

УДК 574.21:581.5

DOI 10.24411/2309-4370-2020-11112

Статья поступила в редакцию 15.11.2019

**ЭКОЛОГО-ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ГРУППЫ (ЦЕНОМОРФЫ) А.Л. БЕЛЬГАРДА – Н.М. МАТВЕЕВА
ДЛЯ ЛЕСОСТЕПИ И СТЕПИ ПОВОЛЖСКОГО РЕГИОНА**

© 2020

Назаренко Назар Николаевич, доктор биологических наук,
профессор кафедры химии, экологии и методики обучения химии**Похлебаев Сергей Михайлович**, доктор педагогических наук,
профессор кафедры общей биологии и физиологии*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
(г. Челябинск, Российская Федерация)*

Аннотация. Рассмотрена система ценоморф видов сосудистых растений А.Л. Бельгарда, предложенная Н.М. Матвеевым для флоры Поволжского региона. Оценка предложенной системы ценоморф проведена для 752 видов сосудистых растений флоры с использованием экспертно-статистического подхода – проверка трех вариантов выделения групп (по Н.М. Матвееву и по А.Л. Бельгарду с выделением галофитов и псаммофитов и без них) методами дискриминантного анализа с использованием фитоиндикационных шкал видов. Доказана возможность дать балловые оценки ценоморфам А.Л. Бельгарда, выделенным Н.М. Матвеевым для Поволжского региона, в фитоиндикационных шкалах. Определены оптимумы выделенных ценоморф по 12 эдафическим и климатическим факторам. Установлено, что для флоры Поволжского региона необходимо выделение ценоморф галофитов, связанных с мезофитными биотопами неравномерного увлажнения с неглубоким промачиванием корнеобитаемого горизонта на слабощелочных – щелочных почвах со слабым засолением карбонатно-сульфатного типа, и псаммофитов как индикаторов мезоксерофильных биотопов на слабокислых почвах, бедных минеральным азотом. Предложенные Н.М. Матвеевым сорно-степная, сорно-луговая и сорно-лесная ценоморфы не являются специфическими эколого-ценотическими группами, не определяются как рудеральные (сорные), и выделение их в отдельные ценоморфы не целесообразно. Указанные группы видов могут использоваться при анализе растительности региона в качестве индикаторов биотопов: сорно-степная – бедных карбонатами степных, сорно-луговая – мезофитных луговых, сорно-лесная – не теневых (полутеневых – полуосветленных) лесных.

Ключевые слова: ценоморфы; эколого-ценотические группы; А.Л. Бельгард; Н.М. Матвеев; биотопы; экологические свиты; биоэкологический анализ; фитоиндикация; ценотические ядра и сателлиты; дискриминантный анализ; абиотические факторы; Поволжье.

Под эколого-ценотическими группами в современной геоботанике и экологии растений понимают группы растений, схожие по отношению к совокупности экологических факторов, характеризующиеся высокой степенью взаимной сопряженности и приуроченные к местообитаниям определенного типа [1; 2]. Как правило, они выделяются на основе доминантных и эдификаторных видов фитоценозов для флоры и растительности конкретных регионов [1–6]. Фактически виды таких групп являются устойчивыми «ядрами» растительных сообществ с характерными видами-сателлитами [7], формирующими экологические свиты фитоценоза [8].

В системе эколого-ценотических групп несколько отдельное место занимают ценоморфы А.Л. Бельгарда, которые обосновывались им как системные адаптации видов к фитоценозу в целом [9]. Если исходить из теории «ядра – сателлиты», то ценоморфу по Бельгарду следует рассматривать как совокупность видов, реализованные ниши которых по большинству факторов максимально совпадают с ценотическими и биотопическими характеристиками конкретных ценозов. Перекрывание этих ниш идентифицирует биотопические оптимумы ценоморфы, что подтверждается сопоставлением ниш видов в фитоиндикационных шкалах при оценке ценоморф [10–13]. Система ценоморф применяется преимущественно в степном лесоведении и полесозащитном лесоразведении в степных условиях [14] и для оценки экотопов степной Украины [15].

