



УДК 574.3

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА И УСТОЙЧИВОСТЬ СТЕПНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ С УЧАСТИЕМ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В САРАТОВСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

С. А. Невский, О. Н. Давиденко

Саратовский государственный университет
E-mail: biosovet@sgu.ru



Статья посвящена оценке функционального состояния степных растительных сообществ Саратовского Заволжья с участием охраняемых видов растений. Применен методический подход, предусматривающий построение стандартных распределений видов (геометрических рядов и Мак-Артура) и их сравнение с помощью нормированного индекса Шеннона. Предложен метод расчета индекса сформированности и оценки степени сформированности видовой структуры сообществ. Выявлены сообщества разной степени устойчивости и дана экологическая интерпретация наблюдаемых закономерностей.

Ключевые слова: степные сообщества, редкие виды растений, Саратовское Заволжье.

Functional Structure and Stability of Steppe Vegetation Communities with Rare Plant Species in Left Volga Bank of Saratov Region

S. A. Nevskiy, O. N. Davidenko

The article is devoted to the estimation of functional structure and stability steppe vegetation communities with rare plant species 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. The index formed calculation method was offered. Different groups of community stability were established and its ecological interpretation was performed.

Key words: steppe communities, rare species of plants, left Volga bank of Saratov province.

Саратовское Заволжье, располагающееся на территории степной зоны, в течение десятилетий испытывает на себе значительное антропогенное воздействие. Зональные растительные сообщества практически повсеместно преобразованы в агроценозы, крупные участки целинных степей остались лишь на востоке и северо-востоке области. В центральной же части остатки степей приурочены к неудобьям (склоны балок, берега водоемов) или в той или иной степени засоленным почвам. Интенсивность антропогенного воздействия на эти участки варьирует в широких пределах, приводя к формированию целого спектра растительных сообществ, характеризующихся подчас весьма сложной и динамичной экологической структурой. В состав этих сообществ нередко входят

виды растений, занесенные в Красную книгу Саратовской области и подлежащие охране [1].

Целью работы была оценка степени экологической структурированности и функциональной устойчивости наиболее распространенных в Саратовском Заволжье степных растительных сообществ с участием охраняемых видов растений. Исследования проводились в 2007–2010 гг. на территории шести административных районов Саратовской области: Перелюбского, Пугачевского, Краснопартизанского, Федоровского, Краснокутского и Новоузенского. Таким образом, исследованием были охвачены основные типы степных сообществ подзон разнотравно-типчаково-ковыльных степей на южных черноземах, типчаково-ковыльных степей на темно-каштановых и каштановых почвах и пустынных комплексных степей на светло-каштановых почвах [2].

В основу работы положены геоботанические описания наиболее распространенных в районе исследования степных ассоциаций. Большинство исследованных сообществ является условно ненарушенным, т. е. не испытывающим заметного антропогенного воздействия. В исследование включены только естественные степные сообщества, сохранившиеся в основном по неудобьям; пастбищные и демулационные производные степных сообществ не рассматриваются. Всего выполнено 57 геоботанических описаний по стандартной методике [3].

В качестве меры энтропии сообщества использовали индекс Шеннона, рассчитанный через распределение относительных проективных покрытий видов [4]. Был применен методический подход, предусматривающий построение стандартных распределений геометрических рядов и Мак-Артура, соответствующих экспериментальному, и их последующее сравнение с помощью нормированного индекса Шеннона. Соответствие распределения экспериментальных данных геометрическому ряду предполагает сформированность сообщества в результате конкурентной борьбы между видами, ведущей к максимальной



упаковке экологических ниш. Альтернативой такому распределению выступает распределение Мак-Артура, при котором захват экологических ниш видами признается случайным [5, 6].

Таким образом, по близости экспериментального индекса Шеннона конкретного растительного сообщества к той или иной теоретической модели распределения можно судить о степени сформированности и функциональной устойчивости сообщества.

Энтропийно-информационный анализ в экологии зарекомендовал себя в качестве надежного метода оценки состояния экосистем [7–9]. При этом есть возможность сравнения функционального состояния сообществ, находящихся на разных сукцессионных стадиях (например, восстановление структуры сообщества после пожара) или составляющих один ординационный ряд (например, ряд увлажнения). Однако для выявления динамики сообщества в течение длительного промежутка времени, оценки функционального состояния большого числа сообществ или сообществ, не связанных в один ординационный ряд, более информативным, на наш взгляд, является предлагаемый нами индекс сформированности видовой структуры, 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.

