia tetrasperma</i>	С	.	25	.	.
<i>Melilotus officinalis</i>	С	.	25	.	.
<i>Solidago canadensis</i>	С	.	.	100	34
<i>Carex hirta</i>	С	24	13	50	17
<i>Achillea millefolium</i>	С	12	25	50	.
<i>Equisetum arvense</i>	С	6	13	50	.
<i>Calamagrostis epigeios</i>	С	.	.	50	.
<i>Rubus idaeus</i>	С	.	.	34	.
<i>Acer negundo</i>	В	.	.	.	100
<i>Acer negundo</i>	А	.	.	.	92
<i>Torilis japonica</i>	С	12	.	.	34
<i>Ulmus glabra</i>	В	.	.	.	25

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 3: А – древесный ярус, В – кустарниковый ярус, С – травяной ярус. Синтаксоны: 1 – асс. *Urtico dioicae* – *Heracleetum sosnowskyi*, 2 – дериватные сообщества *Heracleum sosnowskyi* [*Agropyretalia intermedio – repentis*], 3 – асс. *Rudbeckio laciniatae* – *Solidaginetum canadensis* вариант *Heracleum sosnowskyi*, 4 – асс. *Chelidonio* – *Aceretum negundi* вариант *Heracleum sosnowskyi*.

Т а б л и ц а 3
Активность видов в синтаксонах

Вид		Синтаксон			
		1	2	3	4
<i>Heracleum sosnowskyi</i>	С	90	90	62	57
<i>Urtica dioica</i>	С	27	2	6	29
<i>Geum urbanum</i>	С	13	2	.	20
<i>Glechoma hederacea</i>	С	16	.	1	6
<i>Galium aparine</i>	С	14	1	2	5
<i>Anthriscus sylvestris</i>	С	12	.	3	1
<i>Ballota nigra</i>	С	11	2	2	5
<i>Elytrigia repens</i>	С	15	26	2	.
<i>Poa angustifolia</i>	С	2	22	4	.
<i>Solidago canadensis</i>	С	.	.	74	2
<i>Equisetum arvense</i>	С	1	2	23	.
<i>Rubus idaeus</i>	С	.	.	15	.
<i>Cirsium arvense</i>	С	3	5	14	.
<i>Acer negundo</i>	А	.	.	.	71
<i>Acer negundo</i>	В	.	.	.	38
<i>Acer negundo</i>	С	5	6	1	31
<i>Rubus caesius</i>	С	.	.	1	14
<i>Parthenocissus inserta</i>	С	1	2	.	11

П р и м е ч а н и е. Синтаксоны – см. табл. 2.

ратурному фактору, континентальности определены по оптимальным экологическим шкалам Г. Элленберга [Ellenberg et al., 1992], по фактору гемеробиальности – по 9-балльной экологической шкале Н. Г. Ильминских [1993] в программе IBIS 7.2. методом взвешенного усреднения [Зверев, 2007]. Значимость различий между парами синтаксонов по каждому фактору определена с помощью U-критерия Манна – Уитни в пакете PAST 3.22 [Hammer et al., 2001]. Качественная ординация проведена на основе полной матрицы “видовой состав × геоботаническое описание” с использованием метода DCA-ординации в пакете PAST 3.22 [Hammer et al., 2001]. В качестве показателя флористического сходства синтаксонов использовался коэффициент Жаккара [Василевич, 1969]. Названия высших синтаксонов приводятся по “Vegetation of Europe...” [Mucina et al., 2016]. Названия видов даны по С. К. Черепанову [1995].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате обработки описаний сообществ с *Heracleum sosnowskyi* установлено четыре синтаксона в составе трех классов растительности:

Ассоциация **Urtico dioicae – Heracleetum sosnowskyi** Panasenko et al. 2014 – крапивно-борщевиковая ассоциация (класс **Epilobietea angustifolii** Tx. et Preising ex von Rochow 1951 – антропогенные и естественные сообщества высокотравных мезофильных и нитрофильных многолетников).

Дериватные сообщества **Heracleum sosnowskyi [Agropyretalia intermedio – repentis]** – борщевиковые дериватные сообщества в составе порядка **Agropyretalia intermedio – repentis** T. Müller et Görs 1969, объединяющего сообщества поздних сукцессионных стадий с преобладанием злаков (класс **Artemisietea vulgaris** Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951 – рудеральные сообщества дву- и многолетних ксеромезофильных видов).

Ассоциация **Rudbeckio laciniatae – Solidaginetum canadensis** Tüxen et Raabe ex Anioł-Kwiatkowska 1974 вариант **Heracleum sosnowskyi** – борщевиковый вариант рудбекиво-золотарниковой ассоциации (класс **Artemisietea vulgaris** Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951).

Ассоциация **Chelidonio – Aceretum negundi** L. Ishbirdina in L. Ishbirdina et al. 1989 вариант **Heracleum sosnowskyi** – борщевиковый вариант чистотело-кленовой ассоциации (класс **Robinietaea Jurco ex Hadač et Sofron 1980** – сообщества спонтанной древесно-кустарниковой растительности).

