

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ САРАТОВСКОГО ЛЕВОБОЕРЕЖЬЯ С УЧАСТИЕМ ОХРАНЯЕМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ

С. А. Невский, О. Н. Давиденко

Саратовский государственный университет

Поступила в редакцию 21.05.2014 г.

Аннотация. Статья посвящена оценке функционального состояния растительных сообществ саратовского Левобережья с участием 17 видов растений, занесенных в Красную книгу Саратовской области. Применен методический подход, предусматривающий построение стандартных распределений видов (геометрических рядов и Мак-Артура) и их сравнение с помощью нормированного индекса Шеннона. Выявлены сообщества разной степени устойчивости, дана экологическая интерпретация наблюдаемых закономерностей. На основе полученных данных оценены перспективы существования ценопопуляций охраняемых видов в пределах конкретных фитоценозов.

Ключевые слова: Саратовское Левобережье, Красная книга, функциональная устойчивость.

Abstract. The article is devoted to the estimation of functional stability vegetation communities with 17 rare plant species from Red data book in the left Volga bank of Saratov region. A standard distributions of plants species (geometric rows and MacArthur), corresponding to the experimental one, and their comparison with the help of normalized Shannon index were applied. Different groups of community stability were established and its ecological interpretation was performed. On the foundation of this data, the perspectives of population development are established.

Key words: left Volga bank of Saratov province, Red data book, functional stability.

Проблема сохранения биоразнообразия стала особенно актуальной в последнее время в связи с усиливающимся антропогенным воздействием на природу. Наиболее уязвимыми являются виды, уже попавшие в категорию «охраняемых» и внесенные в федеральную или региональные Красные книги. В 2006 г. вышло второе издание Красной книги Саратовской области, согласно которому в список охраняемых включены один вид лишайников, 20 видов грибов и 285 видов растений [1]. В последние годы на территории региона проведен целый ряд научных исследований, дополняющих представления о распространении редких видов растений по территории области и заложивших количественную основу долговременного мониторинга состояния их ценопопуляций [2- 6].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В основу данной статьи положены геоботанические и гидроботанические описания сообществ, выполненные на территории восьми административных районов саратовского Левобережья в 2008-2013 гг. по соответствующим методикам [7-9]. Изучались зональные степные сообщества, интразональные галофитные и азональные петрофитные и водные фитоценозы с участием охраняемых видов растений, занесенных во второе издание Красной книги Саратовской области [1]. Всего было сделано 180 фитоценологических описаний, в ходе которых изучены ценопопуляции 17 редких видов растений. Исследования проводились, в том числе, на территории памятников природы «Урочище Синяя гора», «Урочище Иваново поле» [10], федерального заказника «Саратовский», а также на территориях, рекомендуемых к охране – Озеро

Большой Морец и окрестности пруда Нижний Девичий [11].

Регистрировалась фитоценотическая приуроченность редких видов, обилие (проективное покрытие) и состояние популяции (1 – прогрессирующая, 2 – стабильная, 3 – регрессирующая, 4 – неопределенная) [9]. Для оценки степени сформированности данных сообществ был применен методический подход, предусматривающий построение стандартных распределений геометрических рядов и Мак-Артура, соответствующих экспериментальному, и их последующее сравнение с помощью нормированного индекса Шеннона.

Энтропийно-информационный анализ в экологии зарекомендовал себя в качестве надежного метода оценки состояния экосистем [12]. Мы рассчитывали индекс сформированности сообщества [13], представляющий собой отношение разности нормированных индексов Шеннона, рассчитанных для распределения Мак-Артура и экспериментальных данных, к разности таковых для распределения Мак-Артура и геометрических рядов.

$$I_{sf} = \frac{H_m - H_e}{H_m - H_g},$$

где H_m , H_e , H_g – нормированные индексы Шеннона, рассчитанные для распределений Мак-Артура, экспериментальных данных и геометрических рядов соответственно.

Значение индекса, стремящееся к единице, свидетельствует о высокой степени сформированности и устойчивости сообщества. Уменьшение значения индекса свидетельствует о дестабилизации видового состава, структуры и степени устойчивости. Индекс сформированности, выраженный в процентах от максимально возможного, показывает степень сформированности видовой структуры сообщества.

