

ФЛОРА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

УДК 581.524(477.75)

ФИТОИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ АМПЛИТУДЫ ПОПУЛЯЦИИ
MEDICAGO MARINA L. НА ПЕРЕСЫПИ О. ДОНУЗЛАВ

Юлия Сергеевна Шкаранда, Владислав Вячеславович Корженевский

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г.Ялта, пгт. Никита
herbarium.47@mail.ru

Впервые проведена фитоиндикация экологической амплитуды *Medicago marina* L. на основе анализа флористического состава пересыпи о. Донузлав. Определен экологический диапазон исследуемого вида по ведущим абиотическим факторам с использованием шкал Д.Н. Цыганова, по методике В.В. Корженевского. Выявлено положение экологических оптимумов популяции *Medicago marina* L. по ведущим экологическим факторам в синтаксономическом пространстве региона.

Ключевые слова: фитоиндикация; экологические шкалы; прибрежная растительность дюн; *Medicago marina* L.

Введение

Растительность – формирующий элемент окружающей среды, в комплексе с другими элементами она информирует об экологических условиях ландшафтов, в состав которых входит. Во внепустынных областях прибрежных зон океанов, морей, рек, озер получили развитие песчаные формы ландшафтов. В пределах таких ландшафтов развиты дюны – подвижные аккумулятивно-дефляционные песчаные формы рельефа внепустынных областей [6].

Растения, произрастающие на приморских дюнах, выступают индикаторами процессов аккумуляции и эрозии [12]. Причиной осаждения песка вокруг растений, снижения эрозии является именно густота (проективное покрытие) и высота растительного покрова [9, 11]. В развитии дюн растительность, наряду с поставкой песка и благоприятным направлением ветров, играет основную роль, выступая индикатором формообразующих процессов [9, 10].

Один из средиземноморских видов, произрастающих на авандюнах – *Medicago marina* L. на месте экотона сообществ классов *Ammophiletea Br.-Bl. et R. Tx 1943u Festucetea vaginatae* Soo 1968 em Vicherek 1972 (в ряде случаев вид отмечен во фронтальной части авандюн. В Крыму данный вид редкий (известны две популяции), численность сокращается в результате нагрузок на литоральную экосистему [8]. Вид занесен в список редких растений Автономной Республики Крым (1999 г), в Красную Книгу Украины (2009 г). МСОП определяет указанный вид статусом – недостаточно данных, что подчеркивает необходимость детального исследования эколого-ценотических особенностей популяций вида *Medicago marina* L. в Крыму.

Цель данного исследования провести фитоиндикацию экологической амплитуды *Medicago marina* L. на пересыпи о. Донузлав.

В задачи исследования входило: 1) определить флористический состав пересыпи о. Донузлав на местопроизрастании *Medicago marina* L.; 2) установить в границах экологической амплитуды точки минимума, оптимума и максимума для исследуемого вида; 3) проанализировать экологический диапазон *Medicago marina* L. по ряду важнейших экологических факторов.

Объекты и методы исследований

Объект исследования – популяция *Medicago marina* L., локализованная на пересыпи о. Донузлав (рис. 1). Пересыпь озера длиной 9 км при ширине 8,5 км ограничивает площадь водного зеркала - 48,2 км². Берега залива Донузлав довольно высокие и крутые, в очертании они извилистые и напоминают профиль меандрирующей большой реки [5]. Фитоиндикация градиентов факторов и оценка оптимальных для исследуемого вида сочетаний градаций проводилась, как указано выше, на основе анализа флористического состава растительности авантюн пересыпи о. Донузлав.

Совокупность длины векторов градиентов составляет комплексную многофакторную характеристику вида или его реализованную экологическую нишу, представляющую собой некий гиперобъем, пространственно вычерченный по крайевым значениям векторов отдельных факторов. Он позволяет обозначить положение ценопопуляций видов в растительном покрове и в географическом ареале вида, а также выявить экологический оптимум и реакцию на антропогенное воздействие [2].



Рис. 1 Фрагмент авантюны на пересыпи оз. Донузлав с популяцией *Medicago marina* L. На вставке слева – люцерна приморская с плодами; справа – в фазе цветения.