На территории Саратовской области наиболее распространенными степными сообществами зонального ряда являются фитоценозы формации ковылей волосовидного (*Stipa capillata*) и перистого (*Stipa pennata*), ковылка (*Stipa lessingiana*), овсяницы валлисской (*Festuca valesiaca*). Основными дифференцирующими факторами при распределении степных формаций являются щебнистость, влагообеспеченность, засоленность и карбонатность

почв. Различные качественные и количественные сочетания этих факторов определяют внутриформационное деление. Наиболее распространенными являются типчаковые степи, которые встречаются в разнообразных условиях.

Тырсовая и типчаково-тырсовая ассоциация (асс. *Stipa capillata* и *Stipa capillata* + *Festuca valesiaca*). Являются зональными для подзоны богаторазнотравно-типчаково-ковыльных степей. Сообщества данных ассоциаций были отмечены в основном на севере Левобережья. В составе сообществ данных ассоциаций насчитывается от 32 до 40 видов высших растений. Общее проективное покрытие до 60–80%. На долю доминанта приходится 30–40% проективного покрытия. Обычными видами являются: овсяница валлисская, тимофеевка степная (*Phleum phleoides*), лапчатка серебристая (*Potentilla argentea*), смолевка волжская (*Silene wolgensis*), подмаренник настоящий (*Galium verum*), осока приземистая (*Carex supina*), астрагал изменчивый (*Astragalus varius*), астрагал австрийский (*Astragalus austriacus*). Травостой, как правило, двух- и трехъярусный.

Лессингоковылльная, или ковылковая ассоциация (*Stipa lessingiana*) характерна для Заволжья Саратовской области, однако площади, занятые сообществами данной ассоциации, невелики. В составе сообществ отмечается от 32 до 40 видов растений. Общее проективное покрытие до 60–80%. На долю доминанта приходится 30–40% проективного покрытия. Обычными видами являются: овсяница валлисская, тимофеевка степная, лапчатка серебристая, острец (*Leymus racemosus*), прутняк простертый, осока приземистая, астрагал изменчивый, астрагал австрийский. Травостой, как правило, двух- и трехъярусный.

Типчаковая ассоциация (*Festuca valesiaca*). Является зональной для подзоны разнотравно-типчаково-ковыльных степей, достаточно широко распространена, нередко на значительных площадях. Флористическое богатство – 25–35 видов. В составе травостоя велика роль прутняка простертого, жабрицы равнинной (*Seseli tortuosum*), лапчатки серебристой, шалфея сухостепного (*Salvia tesquicola*), зопника колючего (*Phlomis pungens*). Общее проективное покрытие до 60%. Травостой двухъярусный или же ярусность не выражена.

Белопольнно-типчаковая ассоциация (*Festuca valesiaca* – *Artemisia lerchiana*). Сообщества данной ассоциации также приурочены к солонцеватым разностям черноземов и каштановых почв. В составе сообществ 20–25 видов. Помимо доминантов, велика роль грудницы мохнатой (*Galatella villosa*), прутняка простертого, кермека гмелина. Обычными видами сообщества являются острец, марь белая (*Chenopodium album*), астрагал



австрийский, житняк черепитчатый. Общее проективное покрытие до 40%. Травостой чаще всего двухъярусный.

Разнотравно-типчаковая ассоциация (*Festuca valesiaca* + *heteroherbosa*). Сообщества данной ассоциации распространены локально, занимают нижние выположенные части склонов. Флористический состав разнотравно-типчакового фитоценоза насчитывает 27 видов цветковых растений. В сообществе велика роль разнотравья, наиболее заметное участие в создании растительного покрова принимают подмаренник настоящий, солонечник обыкновенный, мордовник обыкновенный, марьянник полевой, тысячелистник благородный (*Achillea nobilis*), икотник серо-зеленый (*Berteroa incana*). Из злаков довольно много ковыля Лессинга, келерии тонкой. Роль остальных видов в сложении сообщества незначительна. В травостое преобладают многолетние травы. Общее проективное покрытие 50%. Средняя высота травостоя 35 см. Травостой двухъярусный.

При анализе структуры доминирования видов в изученных сообществах было выявлено, что для ассоциаций зонального ряда наиболее характерным является тип кривой последовательности обилия видов, который соответствует значительному преобладанию в сообществе одного или двух видов над остальными (рис. 1).