На рис. 1 показаны диапазоны значений экологических характеристик местообитаний сообществ установленных синтаксонов. Значимость различий между парами синтаксонов по каждому фактору приводится в табл. 4. Исследуемые сообщества демонстрируют четкие различия по ряду факторов.

Дериватные сообщества **Heracleum sosnowskyi [Agropyretalia intermedio – repentis]** значительно отличаются от фитоценозов других синтаксонов по уровню увлажнения и трофности почвы. Они чаще всего формируются на суховатых и средневлажных почвах с умеренным содержанием минерального азота и описаны вдоль автодорог, на пустырях, суходольных лугах. В группе дифференциальных видов данного синтаксона (см. табл. 2) преобладают не требовательные к богатству и увлажнению почвы ксеромезофиты и мезофиты класса **Artemisietea vulgaris** (*Convolvulus arvensis*, *Bromopsis inermis*, *Cichorium intybus*, *Tanacetum vulgare*, *Melilotus officinalis*), присутствуют также виды предыдущих сукцессионных стадий (однолетники *Tripleurospermum inodorum*, *Vicia tetrasperma*) и луговой вид *Geranium pratense*, что характерно для сообществ порядка **Agropyretalia intermedio – repentis**. Наибольшая активность в ценофлоре данного синтаксона у борщевика как доминанта (см. табл. 3). Среди сопутствующих ему видов с заметным проективным покрытием выделяются *Elytrigia repens* и *Poa angustifolia*, широко распространенные в сообществах порядка **Agropyretalia intermedio – repentis** на территории Курской области.

Преобладание в ценофлоре синтаксона видов класса **Artemisietea vulgaris**, многие из которых являются тепло- и светолюбивыми видами, обусловлено формированием сообществ на открытых, хорошо прогреваемых участках, в связи с чем данный синтаксон значительно отличается от других по температурному фактору, а также по затенению – освещенности от синтаксонов 1 и 4, относящихся к классам **Epilobietea angustifolii**