Статистическая обработка данных проведена с помощью программ Statistica 6.0 (описательная статистика, сравнение рядов данных, регрессионный анализ), Microsoft Excell (расчет индексов разнообразия Шеннона, теоретических распределений Мак-Артура и распределения геометрических рядов).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Растительность изученной территории довольно разнообразна. В юго-восточной части Левобережья сохранились значительные площади целинных степей, как узкими полосами вдоль по-

лей, так и достаточно большими участками, преимущественно вдоль границы с Казахстаном [11]. Практически во всех исследованных районах велики площади вторичной степной растительности, восстановившейся на месте бывших сельскохозяйственных угодий.

Из степных сообществ наиболее распространены ассоциации с доминированием *Stipa capillata* L., *Stipa pennata* L.. Вокруг населенных пунктов степные сообщества несут на себе следы воздействия выпаса скота. Здесь по небольшим понижениям вдоль дорог сохраняются небольшие участки злаковых степей. В них заметно возрастает роль *Artemisia austriaca* Jacq, местами растительный покров почти полностью нарушен и превращен в сбоевые группировки однолетних сорняков. Часто в результате выпаса скота происходит уплотнение и засоление почвы; в таких условиях злаковые степи трансформируются в лерхополынные. В местах интенсивного выпаса скота более характерны ассоциации формации *Artemisia lerchiana*. Локально хорошо представлены сообщества с доминированием *Artemisia pauciflora* Web.

Менее распространенными ассоциациями степной растительности обследованной территории, приуроченными преимущественно к окраинам полей и дорог, являются типчаково-мохнато-грудницева, типчаковая, типчаково-полынквая. Локально в составе этих сообществ отмечены популяции *Stipa pennata* – охраняемого на территории области вида растения.

Растительность засоленных почв (солонцов и солончаков) имеет на обследованной территории локальное распространение. Значительные территории с солончаковой и солонцовой растительностью отмечены на побережьях озер Мал. и Бол. Морцы, в окр. с. Озерский Озинского района и местами в южной части саратовского Заволжья на границе с Казахстаном.

Основными доминантами растительных сообществ солончаков являются *Salicornia perennans* Willd., *Suaeda prostrate* Pall., *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl., *Aster tripolium* L.. Фитоценозы с доминированием *Salicornia perennans* и *Suaeda prostrata* являются, как правило, монодоминантными и содержат в своем составе очень мало сопутствующих видов. Сообщества формаций *Puccinellia distans* и *Tripolium vulgare* приурочены к менее засоленным почвам, а потому и видовой состав фитоценозов богаче. Здесь с проективным покрытием до 5% отмечены *Limonium bungei* (Claus)

Gamajun, *Artemisia santonica* L., *Galatella villosa* (L.) Cass и *Plantago salsa* Pall. В прибрежной полосе озера Большой Морец отмечены заросли *Tamarix laxa* Wild., однако они не занимают больших площадей.

Солонцы занимают большие площади, чем солончаки, что связано, в том числе, и с возможностью их антропогенного происхождения (перевыпас скота на солонцеватых каштановых почвах). Растительность представлена в основном чернополынными и белополынными фитоценозами с большим участием сорных растений (*Lepidium perfoliatum* L., *Berteroa incana* (L.) DC. и др.).

Петрофитная растительность изученной территории связана в основном с обнажениями мела и мергеля в окрестностях с. Меловое и бывшего с. Овчинниково и каменистыми склонами близ с. Синегорский.

Прибрежно-водная и водная растительность очень разнообразна и сильно зависит в своем богатстве от степени и формы антропогенного воздействия.

Из настоящей водной растительности наиболее характерны ассоциации *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus* и *Ceratophyllum demersum*.

Пруды, в которых в период наблюдений не было отмечено воды, характеризуются мощными зарослями *Typha angustifolia* L. и *Phragmites australis* (Cav) Steud.. Кроме того, значительные площади заняты *Butomus umbellatus* L., *Sagittaria sagittifolia* L. и *Alisma plantago-aquatica* L..

Пруд в окрестностях с. Белоглинный и пруд Ниж. Девичий характеризуется наиболее разнообразной прибрежно-водной растительностью. Здесь хорошо представлены как упомянутые ранее ассоциации, так и новые: с доминированием *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Polygonum amphibium* L., *Rorippa amphibia* (L.) Bess., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. Et Schult. Водная растительность представлена в основном зарослями *Potamogeton lucens* L. и *Potamogeton pectinatus* L. Изредка встречаются сообщества с доминированием *Batrachium trichophyllum* auct. non (Chaix) Bosch.