Для сравнительного анализа экологии видов были выбраны шкалы экологических факторов Д.Н. Цыганова [7]: термоклиматическая шкала (Тм), шкала континентальности климата (Кп), омброклиматическая шкала аридности-гумидности (Om), криоклиматическая шкала (Cr), шкала увлажнения почв (Hd), шкала солевого режима почв (Tr), шкала кислотности почв (Rc), шкала богатства почв азотом (Nt), шкала переменности увлажнения почв (fH), шкала освещенности-затенения (Lc), шкала аэрации почвы (Ae), шкала содержания карбонатов в почвах (Ca), шкала гумусированности почвы (Gr) с амплитудой от 0 до 100. Коррекция оригинальной шкалы с учетом региональной специфики была проведена с учетом методических указаний В.В. Корженевского [3].

Результаты и обсуждение

Проведенные исследования позволили установить полный флористический состав видов в сообществе *Medicago marina* L. (17 видов из 9 семейств) на пересыпи о. Донузлав (табл. 1). На его основе выполнен расчет экологического диапазона исследуемого раритетного вида.

Местопроизрастание исследуемого вида на пересыпи о. Донузлав, размещается в пространстве следующих экологических факторов. Тип омброрежима близок к субаридному, криорежим местообитания соответствует типу теплых зим. Виды встречаются на нейтральных и щелочных почвах (рН 6,5-9,4), по шкале трофности грунты соответствует типу небогатых, по обеспеченности азотом – типу бедных. Влагообеспеченность характеризуется переменнo-обеспеченным типом увлажнения. По шкале освещенности-затененности местообитание можно отнести к типу открытого местопроизрастания.

Анализ амплитуды абиотических факторов позволил установить зону толерантности вида *Medicago marina* L. к основным экологическим факторам, ограниченную максимальными и минимальными значениями факторов. Основные рассчитанные показатели: минимальная и максимальная границы диапазона по шкале, а также оптимум исследуемого вида показаны на рисунке 2.

Кроме этого, анализировалась степень расхождения между экологическим оптимумом исследуемого вида и экологическими условиями в анализируемом локалитете (табл. 2). Коэффициент удовлетворенности условий среды (D) вычисляли для каждого фактора и рассчитывали по формуле: $D=(max-min)-opt$, где D – разница значений экологического фактора в анализируемом локалитете с оптимальным значением данного фактора [1].

Таблица 1

Флористический состав местопроизрастания *Medicago marina* L. на пересыпи о. Донузлав

Вид	Семейство
1	2
<i>Medicago marina</i> L.	Fabaceae
<i>Astragalus varius</i> ssp. <i>eupatoricus</i> Sytin	Fabaceae
<i>Artemisia arenaria</i> DC.	Asteraceae
<i>Lactuca tatarica</i> (L.) C.A. Mey.	Asteraceae
<i>Scorzonera parviflora</i> Jacq.	Asteraceae
<i>Halocnemum strobilaceum</i> (Pall.) M. Bieb.	Chenopodiaceae
<i>Suaeda salsa</i> (L.) Pall.	Chenopodiaceae
<i>Salicornia perennans</i> Willd.	Chenopodiaceae
<i>Salsola soda</i> L.	Chenopodiaceae
<i>Halimione verrucifera</i> (M.B.) Aellen.	Chenopodiaceae

Продолжение таблицы 1

1	2
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Elaeagnaceae
<i>Cakile euxina</i> Pobed.	Brassicaceae
<i>Limonium caspium</i> (Willd.) Gams.	Plumbaginaceae
<i>Eryngium maritimum</i> L.	Apiaceae
<i>Juncus maritimus</i> Lam.	Juncaceae
<i>Elytrigia elongata</i> (Host) Nevski	Poaceae
<i>Agropyron pectinatum</i> (M.B.) P.Beauv.	Poaceae

Примечание: Название таксонов приведены по Vascular Plants of Ukraine: A Nomenclatural checklist.- Kiev, 1999.- P. 345.