В рамках школы А.Л. Бельгарда существует пример использования ценоморф для оценки биотопов и ценозов Поволжья России, предлагаемый в качестве одного из базовых биоэкологических анализов флоры и растительности [16]. На основе изучения флоры и растительности Н.М. Матвеевым дана характеристика ценоморф для 765 видов региона. При этом предлагаются модификации системы А.Л. Бельгарда [17]. В первую очередь, ценоморфы Н.М. Матвеевым рассматриваются как адаптации к биотопу, что соответствует и нашим оценкам [10–13], но нами доказана возможность дать балловые оценки ценоморфам в фитоиндикационных шкалах, что Н.М. Матвеев предполагал затруднительным [17]. Во-вторых, при определении ценоморф у Н.М. Матвеева выпадают из системы галофиты, изначально выделяемые А.Л. Бельгардом как виды, обитающие на засоленных почвах и характеризующиеся светолюбием и значительной силой осмотического давления клеточного сока [9]. При этом в характеристике видов [16] Матвеев указывает принадлежность видов к галофитам, рассматривая их, судя по всему, как экологическую свиту алкалитрофов (по А.Л. Бельгарду [9]), преимущественно луговой (14 видов из 20 определенных им галофитов) ценоморфы. Кроме того, Н.М. Матвеевым не выделяется ценоморфа псаммофитов, определяемая в рамках школы А.Л. Бельгарда [15], хотя в характеристике видов [16] псаммофиты также указываются (53 вида), из них 33 вида отнесены к степной группе.

Вслед за А.Л. Бельгардом Н.М. Матвеев выделяет рудеранты, ценоотический оптимум которых характерен для антропогенных рудеральных растительных группировок, посевов и посадок. Но, кроме того, им выделяются еще три рудеральные ценоморфы [16; 17]. Во-первых, сорно-лесная (SilRu), куда отнесены виды сомкнутых лесонасаждений полуосветленной и полутеневой экологической структуры (по А.Л. Бельгарду [9]) Эта группа фактически, по определению самого Н.М. Матвеева, рудеральной не является. Однако термин «рудерант» предполагает произрастание в нарушенных местообитаниях, даже если это не антропогенные нарушения. В частности, авторы системы эколого-ценоотических групп зоны хвойно-широколиственных лесов России рудеранты вообще не выделяют, обосновывая это тем, что они изначально связаны с природными нарушениями биотопов и входят в состав лесных, луговых и других групп как обитатели специфических микрорастительностей [2]. В связи с этим называть группу видов естественных лесов в качестве сорной не вполне корректно. С другой стороны, светлые леса действительно в ценоотическом плане отличаются от теневых лесов, что, например, позволяет для Европейской части России выделять для светлых лесов борového ряда боровую группу [2]. Таким образом, обоснованность выделения этой ценоморфы Н.М. Матвеевым требует дополнительной оценки. Далее, Н.М. Матвеевым выделяются ценоморфы сорно-луговая (PrRu) и сорно-степная (StRu), включающие виды, соответственно, нарушенных лугов и степей и пустырей, соответственно, свежих и влажных и сухих и суховатых. В этом случае термин «рудерант» корректен, но возникает вопрос: чем адаптации к таким биотопам принципиально отличаются от адаптаций «чистых» рудерантов либо адаптаций «чистых» луговых или степных видов? В частности, наши оценки показали, что объединенная рудеральная ценоморфа характеризуется максимальными показателями режима почвенного азота и является устойчивой ценоотической группой из луговых, степных и опушечно-полянных нитрофилов [10–13] и ее разделение на дробные ценоморфы не целесообразно.

Таким образом, задачей данной работы является сопоставление системы ценоморф, выделенных Н.М. Матвеевым для Поволжья, с классической системой школы А.Л. Бельгарда и ее современным украинским направлением [15] и оценка использования ценоморф Н.М. Матвеева для фитоиндикации биотопов.

Методика исследований

Анализ ценоморф выполнялся экспертно-статистическим методом [18]. Экспертная оценка базируется на встречаемости и приуроченности групп видов к определенным типам местообитания и ценозам. Поскольку это было выполнено Н.М. Матвеевым на основе многолетних исследований, то использовались его экспертные оценки [16]. В работе мы придерживались схемы ценоморф, предложенной Н.М. Матвеевым для Поволжского региона [16]. Помимо этого анализировались виды согласно классической классификации А.Л. Бельгарда [9]: Sil – сиванты, лесные виды, St – степанты, степные виды, Pal – палюданты, виды прибрежно-водных и болотных местообитаний, Pr – пратанты, луговые виды и Ru – как система адаптаций видов к агроценозам и антропогенно нарушенным биотопам. Также была выполнена классификация видов на основе современной рабочей

схемы ценоморф [15], включающей: Hal – галофиты, виды засоленных биотопов и Ps – псаммофиты, виды песчаных ценозов. В последних двух случаях виды, определенные Н.М. Матвеевым как сорно-лесные, сорно-степные и сорно-луговые, были отнесены к сивантам, степантам и пратантам соответственно.