В табл. 1 представлены характеристики 20 сообществ, в которых были отмечены крупные ценопопуляции 17 видов растений, охраняемых на региональном уровне [1]. Четыре вида внесены также в Красную книгу России [14].

Для прогноза состояния популяций редких видов растений как на территории области в целом, так и в конкретных точках, была проведена оцен-

ка экологического потенциала фитоценозов и степени их функциональной устойчивости. Данные представлены на рис. 1.

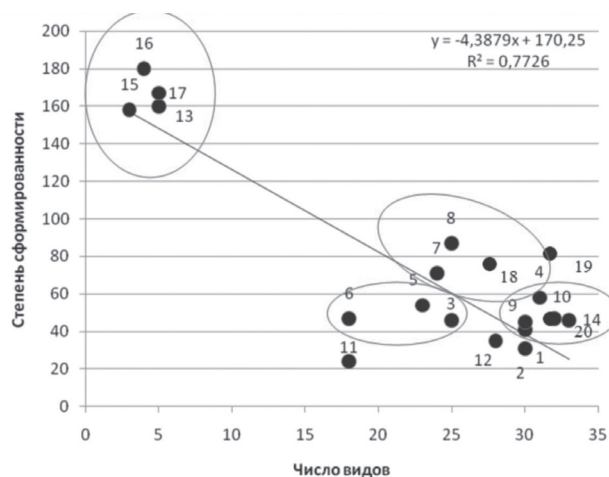


Рис. 1. Видовое богатство и степень сформированности видовой структуры сообществ (номера сообществ соответствуют их номерам в таблице)

По степени функциональной устойчивости все изученные сообщества можно разделить на четыре группы. В первую группу входят сообщества (№№7, 8, 18, 19), характеризующиеся высокими значениями (более 60%) индекса сформированности видовой структуры и средним видовым богатством. В эту группу отнесены типчаковый фитоценоз в овраге Отрожный с крупной ценопопуляцией (численность 56 особей) адониса весеннего и типчаково-ковыльный фитоценоз в окр. с. Кривояр с такими редкими видами как ирис низкий, адонис весенний и ковыль перистый (численность популяций всех трех видов составляет около 80-100 особей). Эти фитоценозы расположены вдали от населенных пунктов и не несут на себе видимых следов антропогенного воздействия. Кроме того, в эту группу вошли сообщества ассоциаций *Festuca vallesiaca* - *Stipa pennata*, *Stipa pennata* и *Artemisia austriaca* + *Festuca vallesiaca*, описанные на территории памятника природы «урочище Иваново поле» и федерального заказника «Саратовский». Все эти фитоценозы подвержены влиянию умеренного выпаса скота, который, однако, не нарушает их функциональную структуру.

Вторая и третья группы характеризуются более низкими показателями сформированности видовой структуры (40-60%), при этом видовое богатство в одной из них (№№1, 4, 9, 10, 14, 20) больше, а в другой (№№5, 3, 6) в среднем соотносимо с таковым в сообществах первой группы. Это го-