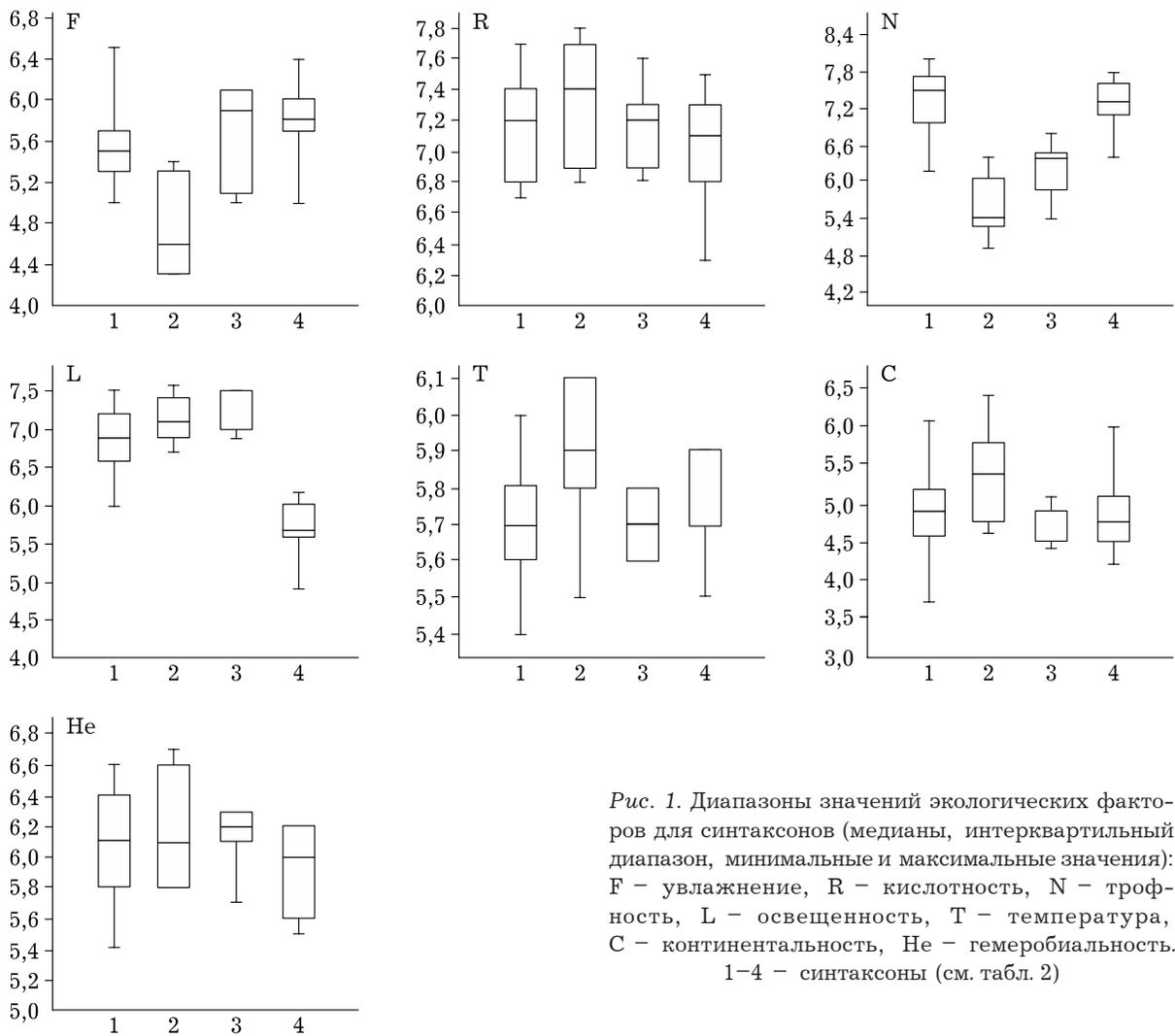


Рис. 1. Диапазоны значений экологических факторов для синтаксонов (медианы, интерквартильный диапазон, минимальные и максимальные значения): F – увлажнение, R – кислотность, N – трофность, L – освещенность, T – температура, C – континентальность, He – гемеробияльность. 1–4 – синтаксоны (см. табл. 2)

Т а б л и ц а 4
Значимость различий между парами синтаксонов по экологическим факторам

Экологический фактор		Синтаксон			Экологический фактор		Синтаксон		
		2	3	4			2	3	4
F	1	0,000**	0,971	0,045*	T	1	0,037*	0,938	0,383
	2		0,018**	0,000**		2		0,069*	0,025*
	3			0,689		3			0,341
R	1	0,318	0,850	0,343	C	1	0,106	0,618	0,856
	2		0,428	0,138		2		0,083	0,051*
	3			0,626		3			0,896
N	1	0,000**	0,000**	0,697	He	1	0,739	0,689	0,473
	2		0,038*	0,000**		2		0,947	0,390
	3			0,000**		3			0,160
L	1	0,081*	0,023*	0,000**					
	2		0,540	0,000**					
	3			0,000**					

Примечание. Звездочками обозначены значимые различия (* – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$); 1–4 – синтаксоны, см. табл. 2; экологические факторы. (см. подписи к рис. 1).

и **Robinietea**. Можно отметить, что между дериватными сообществами и крапивно-борщевиковой ассоциацией (синтаксон 1) по освещенности местообитаний установлены незначительные различия ($p < 0,05$), что объясняется распространением сообществ ассоциации как на открытых, так и на затененных участках (у стен заброшенных построек, на опушках).

Несмотря на принадлежность синтаксонов 2 и 3 к одному классу, они различаются по показателям увлажнения почвы, трофности и температуры. В отличие от дериватных сообществ, борщевик в фитоценозах варианта **Heracleum sosnowskyi** ассоциации **Rudbeckio laciniatae – Solidaginetum canadensis** встречается с меньшим обилием из-за присутствия содоминанта *Solidago canadensis*. Среди сопутствующих им видов повышенную активность проявляют вегетативно-подвижные растения *Equisetum arvense*, *Rubus idaeus*, *Cirsium arvense* (см. табл. 3), способные к существованию в плотных зарослях эдификаторов. В группе дифференциальных и высокоактивных видов (см. табл. 2, 3) отсутствуют или слабо представлены характерные для дериватных сообществ термофильные ксеромезофиты (*Poa angustifolia*, *Cichorium intybus*, *Tanacetum vulgare* и др.) и преобладают виды с широкой экологической амплитудой. Так, индифферентными к влажности почвы являются *Equisetum arvense*, *Rubus idaeus*, *Cirsium arvense*, *Calamagrostis epigeios*, *Solidago canadensis*. В связи с данными эколого-флористическими особенностями фитоценозы варианта **Heracleum sosnowskyi** ассоциации **Rudbeckio laciniatae – Solidaginetum canadensis** распространены в более широком спектре местообитаний по сравнению с дериватными сообществами (вдоль дорог, у жилья, на пустырях, лугах, опушках, по берегам водоемов). Они формируются преимущественно на средне-влажных и свежих почвах, как и большинство сообществ синтаксонов 1 и 4, значимых различий с которыми по данному фактору не выявлено.