Таблица 2

Анализ степени расхождения между экологическим оптимумом исследуемого вида и экологическими условиями в анализируемом локалитете

Абиотический фактор	min	opt	max	max-min	D
Lc	74	90	99	25	-65
Tm	39	60	76	37	-23
Om	44	50	69	25	-25
Cr	42	64	81	39	-25
Kn	28	56	81	53	-3
Hd	15	48	64	49	1
fH	78	88	98	20	-68
Rc	59	85	96	37	-48
Tr	27	45	63	36	-9
Ca	41	59	77	36	-23
Nt	17	33	51	34	1
Gr	39	57	76	37	-20
Ae	25	38	51	26	-12

Коэффициент удовлетворенности условий среды (D) оценивает степень благоприятствования условий произрастания для того или иного вида и является мерой экологического дискомфорта популяции: чем выше значение этого коэффициента, тем в среднем условия местообитания менее соответствуют экологии изучаемого вида растения [11].

Проанализируем отношение исследуемого вида к каждому из рассматриваемых экологических факторов.

Шкала освещение-затенение (Lc). Анализ данного экологического фактора позволяет отнести вид *Medicago marina* L. к группе растений-эугелиофитов, при этом оптимум вида приближается к максимальному значению амплитуды 90 ед., коэффициент D=65ед.

Термоклиматическая шкала (Tm). На основе оценки суммы эффективных температур, можно сделать вывод о принадлежности исследуемого объекта к группе ксерофитов с оптимум более 60 ед. Разница соответствия данного экологического фактора в локалитете к оптимальным условиям произрастания популяций *Medicago marina* L. составляет 23ед.

Омброклиматическая шкала аридности-гумидности (Om). Характеризует исследуемый вид, как вид, произрастающий в условиях аридного типа, с оптимумом в 50 ед.

Криоклиматическая шкала (Cr) позволяет сделать вывод о произрастании популяции *Medicago marina* L. в условиях теплых зим, при этом зона оптимума смещена к 64 ед.

Шкала увлажнения почв (Hd). Увлажнение грунта исследуемого локалитета соответствует экологическим требованиям изучаемой популяции, с D=1ед.

Шкала континентальности климата (Kn). Коэффициент D=3ед., находится в пределах оптимальных для произрастания исследуемой популяции на пересыпи о. Донузлав.

Шкала солевого режима почв (Tr). Анализ содержания ионов HCO_3 , Cl , SO_4 (в 100г почвы из горизонта 0-50 см) позволяет выявить благоприятные значения солевого режима для произрастания *Medicago marina* L. в исследуемом локалитете с D=9ед.

Шкала кислотности почв (Rc). Амплитуда рН 6,5-9,4 характеризует субстрат исследуемого участка пересыпи о. Донузлав как нейтральный и слабощелочной. При этом коэффициент D=48ед., что свидетельствует о не совсем благоприятных условиях произрастания исследуемого вида по данному экологическому фактору.

Шкала богатства азотом (Nt). Содержание свободного азота в почве характеризует благоприятные условия произрастания для *Medicago marina* L.

Шкала переменности увлажнения почв (fH). В зону, характеризующую дискомфорт для исследуемой популяции, входит фактор переменности увлажнения почв, с максимально высоким из всех рассматриваемых факторов значением коэффициента $D=68$ ед.

Шкала аэрации почвы (Ae). Коэффициент $D=12$ ед., таким образом, аэрация почвы достаточна для реализации потребностей исследуемого вида на пересыпи о. Донузлав.

Шкала содержания карбонатов в почве (Ca). Амплитуда содержания карбонатов в почве исследуемого участка варьирует в пределах 41 - 77ед. $D=23$ ед., что определяет средний уровень благоприятности данного экологического фактора в условии произрастания вида.

Шкала гумусированности почвы (Gr). Анализ значений данного фактора указывает на содержание гумуса от 375 до 575 в т/га в метровом слое, что вполне достаточно для обеспечения потребностей популяции *Medicago marina* L. в питательных веществах на среднем уровне.

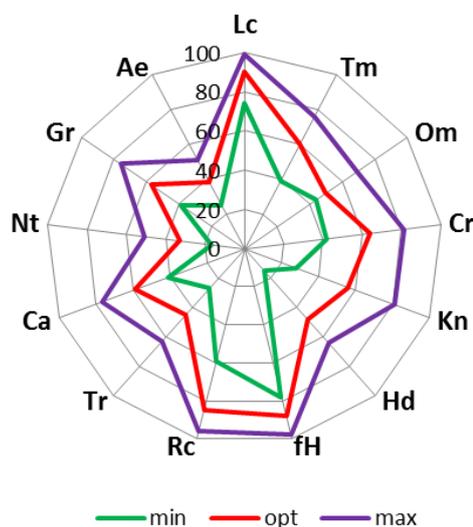


Рис. 2 Экологический диапазон по амплитудной экологической шкале.