В анализе использовались минимальные и максимальные балльные значения видов в унифицированных фитоиндикационных шкалах [19], термо- (Tm), омбро- (Om) и криорежима (Cr), континентальности (Kn), почвенного увлажнения (Hd) и его переменной (fH), солевого (Sl), азотного (Nt) и кислотного (Rc), режимов, аэрации почв (Ae) режима почвенного кальция (Ca) и освещенности (Lc). Расчеты проводились по алгоритмам Discriminant Function Analysis программного пакета Statistica.

Результаты и обсуждение

Для Поволжского региона из представленных Н.М. Матвеевым 765 видов в фитоиндикационных шкалах по всем факторам определяются только 752. Для остальных видов точная оценка в шкалах по объективным причинам (эндемики, новые виды и т.п.) отсутствует и требует дополнительных исследований, соответственно, 13 видов не было включено в анализ.

Точность классификации (насколько экспертное отнесение вида к ценоморфе соответствует групповой оценке ценоморфы в шкалах), а также число «ядерных» видов в группе указывают на ее экологическую специфичность. Виды относили к «ядерным», если их апостериорная вероятность принадлежности к какой-либо группе по результатам дискриминантного анализа составляла 0,6 и выше [18]. Наиболее точно определяется болотная (палюдантная) ценоморфа (табл. 1). Для нее характерен не только устойчивый состав, но и высокая точность оценки и высокая экологическая специфичность (сходная точность, высокая доля «ядерных» видов и практически одинаковое их число для всех трех вариантов классификации). При этом по результатам всех вариантов анализа из этой группы наблюдается практически идентичное число переходов в другие ценоморфы: – 4 (5 для варианта без выделения галофитов и псаммофитов) вида переходят в пратанты, 2 – сиванты и 1 – рудеранты. Точно также происходят переходы в группу – для всех вариантов классификации из пратантов (10–12 видов), сивантов (3–4 вида) и в варианте классификации по Н.М. Матвееву 2 вида перешли из сорно-луговой ценоморфы. Для степной ценоморфы наблюдается самая высокая правильность экспертной классификации, одинаковая (83,8%) по Н.М. Матвееву и современному подходу школы А.Л. Бельгарда. При исключении из анализа галофитов и псаммофитов точность становится еще выше, но это связано с тем, что нет «ошибок» классификации, связанных с переходами этих ценоморф (8 и 1 вид соответственно) в другие группы. Классический подход по А.Л. Бельгарду дает самое большое число видов, в том числе «ядерных», в составе ценоморфы. Следующей по устойчивости является рудеральная ценоморфа, что подтверждает правильность ее выделения для флоры Поволжья. Как и для степантов, наблюдается одинаковая точность экспертной оценки по Н.М. Матвееву и современной школе А.Л. Бельгарда (70,2%) при очень близком числе «ядерных» видов (74 и 76 соответственно). Но наблюдаются небольшие несоответ-

ствия отнесения видов к группе при различных подходах. Так, при использовании подхода Н.М. Матвеева рудеральная группа наиболее увеличила свой состав, а при использовании классических бельгардовских ценоморф – точность самая низкая, но состав группы соответствует классификации с использованием современных подходов, а число «ядерных» видов выше. Менее устойчивыми являются сильвантная и пратантная ценоморфы с близкими показателями точности экспертной оценки (63–68%) и особенностями распределения видов при разных способах классификации, как и для рудерантов.

Для псаммофитов и галофитов необходимо отметить, что, несмотря на небольшое число видов в их составе и сравнительно низкую точность при статистической оценке, эти группы являются экологически специфическими (87 и 60% «ядерных» видов в составе соответственно).