Разнообразные местообитания занимают сообщества ассоциации **Urtico dioicae – Heracleetum sosnowskyi**, являющиеся наиболее распространенными фитоценозами с доминированием *Heracleum sosnowskyi* в регионе. Они описаны как на антропогенных

экотопах: на пустырях, у дорог, на просеках под ЛЭП, около нежилых домов и заброшенных сельскохозяйственных построек, так и в полуестественных (испытывают незначительное антропогенное воздействие) и естественных местообитаниях: у водоемов, на лугах, опушках лесов, по окраинам лесополос вдоль полей. От синтаксонов класса **Artemisietea vulgaris** ее фитоценозы значительно отличаются повышенной трофностью почвы, что выражается во флористическом составе, в котором дифференциальными и высокоактивными являются нитрофильные виды класса **Epilobietea angustifolii** (см. табл. 2, 3). Эвтрофные почвы характерны и для древесно-кустарниковых сообществ (синтаксон 4). В формировании травяного яруса кленовников также значительное участие принимают виды класса **Epilobietea angustifolii**, с заметным обилием из которых встречаются виды, высокоактивные в крапивно-борщевиковой ассоциации (*Urtica dioica*, *Geum urbanum*) (см. табл. 3), поэтому различий в богатстве почвы между данными синтаксонами не выявлено.

Сообщества варианта **Heracleum sosnowskyi** ассоциации **Chelidonio – Aceretum negundi** описаны в населенных пунктах и их окрестностях, где выявлены массовые заросли борщевика, и встречаются вдоль дорог, по берегам водоемов, пустырям, около заброшенных домов, на участках под ЛЭП, где несколько лет не проводилась расчистка от древесно-кустарниковой растительности. Закономерно, что наибольшие отличия между данными сообществами и сообществами других синтаксонов проявляются по показателям освещенности местообитаний. Преобладание в кленовниках деревьев и подроста *Acer negundo* в древесном и кустарниковом ярусах и крупных листьев борщевика в травяном приводит к сокращению числа светолюбивых видов (*Achillea millefolium*, *Cichorium intybus*, *Convolvulus arvensis*, *Tanacetum vulgare* и др.), дифференцирующих сообщества класса **Artemisietea vulgaris** и с незначительным обилием и постоянством встречающихся в крапивно-борщевиковой ассоциации (см. табл. 2). Присутствие данных видов, оптимум которых на суховатых и средневлажных почвах, обуславливает небольшие отличия ($p < 0,05$) синтаксонов 1 и 4 по увлажнению почвы.

По фактору континентальности климата значимые различия выявлены только между древесно-кустарниковыми фитоценозами и дериватными сообществами (синтаксоны 2 и 4), что связано с большим участием в последних одно- и двулетников (*Melilotus officinalis*, *Sisymbrium loeselii*, *Lactuca serriola*, *Bromus japonicus* и др.), центры распространения которых находятся в Восточной Европе.

По показателям кислотности почвы значимых различий между синтаксонами не обнаружено. Исследуемые сообщества занимают местообитания с почвами от слабокислых до слабощелочных с диапазоном значений от 6,2 до 7,8 (средние показатели изменяются от 7,1 до 7,3). Достаточно узкое варьирование значений объясняется тем, что по отношению к кислотности почвы борщевик не проявляет эвритопности, в отличие от таких факторов, как переменность увлажнения, содержание нитратов и карбонатов, освещенность местообитаний [Хом'як и др., 2019]. Установлено, что борщевик не выносит избыточно увлажненных и сильнокислых почв и имеет широкий диапазон температурного режима [Богданов и др., 2015].

Выявленные синтаксоны не различаются по гемеробильности, отражающей степень антропогенной нарушенности местообитаний. Диапазон значений сообществ по данному фактору от 5,4 до 6,7 (варьирование средних значений 6,0–6,2), что соответствует экотопам с регулярным умеренным и довольно сильным антропогенным воздействием. Несмотря на то что исследуемые сообщества выявлены как в антропогенных, так и в полустественных и естественных местообитаниях, в их флористическом составе преобладают эу- и полигемеробы. Внедряясь в природные сообщества (луга, опушки, балки, склоны, берега водоемов), борщевик подавляет аборигенные виды за счет затенения и разрушения дернины [Панасенко, 2017], а также в результате увеличения содержания в почве доступного азота [Хом'як, 2019]. При этом происходит уменьшение числа видов и замещение их рудеральными видами и эврибионтами, типичными для антропогенных местообитаний (*Urtica dioica*, *Equisetum arvense*, *Carex hirta*, *Poa angustifolia*, *Calamagrostis epigeios* и др.).

На рис. 2 показано, что исследуемые сообщества довольно отчетливо очерчены в ор-

динационном пространстве DCA вдоль двух главных осей варьирования (Axis 1 и Axis 2). Вдоль оси 1 описания расположены в ряд, в котором можно проследить нарастание степени освещенности местообитаний от древесно-кустарниковых сообществ к сообществам класса **Artemisietea vulgaris**. Ось 2, вероятно, представляет собой комплексный градиент увлажнения и трофности почвы. В ее нижней части находятся преимущественно описания нитрофитных сообществ классов **Epilobietea angustifolii** и **Robinietaea**, в верхней – фитоценозы класса **Artemisietea vulgaris** на менее богатых почвах с большим участием ксеромезофитов, что согласуется с данными анализа различий характеристик их местообитаний и флористического состава.