Обозначение осей: температура (Tm), континентальность климата (Kn), аридность-гумидность (Om), криоклиматичность (Cr), увлажнение почвы (Hd), солевой режим почв (Tr), кислотность почвы (Rc), содержание азота (Nt), переменность увлажнения почвы (fH), освещенность-затенение (Lc), аэрации почвы (Ae), содержания карбонатов в почве (Ca), гумусированность почвы (Gr).

По шкалам абиотических факторов с амплитудой от 0 до 100 ед. *Medicago marina* L. имеет широкую амплитуду по увлажнению почвы, континентальности климата и криоклиматичности, а наиболее узкими у этого вида являются интервалы освещенности, режима увлажнения и аридности почвы.

Выводы

Метод фитоиндикации экологических шкал позволяет дать экологическую характеристику местообитания *Medicago marina* L. на пересыпи о. Донузлав.

Максимально соответствуют необходимым условиям произрастания исследуемой популяции в рассматриваемом локалитете факторы содержания доступного азота в почве, увлажнение и аэрации почвы, континентальность климата.

С помощью метода экологических шкал выделены абиотические факторы с неблагоприятными значениями в диапазоне исследуемой популяции: освещенность, режим увлажнения почвы, кислотность почвы, возможно, что именно эти факторы или их совокупность являются неблагоприятными для развития популяции *Medicago marina* L. в данных условиях произрастания.

Благодарности

Авторы искренне благодарны С. Свирину за помощь в поиске местопроизрастаний *Medicago marina* L.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда по гранту 14-50-00079.

Список литературы

1. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения: монография. – Сумы: Университетская книга, 2013. – 439 с.
2. Корженевський В.В., Квітницька О.А. До питання про оцінку ємності місць зростання // Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 10. – С. 73-75.
3. Корженевський В.В., Ключкин А.А. Методические рекомендации по фитоиндикации современных экзогенных процессов. – Ялта: Изд-во Никитского ботанического сада, 1987. – 41 с.
4. Селедец В.П., Пробатова Н.С. Экологический ареал вида у растений. Владивосток: Дальнаука, 2007. – 98 с.
5. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий: Монография / Научный редактор Е.А. Позаченюк. – Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 611 с.
6. Федорович Б.А. Динамика и закономерности рельефообразования пустынь. – М.: Наука, 1983. – 157 с.
7. Цыганов Д.Н. Экоморфы и экологические свиты // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1974. – Т. 79. Вып. 2. – С. 128-141.
8. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Я.П. Дідуха – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
9. Arens S.M. Aeolian processes in the Dutch foredunes. Landscape and Environmental Research Group, University of Amsterdam, 1994. – 125 p.
10. Carter R.W.G., Wilson P. The geomorphological, ecological and pedological development of coastal foredunes at Magilligan Point, Northern Ireland. In: K.F. Carter (eds), Coastal dunes. Form and processes. John Wiley & Sons, Chichester, 1990. – P. 177-200.
11. Hesp P.A. Fore-dune formation of southeast Australia. In: Thom, B.G. (ed), Coastal Geomorphology in Australia. Academic Press, Sydney. – 1984. – P. 69-97.
12. Piotrowska H., Celiński F. Zespoły psammofilne wysp Wolina i Południowo-wschodniego Uznamu. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, T. XVI, 1965. – P. 123-170.

Статья поступила в редакцию 18.11.2014 г.

Shkaranda Yu.S., Korzhenevsky V.V. Population *Medicago Marina* L. on split of the Donuzlav lake. Phytoindication of its ecological amplitude // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2015. – № 114. – P. 13-19.

For the first time phytoindication of *Meicago marina* L. ecological amplitude was carried out. It was based on analysis of floristic composition within split of the Donuzlav lake. Ecological range of the studied species allowing for principal abiotical factors was determined due to scale by Tsyganov D.N., methodology by

Korzhenevsky V.V. In course of the research a location of ecological optimum for *Meicago marina* L. population in syntaxonomic region space was found out according to the main ecological factors.

Key words: *phytoindication; ecological scales; coastal vegetation of dunes; Meicago marina L.*