Наименее экологически специфическими являются предложенные Н.М. Матвеевым ценоморфы, которые характеризуются самой низкой точностью классификации. Для сорно-лесной и сорно-луговой группы также наблюдается резкое уменьшение числа видов в группе и практически полное отсутствие «ядерных» видов. Только сорно-степная ценоморфа является достаточно численной по числу видов, в том числе «ядерных». Также нужно отметить, что

большинство видов из этих групп по результатам статистической оценки переходило в соответствующие ценоморфы ненарушенных биотопов. Так, для сорно-степной группы переходы в степную группу по сравнению с сорной составили 2:1. Для сорно-лесной – подавляющее большинство видов в равных пропорциях распределилось между сильвантами и пратантами. Только для сорно-луговой группы распределение подавляющего большинства переходящих в пратантную и рудеральную ценоморфы видов примерно равное.

В связи с тем, что анализируются одни и те же виды, возможна перекрестная классификация наложением разных матриц числа видов, при этом в первую очередь на экологическую обоснованность отнесения видов к группам указывает сравнение «ядерных» видов. Все классификации при наложении дали практически полное совпадение ядерных видов базовых ценоморф – степантов, пратантов, сильвантов и, особенно, палюдантов (табл. 2). Отклонения незначительны по сравнению с общим составом конкретных ценоморф. Также четко видно, что галофиты связаны с луговой, а псаммофиты – со степной ценоморфами и обоснованность их выделения необходимо анализировать в сравнении с пратантами и степантами соответственно.

Таблица 1 – Классификация видов флоры сосудистых растений Поволжья на ценоморфы

Ценоморфа	По Н.М. Матвееву				По А.Л. Бельгарду			
	видов в анализе	точность, %	видов после анализа	ядерных видов	видов в анализе	точность, %	видов после анализа	ядерных видов
St	136	83,8	186	123	148 (189)	83,8 (87,8)	174 (230)	129 (186)
Pr	153	65,4	172	93	181 (201)	63,0 (66,2)	189 (203)	124 (135)
Sil	156	66,7	129	101	192 (198)	66,7 (67,7)	149 (150)	122 (121)
Ru	124	70,2	141	74	119 (124)	70,2 (65,3)	123 (122)	76 (82)
Pal	40	82,5	48	44	39 (40)	82,1 (80,0)	50 (47)	42 (43)
Ps	–	–	–	–	53	58,5	52	31
Hal	–	–	–	–	20	55,0	15	13
StRu	53	39,6	42	13	–	–	–	–
SilRu	42	11,9	16	1	–	–	–	–
PrRu	48	16,7	18	3	–	–	–	–

Примечание. В скобках приведены результаты анализа без выделения галофитов и псаммофитов.

Таблица 2 – Перекрестная классификация видов флоры Поволжья на ценоморфы

По Н.М. Матвееву	По А.Л. Бельгарду						
	St	Pr	Sil	Ru	Pal	Ps	Hal
St	$\frac{108}{142}$ (156/179)	$\frac{-}{4}$ (–/2)	$\frac{1}{6}$ (–/4)	$\frac{-}{1}$ (–/1)		$\frac{24}{32}$	$\frac{1}{1}$
Pr	$\frac{-}{3}$ (–/3)	$\frac{112}{144}$ (129/161)	$\frac{1}{5}$ (2/7)		$\frac{-}{2}$ (–/1)	$\frac{1}{5}$	$\frac{12}{13}$
Sil		$\frac{-}{2}$ (–/1)	$\frac{116}{127}$ (115/127)		$\frac{-}{-}$ (–/1)		
Ru	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{17}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{73}{115}$		$\frac{2}{4}$	$\frac{-}{1}$
Pal		$\frac{-}{3}$ (–/3)			$\frac{42}{48}$ (43/45)		
StRu	$\frac{20}{27}$ (28/38)	$\frac{-}{1}$		$\frac{3}{5}$ (3/4)		$\frac{3}{9}$	
SilRu	$\frac{-}{1}$	$\frac{-}{5}$ (–/5)	$\frac{3}{8}$ (3/9)	$\frac{-}{1}$ (–/1)		$\frac{1}{2}$	
PrRu	$\frac{-}{-}$ (–/1)	$\frac{8}{16}$ (6/16)	$\frac{-}{1}$ (–/1)	$\frac{-}{1}$			

Примечание. В числителе число ядерных видов, в знаменателе – общее, в скобках – классификация без выделения галофитов и псаммофитов.