Таблица 1

Характеристика сообществ с участием охраняемых видов растений

№ п/п	Ассоциация	Местоположение	Характер антропогенного воздействия	Охраняемые виды	Состояние ценопопуляций
1	Stipa capillata - Festuca vallesiaca	окр. с. Первомайское Краснокутского р-на	выпас скота	Stipa pennata*, Iris pumila*,	1
					1
2	Festuca vallesiaca	там же	то же	Adonis vernalis, Adonis wolgensis	2
					2
3	Stipa capillata - Festuca vallesiaca	окр. с. Новые лапти Новоузенского р-на	разработка нефтяных месторождений	Astragalus physodes	4
4	Stipa lessingiana	окр. сс. Гусарка, Журавли, балка Биручий Дол Перелюбского р-на	не отмечено	Glycyrrhiza glabra, Stipa pennata*	1
					2
5	Festuca vallesiaca	окр. с. Мирное Ровенского р-на	выпас скота	Iris pumila*, Adonis vernalis	1
					2
6	Festuca vallesiaca – Artemisia lerchiana	окр. с. Мирное Ровенского р-на	то же	Glycyrrhiza glabra	1
7	Stipa capillata - Festuca vallesiaca	окр. с. Кривояр Ровенского р-на	не отмечено	Iris pumila*, Adonis vernalis, Stipa pennata*	1
					4
					2
8	Festuca vallesiaca	овр. Отрожный Ровенского р-на	то же	Adonis vernalis	4
9	Stipa capillata - Festuca vallesiaca	окр. пруда Ниж.Девичий Озинского района	то же	Tulipa gesneriana*, Astragalus physodes, Iris pumila*	1
					4
					4
10	Festuca vallesiaca	окр. с. Восточный Озинского р-на	выпас скота	Iris pumila*, Tulipa gesneriana*	2
					4
11	-	окр. бывш. с.Овчинниково Озинского р-на	не отмечено	Ephedra distachya, Gypsophila volgensis, Atraphaxis replicata	2
					4
					2
12	Galatella villosa + Festuca vallesiaca	ООПТ «Урочище Синяя гора» Озинский р-н	выпас скота	Parmelia vagans, Ephedra distachya, Tulipa gesneriana*	4
					2
					2
13	Suaeda acuminata + Ofaiston monandrum	окр. оз. Бол. Морец Озинского р-на	выпас скота	Ofaiston monandrum, Frankenia hirsuta	1
					4
14	Agropyron desertorum + Artemisia lerchiana	окр. оз. Бол. Морец Озинского р-на	выпас скота	Iris pumila*, Glycyrrhiza glabra	4
					1
15	Ruppia maritima, Ruppia maritima + Potamogeton pectinatus	оз. Бол. Морец Озинского р-на	не отмечено	Ruppia maritima	1
16	Potamogeton perfoliatus + Ceratophyllum demersum	р. Еруслан в окр. с. Дьяковка Краснокутского р-на	рекреация	Potamogeton gramineus	2
17	Nymphaea alba + Potamogeton perfoliatus	р. Мал.Чалыкла в окр. с. Семеновка Краснопартизанского р-на	не отмечено	Nymphaea alba	1
18	Festuca vallesiaca - Stipa pennata, Stipa pennata	ООПТ «Иваново поле» Федоровский район	не отмечено	Tulipa gesneriana*, Iris pumila*, Stipa pennata*	1
					1
					2
19	Artemisia austriaca + Festuca vallesiaca	окрестности ООПТ «Иваново поле» Федоровский район	выпас скота, сенокосение	Iris pumila*, Tulipa gesneriana*, Centaurea talievii*	1
					1
					2
20	Stipa capillata - Festuca vallesiaca	Федеральный заказник «Саратовский» Федоровский район	выпас скота	Tulipa gesneriana*	4

* - виды, внесенные в Красную книгу России

ворит о том, что даже незначительное, на первый взгляд, антропогенное воздействие (например, умеренный выпас скота) способно заметно нарушить сложившуюся структуру сообщества, что приводит в разных ситуациях к уменьшению или увеличению видового богатства. Исключением из этой закономерности выступает лессингоковильный фитоценоз (№4), видовая структура которого нарушается в результате проникновения в его состав солодки голой, которая за счет вегетативного размножения значительно увеличивает свою численность и плотность, дестабилизируя функциональную структурированность сообщества. Однако при полученных значениях энтропии можно говорить лишь об умеренном нарушении функциональной устойчивости данных сообществ, поскольку в их состав входит значительное число типично степных видов, способных при снижении или полном исключении антропогенного воздействия достаточно быстро вернуть биоценоз к исходному состоянию. Отмеченные же за период исследования тенденции расселения солодки позволяют говорить о положительной динамике численности ее ценопопуляций в исследованных сообществах.

В четвертую группу вошли сообщества с низким флористическим богатством и высокими значениями индекса сформированности (№№13, 15-17). Данные фитоценозы характеризуются насыщенностью видовой структуры, абсолютным доминированием одного или двух видов растений при минимальном участии немногих сопутствующих видов. При этом значения общего проективного покрытия в таких сообществах высоки. При таких условиях значения энтропии сообщества стремятся к нулю, индекс Шеннона, полученный по экспериментальным данным, оказывается ниже значений такового, рассчитанного для геометрических рядов, что ведет в итоге к большим показателям индекса сформированности. Сюда в основном объединились фитоценозы галофитной и водной растительности, характеризующиеся хорошо выраженным абсолютным доминантом и сформированные по типу зарослей.