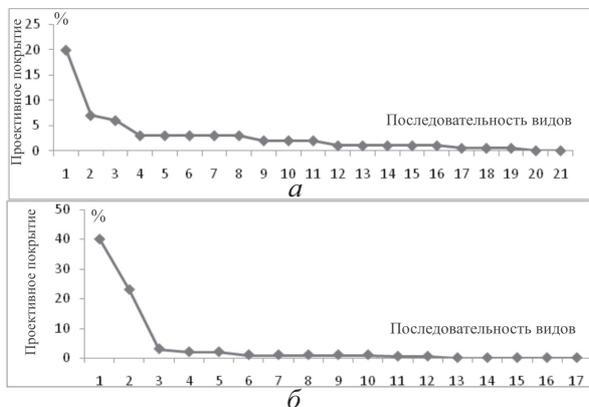


Рис. 1. Структура доминирования видов в степных фитоценозах зонального ряда

Доли участия остальных видов в сообществе малы и варьируют незначительно. Такое распределение видов по проективному покрытию свидетельствует об однородности биотопа и наличии вида эдификатора.

Для эдафических вариантов ассоциаций на супесчаных почвах более характерен тип кривой, отражающий постепенное снижение значимости видов в сообществе. При этом доминант и содоминирующие виды достаточно четко выделяются (рис. 2, а). Как правило, в таких сообществах хорошо выражена мозаичность травяного покрова.

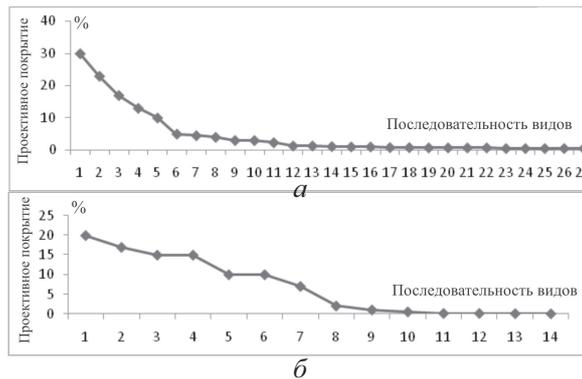


Рис. 2. Структура доминирования видов в эдафических вариантах ассоциаций

Между группировками растений присутствуют значительные площади лишённой растительности почвы. Общее проективное покрытие невелико, поэтому конкуренция между видами за ресурсы среды сглажена.

Для солонцеватых разностей почв более характерны сообщества, в которых одновременно несколько видов занимают по проективному покрытию лидирующее положение, и количественный переход между долей участия доминантов и сопутствующих видов выражен нерезко (рис. 2, б). Такой характер доминирования в фитоценозах ассоциаций галофильного ряда, возможно, объясняется сосуществованием в них глико- и галофильных элементов. Условия среды неоднородны, что дает возможность видам разных экологических групп принимать одинаковое участие в сложении сообщества.

В сообществах, испытывающих на себе влияние умеренного выпаса скота, также чаще отмечаются два последних типа доминирования видов.

В изученных степных сообществах было отмечено восемь редких охраняемых видов растений Саратовской области: *Stipa pennata*, *Adonis vernalis*, *A. wolgensis*, *Pulsatilla pratensis*, *Tulipa gesneriana*, *Glycerhiza glabra*, *Astragalus physodes*, *Iris pumilla*. В таблице представлены данные по характеристике местообитаний наиболее крупных ценопопуляций пяти редких видов растений Саратовской области.

Для прогноза состояния популяций редких видов растений как на территории области в целом, так и в конкретных точках была проведена оценка экологического потенциала фитоценозов и степени их функциональной устойчивости. Данные представлены на рис. 3.

Как видно из рисунка, все изученные сообщества можно разделить на три группы. В первую группу входят сообщества (см. таблицу № 7, 8, рис. 3), характеризующиеся самыми высокими значениями индекса сформирован-



Сообщества с участием охраняемых видов растений

№	Ассоциация	Местоположение	Характер антропогенного воздействия	Охраняемые виды
1	<i>Stipa capillata</i> + + <i>Festuca valesiaca</i>	Окр. с. Первомайское Краснокутского р-на	Выпас скота	<i>Stipa pennata</i> , <i>Iris pumilla</i> ,
2	<i>Festuca valesiaca</i>	Там же	То же	<i>Adonis vernalis</i>
3	<i>Stipa capillata</i> + + <i>Festuca valesiaca</i>	Окр. с. Новые лапти Новоузенского р-на	Разработка нефтяных месторождений	<i>Astragalus physodes</i>
4	<i>Stipa lessingiana</i>	Окр. сс. Гусарка, Журавли, балка Бирючий Дол Перелюбовского р-на	Не отмечено	<i>Glycyrrhiza glabra</i> , <i>Stipa pennata</i>
5	<i>Festuca valesiaca</i>	Окр. с. Мирное Ровенского р-на	Выпас скота	<i>Iris pumilla</i> , <i>Adonis vernalis</i>
6	<i>Festuca valesiaca</i> – – <i>Artemisia lerchiana</i>	Там же	То же	<i>Glycyrrhiza glabra</i>
7	<i>Stipa capillata</i> + + <i>Festuca valesiaca</i>	Окр. с. Кривояр Ровенского р-на	Не отмечено	<i>Iris pumilla</i> , <i>Adonis vernalis</i> , <i>Stipa pennata</i>
8	<i>Festuca valesiaca</i>	Овр. Отрожный Ровенского р-на	То же	<i>Adonis vernalis</i>