Виды, выделяемые Н.М. Матвеевым как степные, луговые и лесные рудеранты, при классификации по А.Л. Бельгарду попадают преимущественно в соответствующие степную, луговую и лесную ценоморфы, в том числе и в «ядра» этих групп. Только для сорно-степной ценоморфы характерно маленькое рудерантное «ядро» из 3 видов. Таким образом, определение этих ценоморф Н.М. Матвеевым как рудерантов не подтверждается при других подходах в рамках той же школы А.Л. Бельгарда.

Ведущими факторами распределения видов на ценоморфы во всех вариантах классификации являются уменьшение почвенного увлажнения (ксерофитизация) и освещенности (затенение). Следующие два ведущих фактора определяются неоднозначно. При классификации по Н.М. Матвееву и по А.Л. Бельгарду без выделения галофитов и псаммофитов – это рост почвенного увлажнения и уменьшение содержания в почве азота. При выделении галофитов и псаммофитов как отдельных групп – это уменьшение содержания в почве азота и минерализации (уменьшение трофности почв), что однозначно связано с экологией этих групп.

Поскольку ценоморфы Н.М. Матвеевым определяются как адаптации к биотопу, то вопрос их выделения должен определяться ординацией в факторах среды и тем, насколько оптимумы групп отличаются или перекрываются по ведущим факторам биотопов. В связи с этим нами выполнено сравнение центроидов (оптимумов) ценоморф в пространстве фитондикационных шкал (табл. 3).

Во-первых, необходимо отметить, что при разных классификациях одни и те же базовые ценоморфы характеризуются схожими положениями в шкалах и, соответственно, совпадающими оптимумами режимов биотопов по подавляющему большинству факторов. Так, для палюдантов определяется абсолютно одинаковые оптимумы в экологическом простран-

стве при всех вариантах классификации. Сама ценоморфа является индикатором биотопов с наибольшими режимами почвенного увлажнения (гигрогидрофиты с умеренно широкой экологической валентностью), почвенного азота (эвритопные нитрофилы) и аэрации почв (почвы с минимальной аэрацией и максимальным капиллярным увлажнением). Кроме этого, группа указывает на биотопы минимальной переменной увлажнения (умеренно неравномерного контрастного увлажнения) со слабокислыми почвами и незначительным содержанием в почве карбонатов.

Пратанты характеризуются «средними» характеристиками биотопов, при этом оценка по А.Л. Бельгарду с выделением галофитов и псаммофитов отличается чуть более широкими в сторону минимальных величин оптимумами по солевому и кислотному режиму почв. Это объясняется исключением галофитов, которые являются индикаторами максимального режима переменной почвенного увлажнения (неравномерное увлажнение при неглубоком промачивании корнеобитаемого горизонта), кислотности (слабощелочные – щелочные почвы) и солевого режима (слабое засоление карбонатно-сульфатного типа). От пратантной группы галофиты также отличаются смещением оптимума увлажнения от гигромезофитного в мезофитный. Таким образом, выделение ценоморфы галофитов из луговой группы в связи с их экологической специфичностью по нескольким режимам является необходимым. Сорно-луговая ценоморфа отличается от пратантов смещением в сторону минимальных значений оптимумом режима почвенного увлажнения (мезофитный, как и галофиты) и несколько более широким оптимумом по солевому режиму и кислотности. Следовательно, ее экологическая специфичность подтверждается только по режиму почвенного увлажнения и более целесообразно рассматривать эту группу в составе пратантов в качестве мезофильной экологической свиты.

Таблица 3 – Центроиды (минимальное и максимальное значение) ценоморф в фитоиндикационных шкалах