Сообщества №№2, 12 и 11 стоят несколько обособленно среди остальных, поскольку характеризуются наиболее низкими значениями индекса сформированности (менее 40%). Это степные сообщества со значительным антропогенным воздействием, а также несформированные петрофитные сообщества на обнажениях мела и каменистых субстратах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокий восстановительный потенциал степной растительности, находящейся на территории саратовского Заволжья в условиях климатического соответствия, позволяет ей стабильно существовать в достаточно широком диапазоне интенсивности антропогенного воздействия, при этом, щадящие формы влияния антропогенного фактора весьма быстро нивелируются демулационными процессами. Судьба изученных ценопопуляций охраняемых видов растений в составе степных сообществ в настоящий момент не внушает опасений. Численность их увеличивается, и при сохранении на прежнем уровне антропогенного вмешательства сообщества с участием редких видов способны к устойчивому существованию.

Для ценопопуляций растений, приуроченных к водным системам и сильно засоленным почвам, имеется высокая вероятность перестройки структуры и состава сообществ в связи с переменностью факторов местообитания (степень минерализации воды, степень засоленности почвы и т.п.), что может привести к необратимому выпадению указанных редких видов из состава фитоценозов. Вызывает опасение и факт интенсивного выпаса скота и его прогона по всем изученным участкам с редкими растениями-галофитами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. — Саратов: Изд-во Торг.-промышл. палаты Саратов. обл., 2006. — 528 с.
2. Буланый Ю.И. *Seseliglabratum Willd. ex Spreng.* (Apiaceae) и *Scorzonera tuberosa Pall.* (Asteraceae) – редкие виды для флоры Саратовской области / Ю.И. Буланый // Известия Самарского научного центра РАН. — 2009. — Т. 11. № 1. — С. 51-52.
3. Давиденко О.Н. Региональная интегрированная база данных как основа мониторинга и сохранения редких и исчезающих видов растений Саратовской области / О.Н. Давиденко, С.А. Невский, Т.Н. Давиденко // Изв. СГУ. Новая серия. Серия химия, биология, экология. — 2011. — Т. 1. — С. 43-47.
4. Буланый Ю.И. Роголистники (*Ceratophyllum*, *Ceratophyllaceae*) Саратовской области / Ю.И. Буланый, О.В. Чеботарева // Изв. СГУ. Новая серия. Серия химия, биология, экология. — 2012. — Т. 12. Вып. 3. — С. 56-58.
5. Невский С.А. О новой находке руппии морской (*Ruppia maritima* L.) в Саратовской области /

- С.А. Невский, О.Н. Давиденко // Изв. СГУ. Новая серия. Серия химия, биология, экология. — 2012. — Т. 12 Вып. 2. — С. 55-57.
6. Невский С.А. Новые данные о распространении редких видов растений в саратовском Заволжье / С.А. Невский, О.Н. Давиденко // Вестник СГАУ. — 2013. — № 1. — С. 14-18.
7. Юнатов А.А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей Полевая геоботаника / А.А. Юнатов. — М.-Л., 1964. — Т. 3. — С. 9-36.
8. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: Методы изучения. / В.М. Катанская. — Л., 1981. — 187 с.
9. Ботанико-экологический практикум: методы сбора и анализа данных / Давиденко Т.Н. [и др.]. — Саратов: ООО Издательский центр «Наука», 2011. — 67 с.
10. Особо охраняемые природные территории Саратовской области. — Саратов: Изд-во СГУ, 2008. — 300 с.
11. Современное состояние растительного покрова и перспективы сохранения фиторазнообразия саратовского Заволжья / О.Н. Давиденко [и др.] — Саратов: ООО Издат. центр «Наука», 2013. — 148 с.
12. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. — М., 1992. — 181 с.
13. Невский С.А. Функциональная структура и устойчивость степных растительных сообществ с участием редких видов растений в саратовском Заволжье / С.А. Невский, О.Н. Давиденко // Изв. СГУ. Новая серия. Серия химия, биология, экология. — 2011. — Т. 11. Вып. 2. — С. 116-121.
14. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. редкол.: Ю.П. Трутнев и др.; Сост. Р.В. Камелин и др. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. — 855 с.

Невский Сергей Александрович — кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии, Саратовский государственный университет; e-mail: nevskiysa@yandex.ru

Давиденко Ольга Николаевна — кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии, Саратовский государственный университет; alenka71980@mail.ru

Nevskiy Sergey A. — PhD, Associate Professor, Department of Botany and Ecology, Saratov State University; e-mail: nevskiysa@yandex.ru

Davidenko Olga N. — PhD, Associate Professor, Department of Botany and Ecology, Saratov State University; e-mail: alenka71980@mail.ru