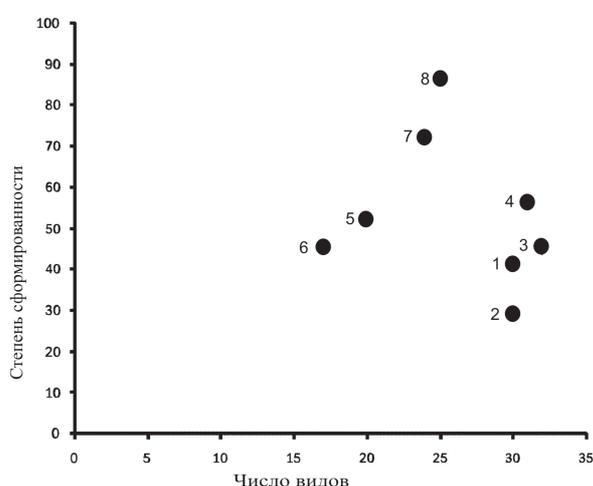


Рис. 3. Видовое богатство и степень сформированности видовой структуры степных сообществ (номера сообществ соответствуют их номерам в таблице)

ности видовой структуры и средним видовым богатством. В эту группу отнесены типчаковый фитоценоз в овраге Отрожный с крупной ценопопуляцией (численность 56 особей) горицвета весеннего и типчаково-ковыльный фитоценоз в окр. с. Кривояр с такими редкими видами, как ирис низкий, горицвет весенний и ковыль перистый (численность популяций всех трех видов составляет порядка 80–110 особей). Эти фитоценозы расположены вдали от населенных пунктов и не несут на себе видимых следов антропогенного воздействия.

Вторая и третья группы характеризуются более низкими показателями сформированности видовой структуры, при этом видовое богатство в одной из них (№ 1–4) больше, а в другой (№ 5, 6) меньше, чем в сообществах первой группы. Это говорит 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 в таблице и на рис. 3), видовая структура которого нарушается в результате проникновения в его состав солодки голой, которая за счет вегетативного размножения значительно увеличивает долю своего участия, 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.

Таким образом, все описанные степные сообщества Саратовского Заволжья можно лишь с известной долей условности отнести к ненарушенным. Из-за малых размеров степных участков даже незначительное антропогенное вмешательство способно вывести их из состояния устойчивого динамического равновесия. Однако 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 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.

Список литературы

1. Красная книга Саратовской области. Грибы. Лишайники. Растения. Животные. Саратов, 2006. 528 с.
2. Тарасов А. О. Основные географические закономерности растительного покрова Саратовской области. Саратов, 1977. 24 с.
3. Матвеев Н. М. Биоэкологический анализ флоры и растительности (на примере лесостепной и степной зоны) : учеб. пособие. Самара, 2006. 311 с.
4. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М., 1992. 181 с.
5. Зырянова О. А., Бугаенко Т. Н., Бугаенко Н. Н. К вопросу изучения видового разнообразия коренных лесов криолитозоны Сибири // Исследовано в России (электронный журнал). 2002. С. 2194–2203. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/198.pdf>.
6. Тараканова Ю. В. Применение индекса Шеннона – Уивера для индикации структуры растительных сообществ // Тез. 6-й Пушкинской школы-конф. молодых ученых. Пушино, 2002. С. 189.
7. Крамаренко С. С. Метод использования энтропийно-информационного анализа для количественных признаков // Изв. Самарского науч. центра РАН. 2005. Т. 7, № 1. С. 242–247.
8. Савинов А. Б. Метод биоиндикации экосистем по соотношению адаптивных и инадаптивных потенциалов популяций и биоценозов (информационно-энтропийный аспект) // Методы популяционной биологии : сб. материалов VII Всерос. популяционного семинара. Сыктывкар, 2004. С. 183–184.
9. Невский С. А., Давиденко О. Н. Функциональная структура и устойчивость растительных сообществ нагорно-байрачных ландшафтных комплексов // Известия САМ НЦ РАН. 2007. Т. IX, № 1. С. 128–132.