ОБСУЖДЕНИЕ

Под воздействием борщевика происходят обеднение и трансформация флористического состава различных фитоценозов, в результате чего в них преобладают типичные рудеральные виды и эвритопные. Следствием этого является возрастание сходства образующихся сообществ [Конечная, Крупкина, 2011; Gudžinskas et al., 2015; Панасенко, 2017].

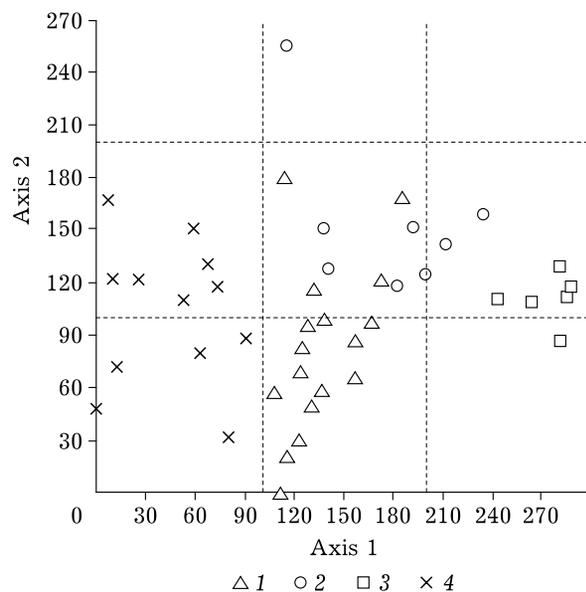


Рис. 2. DCA-ординация геоботанических описаний сообществ с *Heracleum sosnowskyi*. 1–4 в легенде диаграммы соответствуют номерам синтаксонов (см. табл. 2). Нагрузка на оси: Axis 1 – 0,5214, Axis 2 – 0,3494

Т а б л и ц а 5
Матрица сходства ценофлор синтаксонов

Синтаксон	2	3	4
1	0,46	0,35	0,34
2		0,29	0,26
3			0,35

П р и м е ч а н и е. Синтаксоны – см. табл. 2.

Из табл. 5, в которой показаны коэффициенты Жаккара, видно, что наиболее близкими по флористическому составу являются дериватные сообщества и крапивно-борщевиковая ассоциация, что достигается не только за счет общих эвритопных видов, но и присутствия некоторого количества нитрофильных видов в дериватных сообществах и видов класса **Artemisietea vulgaris** в сообществах ассоциации. Это объясняется тем, то фитоценозы данных синтаксонов представляют собой последовательные стадии изменения растительного покрова под воздействием *Heracleum sosnowskyi*. Как показано в некоторых работах [Панасенко, 2017; Хом'як и др., 2019; и др.], борщевик заселяет не только эвтрофные местообитания, но и внедряется в сообщества с невысоким содержанием азота в почве, что выявлено в установленных нами дериватных сообществах. Повышение содержания доступного азота в почве будет способствовать увеличению активности в таких сообществах видов класса **Epilobietea angustifolii** (*Urtica dioica*, *Arctium tomentosum* и др.) и формированию на их месте ксерофитных вариантов ассоциации **Urtico dioicae–Heracleetum sosnowskyi**, в результате чего их сходство увеличится.

Судя по флористическому составу, сообщества крапивно-борщевиковой ассоциации являются устойчивыми. Борщевик в них имеет максимально возможную численность, ему сопутствуют виды, рост которых он не подавляет. В нижнем подъярусе (до 0,5 м) – это *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, в подъярусе, образованном листьями борщевика (1–1,5 м), – *Urtica dioica*, *Anthriscus sylvestris*, *Ballota nigra*, *Galium aparine*, *Elytrigia repens*. Однако имеются сведения [Кондратьев и др., 2015], что в синузиях *Heracleum sosnowskyi* на неиспользуемых полях может наблюдаться самоизреживание, что, возможно, связано с аутоинтоксикацией. В связи с этим необходим

мониторинг сообществ с доминированием борщевика, распространенных в различных местообитаниях, для исследования их динамики.

Закономерно, что наименьшее сходство флористического состава (0,26 и 0,29) наблюдается между дериватными сообществами, являющимися менее трансформированными в результате внедрения инвайдера, и синтаксонами 3 и 4, ценофлоры которых сформированы под воздействием видов-эдификаторов *Solidago canadensis* и *Acer negundo*, а также *Heracleum sosnowskyi*.

В сообществах варианта **Heracleum sosnowskyi** ассоциации **Rudbeckio laciniatae – Solidaginetum canadensis** из-за наличия содоминанта *Solidago canadensis* борщевик не захватывает всю территорию, поэтому в них сохраняются многие виды, характерные для типичного варианта данной ассоциации. Благодаря высокой конкурентоспособности борщевик способен прорасти в плотных зарослях золотарника и образовывать молодые прегенеративные побеги, которые при описании сообществ иногда были довольно многочисленны. В связи с этим можно предположить, что такие сообщества находятся в равновесном состоянии и их флористический состав значительно меняться не будет. Однако в литературе приводятся сведения [Лепешкина, 2019], что некоторые инвазионные виды, в том числе и *Solidago canadensis*, успешно конкурируют с *Heracleum sosnowskyi*, а иногда и вытесняют его в ходе растительных флуктуаций и сукцессий.