	Hd	fH	Rc	Sl	Ca	Nt	Ae	Tm	Om	Kn	Cr	Lc
St	4 12	5 9	6 11	5 12	6 11	2 7	4 7	6 12	8 14	6 15	6 11	7 9
	4 12	4 9	6 11	5 12	6 11	2 7	4 7	7 12	8 14	6 15	6 10	7 9
	4 12	5 9	6 11	5 12	7 11	2 7	4 7	6 12	8 14	6 15	6 11	7 9
StRu	4 12	5 10	6 11	5 12	5 10	2 7	4 7	6 13	8 15	5 15	6 11	7 9
Ps	5 13	5 10	5 10	5 11	4 9	2 6	4 7	6 11	7 14	6 14	5 11	7 9
Ru	6 14	5 9	6 11	5 11	5 9	4 9	4 8	5 13	6 16	3 15	5 12	7 9
	6 14	5 9	6 11	5 11	5 9	4 9	4 8	5 13	6 16	3 15	5 12	7 9
	6 14	5 9	6 11	5 11	5 9	4 9	4 8	5 13	6 16	3 15	5 12	7 9
Sil	8 16	4 8	5 10	4 9	5 9	4 8	5 9	5 12	9 16	4 14	5 11	4 8
	8 16	4 7	5 10	4 9	4 9	4 8	5 9	5 12	9 16	4 14	5 11	4 8
	8 16	4 8	5 10	4 9	5 9	4 8	5 9	5 12	9 16	3 14	5 11	4 8
SilRu	8 15	4 8	5 10	4 10	5 9	4 8	5 8	5 12	9 16	4 14	4 12	5 8
Pr	8 17	5 9	6 10	5 12	4 9	3 8	6 9	5 12	8 16	3 15	4 12	6 9
	8 17	5 9	6 10	5 11	4 9	3 8	6 9	5 12	8 16	3 14	4 12	6 9
	8 17	5 9	5 10	4 11	4 9	4 8	6 9	5 12	8 16	3 15	4 12	6 9
PrRu	7 16	5 9	5 11	4 12	4 9	4 9	5 9	5 13	7 16	3 15	4 12	6 9
Hal	7 16	6 10	8 12	9 15	5 9	3 9	6 10	6 13	5 15	5 14	5 12	7 9
Pal	13 20	4 8	5 10	4 11	4 7	4 9	9 13	4 12	7 17	2 15	3 12	6 9
	13 20	4 8	5 10	4 11	4 7	4 9	9 13	4 12	7 17	2 15	3 12	6 9
	13 20	4 8	5 10	4 11	4 7	4 9	9 13	4 12	7 17	2 15	3 12	6 9

Примечание. Полу жирным выделены показатели при классификации по Н.М. Матвееву, курсивом – по А.Л. Бельгарду с выделением галофитов и псаммофитов.

Для сивлантов, как и для палюдантов, определяются минимальные величины оптимума по режиму переменности увлажнения (умеренно неравномерно контрастное увлажнение) и приуроченность к биотопам слабокислых почв с незначительным содержанием карбонатов. Также отличаются они смещением оптимума освещенности в зону теневых – полусветленных условий и самой узкой валентностью по омброрежиму. Выделяемая Н.М. Матвеевым сорно-лесная ценоморфа в экологическом пространстве отличается от сивлантов только более узким оптимумом режима освещенности (полутеневые – полусветленные). Таким образом, указание Н.М. Матвеева на приуроченность этой группы к светлым лесам подтверждается, но целесообразно эту группу рассматривать как сивланты, не толерантные к условиям наибольшего затенения.

Рудеранты характеризуются оптимумом почвенного увлажнения, смещенным в зону суховатых биотопов, а также наибольшими режимами почвенного азота (эвритопные нитрофилы) и абсолютно идентичными положениями в экологическом пространстве при разных вариантах классификации. Как и галофиты, рудеранты по режиму освещенности являются преимущественно гелиофитами.

Наконец, оканчивают зональный ряд гигрогенного замещения степанты, индикаторы наименьших оптимумов по режиму почвенного увлажнения (преимущественно ксерофиты) и азрации (субаэрофилы) при наибольших показателях режима почвенного кальция (карбонатфилы). Псаммофиты от степантов отличаются смещением оптимумов почвенного увлажнения в мезоксерофильные, кислотности – в зону слабокислых почв, самыми низкими оптимумами азотного режима (бедные минеральным азотом почвы) и «средними» показателями оптимума по режиму кальция. Таким образом, объективность выделения псаммофитов подтверждается экспертно-статистическим анализом. Выделяемая Н.М. Матвеевым сорно-степная ценоморфа отличается от степной только смещением оптимума режима кальция в зону меньших значений (почвы с незначительным содержанием карбонатов) и чуть более широким диапазоном оптимума переменности почвенного увлажнения, термо- и омброрежима. Таким образом, эту группу целесообразно рассматривать как свиту степных акарбонатфилов. Все три группы являются преимущественно гелиофитными.