В кленовниках, как и в других сообществах древесно-кустарниковой растительности [Чумаков и др., 2015; Лепешкина, 2019; Конечная, Крупкина, 2011], борщевик не находится в условиях эколого-фитоценотического оптимума из-за затенения и представлен преимущественно вегетативными розетками. Его генеративные побеги встречаются на наиболее освещенных участках. По всей видимости, такие сообщества стабильны по флористическому составу. В их древесном и кустарниковом ярусах присутствуют виды, способные существовать в зарослях клена американского (*Fraxinus pennsylvanica*, *Padus avium*, *Populus alba*, *Prunus domestica*, *Sambucus nigra*, *S. racemosa*, *Ulmus glabra*). В травяном ярусе борщевик сопутствуют теневыносливые нитрофильные виды (*Rubus caesius*, *Urtica dioi-*

ca, *Glechoma hederacea*, *Parthenocissus inserta* и др.). Несмотря на неблагоприятные условия *Heracleum sosnowskyi* сохраняется в таких сообществах благодаря способности находиться длительное время в фазе вегетативной розетки и сохранению всхожести у части семян, не проросших в первый год [Виноградова и др., 2010; Панасенко, 2017]. Этому способствует также и занос семян с окружающих территорий.

Таким образом, эколого-флористические особенности сообществ с *Heracleum sosnowskyi* в значительной мере определяются характером растительности до его внедрения [Гельтман и др., 2009]. Среди исследуемых нами сообществ наиболее сильные изменения в результате распространения борщевика произошли в аборигенных фитоценозах, на месте которых образовались дериватные сообщества и крапивно-борщевиковая ассоциация. В сообществах, где *Heracleum sosnowskyi* образует варианты ассоциаций **Rudbeckio laciniatae – Solidaginetum canadensis** и **Chelidonio – Aceretum negundi**, флористический состав и экологические условия изменились незначительно по сравнению с типичными сообществами данных синтаксонов из-за присутствия других инвазионных видов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На южной границе вторичного ареала *Heracleum sosnowskyi* в европейской части России установлено четыре синтаксона с участием данного вида. В результате анализа флористического состава и экологических режимов исследуемых сообществ выявлена достаточно четкая их дифференциация. Каждый синтаксон значимо отличается от других по ряду экологических факторов, что демонстрирует различия в условиях местообитаний сообществ. Синтаксоны характеризуются группами дифференциальных видов и видов с наибольшей активностью, которые обладают близкими экологическими требованиями в пределах каждой группы.

Проявлением негативного влияния распространения *Heracleum sosnowskyi* на растительный покров является преобладание в образующихся сообществах рудеральных и эвритопных видов и возрастание сходства их флористического состава. Установлено,

что наибольшее сходство ценофлор характерно для дериватных сообществ **Heracleum sosnowskyi** [**Agropyretalia intermedio – repentis**] и ассоциации **Urtico dioicae – Heracleum sosnowskyi**, фитоценозы которых представляют собой последовательные стадии изменения растительного покрова под воздействием *Heracleum sosnowskyi*. Наиболее сильные изменения в результате распространения борщевика произошли в аборигенных сообществах, на месте которых сформировались фитоценозы данных синтаксонов. В сообществах борщевиковых вариантов ассоциаций **Rudbeckio laciniatae – Solidaginetum canadensis** и **Chelidonio – Aceretum negundi** флористический состав и экологические условия изменились незначительно по сравнению с их типичными сообществами из-за присутствия высокоактивных видов-эдификаторов.

Выявленные эколого-флористические особенности сообществ с *Heracleum sosnowskyi* важны для разработки прогнозов распространения этого вида и стратегии борьбы с ним.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации “Русское географическое общество”.

ЛИТЕРАТУРА

- Абрамова Л. М., Голованов Я. М., Рогожникова Д. Р. Борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden., Ariaceae) в Башкортостане // Рос. журн. биол. инвазий. 2021. № 1. С. 2–12.
- Арепьева Л. А., Арепьев Е. И., Казаков С. Г., Полуянов А. В., Скляр Е. А. О проекте “Картографирование очагов распространения борщевика Сосновского в Курской области” // Разнообразие раст. мира. 2020. № 3 (6). С. 60–63.
- Афонин А. Н., Лунева Н. Н., Ли Ю. С., Коцарева Н. В. Эколого-географический анализ распространения и встречаемости борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) в связи со степенью аридности территорий и его картирование для европейской территории России // Экология. 2017. № 1. С. 66–69. doi: 10.7868/S0367059717010036
- Богданов В. Л., Гарманов В. В., Фролов В. В. Дистанционный мониторинг и условия распространения на территории борщевика Сосновского // Актуальные проблемы экологии и природопользования: материалы Междунар. науч. конф. Ч. 1. М.: РУДН, 2015. С. 238–241.
- Василевич В. И. Статистические методы в геоботанике. Л., 1969. 232 с.
- Виноградова Ю. К., Майоров С. Р., Хорун Л. В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2010. 494 с.