Выводы

Таким образом, доказана возможность дать балловые оценки ценоморфам А.Л. Бельгарда, выделенным Н.М. Матвеевым для Поволжского региона, в фитоиндикационных шкалах. Результаты экспертно-статистического анализа позволяют определить оптимумы ценоморф по 12 эдафическим и климатическим факторам и свидетельствуют о высокой точности экспертной оценки ценоморф и возможности их использования в качестве фитоиндикаторов биотопов. Выделенные ценоморфы формируют ряд гигрогенного замещения и отличаются по режиму освещенности.

Для экофлоры Поволжского региона, кроме предложенных Н.М. Матвеевым, необходимо выделение ценоморф галофитов, связанных с мезофитными биотопами неравномерного увлажнения с неглубо-

ким промачиванием корнеобитаемого горизонта на слабощелочных – щелочных почвах со слабым засолением карбонатно-сульфатного типа, и псаммофитов как индикаторов мезоксерофильных биотопов на слабокислых почвах, бедных минеральным азотом.

Наименее экологически специфическими являются предложенные Н.М. Матвеевым сорно-степная, сорно-луговая и сорно-лесная ценоморфы. Данные экологические группы не определяются как рудеральные, и выделение их в отдельные ценоморфы при анализе экофлоры региона не является целесообразным. При этом эти группы растений могут рассматриваться в качестве экологических свит соответствующих ценоморф и использоваться в качестве индикаторов биотопов: сорно-степная – бедных карбонатами степных, сорно-луговая – мезофитных луговых, сорно-лесная – не теневых (полутеневых – полусветленных) лесных.

Список литературы:

1. Ниценко А.А. Об изучении экологической структуры растительного покрова // Ботанический журнал. 1969. Т. 54, № 7. С. 1002–1013.
2. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1 / под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 2004. 479 с.
3. Зозулин Г.М. Исторические свиты растительности Европейской части СССР // Ботанический журнал. 1973. Т. 58, № 8. С. 1081–1092.
4. Цыганов Д.Н. Экоморфы флоры хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1976. 60 с.
5. Каразия С. Фитоцено-экологические группы растений лесов Литовской ССР // Труды Литовского НИИ лесного хозяйства. 1977. Т. 17. С. 3–10.
6. Сабуров Д.Н. Опыт классификации луговой растительности Центральной России по эколого-ценоотическим группам // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 1984. Т. 89, вып. 1. С. 72–81.
7. Martinez K.A., Gibson D.J., Middleton B.A. Core-satellite species hypothesis and native versus exotic species in secondary succession // Plant Ecology. 2015. Vol. 216 (3). P. 419–427.
8. Цыганов Д.Н. Экоморфы и экологические свиты // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 1974. Т. 79, вып. 2. С. 128–139.
9. Бельгард А.Л. Лесная растительность юго-востока УССР. К.: КГУ, 1950. 263 с.
10. Назаренко Н.Н. Ценоморфы как фитоиндикаторы биотопов // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2016. Вип. 24, т. 1. С. 8–14.
11. Назаренко Н.Н. Ценоморфы флоры степной зоны Южного Урала (на примере Челябинской области) // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016. Т. 21, вып. 5. С. 1889–1896.
12. Дрогунова М.С., Назаренко Н.Н. Ценоморфы флоры Тамбовской области и фитоиндикация биотопов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2017. Т. 22, вып. 5. С. 780–786.
13. Назаренко Н.Н., Пасечнюк Е.Ю. Различные методические подходы к классификации эколого-ценоотических групп (на примере флоры сосудистых растений Ханты-Мансийского автономного округа – Югра) // Acta Biologica Sibirica. 2019. Т. 5, № 2. С. 119–133.

14. Искусственные леса степной зоны Украины. Харьков: ХГУ, 1960. 423 с.

15. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської і Запорізької областей. Видання друге. Доповнене та виправлене. Дніпропетровськ: Ліра, 2012. 296 с.

16. Матвеев Н.М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны). Самара: Издательство «Самарский университет», 2006. 311 с.

17. Матвеев Н.М. Оптимизация системы экоморф растений А.Л. Бельгарда в целях фитоиндикации эко-

топа и биотопа // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2003. Вип. 11, т. 2. С. 105–113.