- Гельтман Д. В., Бузунова И. О., Конечная Г. Ю. Состав и эколого-фитоценоотические особенности сообществ с участием инвазионного вида *Heraclеum sosnowskyi* (Apiaceae) на Северо-Западе Европейской России // Раст. ресурсы. 2009. Т. 45, вып. 3. С. 68–75.
- Далькэ И. В., Захожий И. Г., Чадин И. Ф. Распространение борщевика Сосновского и мероприятия по его ликвидации на территории МО ГО “Сыктывкар” (Республика Коми) // Вест. Ин-та биол. Коми НЦ УрО РАН. 2018. № 3 (205). С. 2–13. doi: 10.31140/j.vestnikib.2018.3(205).1
- Дребудзе Ю. Ю. Чужеродные виды в Голарктике: некоторые результаты и перспективы исследований // Рос. журн. биол. инвазий. 2014. № 1. С. 2–8.
- Зверев А. А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: учеб. пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
- Ильминских Н. Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды (на примере городов Вятско-Камского края): автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 35 с.
- Кондратьев М. Н., Бударин С. Н., Ларикова Ю. С. Физиолого-экологические механизмы инвазионного проникновения борщевика Сосновского (*Heraclium sosnowskyi* Manden.) в неиспользуемые агроэкосистемы // Изв. ТСХА. 2015. Вып. 2. С. 36–49.
- Конечная Г. Ю., Крупкина Л. И. Динамика видового состава сообществ с борщевиком Сосновского в национальном парке “Себежский” // Сорные растения в изменяющемся мире: актуальные вопросы изучения разнообразия, происхождения, эволюции: материалы I Междунар. науч. конф. СПб.: ВИР, 2011. С. 125–129.
- Королюк А. Ю., Дулепова Н. А., Ямалов С. М., Лебедева М. В., Голованов Я. М., Зверев А. А. Закономерности организации растительности песчаных степей долин рек Самары, Урала и их притоков (Оренбургская область) // Сиб. экол. журн. 2018. Т. 25, № 2. С. 173–182 [Korolyuk A. Yu., Dulerova N. A., Yamalov S. M., Lebedeva M. V., Golovanov Ya. M., Zverev A. A. Patterns of Sandy Steppe Vegetation in the Valleys of Samara and Ural Rivers and Their Tributaries in Orenburg Oblast // Contemporary Problems of Ecology. 2018. Vol. 11, N 2. P. 150–158].
- Куликова Е. Я. Синтаксономическая структура и техногенное загрязнение травянистой растительности г. Минска: дис. ... канд. биол. наук. Минск, 2012. 514 с.
- Ламан Н. А. Борщевик Сосновского – путь от перспективной кормово-силосной культуры до агрессивного инвазивного растения // Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений: материалы науч.-практ. семинара. Минск: Колорград, 2019. С. 4–10.
- Лепешкина Л. А. К изучению ценопопуляций *Heraclеum sosnowskyi* Manden. в Ботаническом саду Воронежского государственного университета // Экосистемы. 2019. Вып. 20. С. 212–218.
- Мальшев Л. И. Флористическое районирование на основе количественных признаков // Ботан. журн. 1973. Т. 58, № 11. С. 1581–1602.
- Озерова Н. А., Кривошеина М. Г. Особенности формирования вторичных ареалов борщевиков Сосновского и Мантегацци (*Heraclеum sosnowskyi*, *H. mantegazzianum*) на территории России // Рос. журн. биол. инвазий. 2018. № 1. С. 78–87.
- Панасенко Н. Н. Некоторые вопросы биологии и экологии борщевика Сосновского (*Heraclеum sosnowskyi* Manden.) // Рос. журн. биол. инвазий. 2017. № 2. С. 95–106.
- Телятников М. Ю. Сравнительный анализ локальных флор окрестностей озера Пясино // Раст. мир Азиат. России. 2009. № 1 (3). С. 60–67.
- Хом’як І. В. Ценотична приуроченість популяції *Heraclеum sosnowskyi* на території Українського Полісся // Синантропізація рослинного покриву України: III Всеукр. наук. конф. Київ: Наш формат, 2019. С. 170–174.
- Хом’як І. В., Демчук Н. С., Коцюба І. Ю., Ястребова Я. В. Еколого-ценотична характеристика популяції *Heraclеum sosnowskyi* Manden на території Центрального Полісся // Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2019. № 1 (24). Т. 2. С. 126–129. doi: 10.32846/2306-9716-2019-1-24-2-25
- Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
- Чумаков Л. С., Масловский О. М., Шевкунова А. В., Сысой И. П. Оценка распространения *Heraclеum sosnowskyi* Manden. под пологом леса // Проблемы сохранения биологического разнообразия и использования биологических ресурсов: материалы III Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 1. Минск: Конфидо, 2015. С. 229–232.
- Шушпанникова Г. С. Процесс синантропизации некоторых сел Республики Коми // Актуальные вопросы экологии и природопользования: сб. тр. Всерос. науч.-практ. конф. Ч. II. Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. С. 106–110.
- Эбель А. Л., Зыкова Е. Ю., Михайлова С. И., Черногризов П. Н., Эбель Т. В. Расселение и натурализация инвазивного вида *Heraclеum sosnowskyi* Manden. (Apiaceae) в Сибири // Экология и география растений и растительных сообществ: материалы IV Междунар. науч. конф. Екатеринбург: Изд-во Уральск. ун-та, 2018. С. 1065–1070.
- Abramova L. M., Chernyagina O. A., Devyatova E. A. Invasive species in Kamchatka: distribution and communities // Botanica Pacifica. A Journal of Plant Science and Conservation. 2017. Vol. 6 (1). P. 3–12. <https://doi.org/10.17581/bp.2017.06101>
- Baležentienė L., Bartkevičius E. Invasion of *Heraclеum sosnowskyi* (Apiaceae) at habitat scale in Lithuania // Journal of Food, Agriculture & Environment. 2013. Vol. 11 (2): 1370–1375.
- Dengler J., Berg C., Jansen F. New ideas for modern phytosociological monographs // Ann. di Botanica Nuova Serie. 2005. Vol. 5. P. 49–66.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2 Aufl. Göttingen, 1992. 258 S. (Scri pta Geobotanica. Bd. 18).
- Gudžinskas Z., Rašomavičius V., Uogintas D. Changes of plant communities in areas invaded by *Heraclеum sosnowskyi* // 58th Annual Symposium of the International Association for Vegetation Science. Brno, 2015. P. 311.
- Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontol. Electron. 2001. Vol. 4, Iss. 1. 9 p. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf

- Laiviņš M., Gavrilova Ģ. Neofītās Sosnovska latvāņa *Heracleum sosnowskyi* sabiedrības Latvijā // Latv. Veģet. 2003. T. 7. P. 45–65.
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R. G., Chytrý M., Hájek M., di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniēls F. J. A., Bergmeier E., Santos-Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J. H. J., Lysenko T., Didukh Ya. P., Pignatti S., Rodwell J. S., Capelo J., Weber H. E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S. M., Tichý L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities // Appl. Veg. Sci. 2016. Vol. 19. Suppl. 1. P. 3–264. <https://doi.org/10.1111/avsc.12257>
- Sobisz Z. Phytocenoses with *Heracleum sosnowskyi* Manden. in Central Pomerania // Roczn. AR Pozn. 386. Bot.-Stec. 2007. Vol. 11. P. 53–56.

Differentiation of plant communities with *Heracleum sosnowskyi* Manden. on the southern border of the secondary area in the European part of Russia

L. A. AREPIEVA

Kursk State University
305000, Kursk, Radishchev str., 33
E-mail: ludmilla-m@mail.ru

The aim of this study is to identify ecological and phytocenotic features and factors of differentiation of plant communities with *Heracleum sosnowskyi* Manden. in the Kursk region. This region is located on the southern border of the secondary area of this species in the European part of Russia. Plant communities with *Heracleum sosnowskyi* in the study area are represented by 4 syntaxons. To identify of ecological patterns of their organization, we used the analysis of the composition of differential species and species with the greatest activity, the identification of differences in the ecological regimes of their habitats, and the ordination analysis of relevés. Each syntaxon differs from the others in a number of environmental factors and is characterized by a group of species with similar environmental requirements. Predominance of ruderal and eurytopic species in communities and increase of similarity of their floristic composition are manifestations of the negative impact of the distribution of *Heracleum sosnowskyi* on the vegetation cover. The greatest similarity of coenofloras is found between the derivative communities **Heracleum sosnowskyi** [**Agropyretalia intermedio – repentis**] and the association **Urtico dioicae – Heracleetum sosnowskyi**. Their phytocenoses represent successive stages of vegetation cover change under the influence of the invader. As a result of the spread of hogweed, the strongest changes occurred in the aboriginal communities, in place of which the phytocenoses of these syntaxons were formed. In communities where *Heracleum sosnowskyi* forms variants of associations **Rudbeckio laciniatae – Solidaginetum canadensis** and **Chelidonio – Aceretum negundi**, the floristic composition and ecological conditions changed slightly compared to typical communities of these syntaxons due to the presence of other invasive species.

Key words: *Heracleum sosnowskyi* Manden., communities, differential species, activity of species, ecological scales, ordination.