18. Смирнов В.Э., Ханина Л.Г., Бобровский М.В. Обоснование системы эколого-ценотических групп видов растений лесной зоны Европейской России на основе экологических шкал, геоботанических описаний и статистического анализа // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2006. Т. 111, вып. 2. С. 36–47.

19. Didukh Ya.P. The ecological scales for the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Kyiv: Phytosociocentre, 2011. 176 p.

A.L. BELGARD AND N.M. MATVEEV'S ECOLOGICAL AND COENOTICAL GROUPS (COENOMORPHS) FOR THE FOREST-STEPPE AND STEPPE OF THE VOLGA RIVER REGION

© 2020

Nazarenko Nazar Nikolayevich, doctor of biological sciences,
professor of Chemistry, Ecology and Chemistry Methodology Department

Pokhlebayev Sergey Mikhailovich, doctor of pedagogical sciences,
professor of General Biology and Physiology Department

South Ural State Humanitarian Pedagogical University (Chelyabinsk, Russian Federation)

Abstract. The paper examines the coenomorphs scheme of vascular plants species by A.L. Belgard which was introduced for the Volga River Region flora by N.M. Matveev. The coenomorphs scheme assessment has been done for 752 vascular plants species of flora by an expert and statistical approach, which included three variants of classification (by N.M. Matveev and by A.L. Belgard with halophyte and psammophyte groups' identification and without it) with the use of discriminant analysis and phytoindication scales. It has been proved that it is possible to rate N.M. Matveev's coenomorphs in phytoindication scales for the forest-steppe and steppe of the Volga River Region. The biotope optimums of coenomorphs are identified for 12 edaphic and climatic factors. It is necessary to specify the halophyte coenomorph as a coenotical group of mesophytic biotopes of basic and alkaline soils with irregular and shallow moisture penetration of root zone and poor carbonate and sulphate salinization and specify the psammophyte coenomorph as a coenotical group of mesoxerophytic biotopes of subacid and poor nitrogen soils. The steppe-ruderal, meadow-ruderal and silvan-ruderal coenomorphs introduced by N.M. Matveev are not specific ecological and coenotical groups, they are not identified as ruderal and their identification as individual coenomorphs don't appear to have sufficient reasons. But these groups can be used as indicators of such biotopes: steppe on poor carbonate soils (steppe-ruderal group), mesophytic meadow (meadow-ruderal group), and not-shade (half-shade and half-light) sylvatic (silvan-ruderal group).

Keywords: coenomorphs; ecological and coenotical groups; coenotical structure; A.L. Belgard; N.M. Matveev; biotopes; ecological sets; bio-ecological analyzes; phytoindication; coenotic core and satellite species; discriminant analysis; abiotic factors; Volga River Region.

* * *

УДК 615.9 : 577.4

DOI 10.24411/2309-4370-2020-11113

Статья поступила в редакцию 18.01.2020

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗНЫХ ВИДОВ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ПРОРАЩИВАНИЯ И СВЕРХМАЛЫХ ДОЗ БЕНЗОТРИАЗОЛА НА МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛУКОВ В МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

© 2020

Селезнева Екатерина Сергеевна, кандидат биологических наук,
доцент кафедры биохимии, биотехнологии и биоинженерии

Грязнова Мария Олеговна, студент биологического факультета

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
(г. Самара, Российская Федерация)*

Аннотация. Адаптация растений проявляется в сохранении физиологических функций при действии различных экстремальных факторов окружающей среды. В модельных экспериментах мы проверили влияние совместного действия таких факторов, как спиртовые растворы бензотриазола в низких концентрациях (0,00001; 0,0001; 0,001 мг/мл) и контрастные положительные температуры (+12°C и +22°C) на всхожесть семян и ростовые процессы у трех видов луков (*Allium cepa*, *Allium fistulosum* и *Allium schoenoprasum*) отличающихся различными адаптационными возможностями. Обнаружили, что независимо от температуры проращивания с ростом концентрации растворов бензотриазола в избранном диапазоне концентраций наблюдается стимуляция всхожести семян у всех исследуемых видов по сравнению с контролем. Максимальным стимулирующим действием бензотриазол обладал в концентрации 0,001 мг/мл при проращивании семян при температуре +12°C. Влияние на ростовые процессы определяли по величине средней длины корней луков на пятый день роста. Обнаружили, что длина корней луков всех изученных видов при проращивании в раство-