

УДК 581.55

DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.19

**АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ВАЛЕНТНОСТИ СКАЛЬНОДУБОВЫХ
ФИТОЦЕНОЗОВ В ГОРНОМ КРЫМУ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ
РЕКРЕАЦИОННОЙ ДИГРЕССИИ****Юрий Владимирович Плугатарь, Владислав Вячеславович Корженевский,
Владимир Владимирович Папельбу**Никитский Ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита
E-mail: serb_84@mail.ru

Проанализированы экологические особенности лесообразующих видов растений скальнодубовых фитоценозов в Горном Крыму. Выявлена их принадлежность к определенной фракции экологической валентности по тринадцати экологическим факторам на тренде рекреации. Определен индекс толерантности растений по отношению к почвенным и климатическим показателям. Изучение экологических позиций видов по шкалам позволяет установить ограничивающие их распространение абиотические факторы.

Ключевые слова: *экологические шкалы; экологическая валентность; индекс толерантности*

Введение

Особое значение лесных фитоценозов как объектов для понимания функциональной организации растительного покрова состоит в том, что биологические особенности градиентов факторов-условий и факторов среды определяют структуру и динамику фитоценозов в целом. На сегодняшний день, для экологической оценки сообществ чаще всего применяют фитоиндикационный подход, опирающийся на оценку экологических параметров местообитаний по произрастающим на нём видам растений, где в качестве индикаторов выступают растительные сообщества, группировки видов или другие ценогические единицы. Этот подход является распространённым в современных геоботанических и экологических исследованиях [2, 4-6].

Фитоиндикация включает следующие позиции синэкологического подхода: виды со сходным распределением вдоль градиентов факторов среды, но разными пределами толерантности и оптимумами составляет экологическое пространство, общее для всех видов. Таким образом, в пределах фитоценоза можно говорить об экологических нишах особей, которые составляют местообитание данных видов; комбинация видов может характеризовать местообитание по ряду важнейших абиотических факторов [5].

Цель работы заключалась в выявлении экологического пространства эдификаторов и ассектаторов скальнодубовых фитоценозов Горного Крыма в преобладающих лесорастительных условиях на тренде рекреационных нагрузок [7], определении потенциальной экологической валентности для 13 градиентов факторов-условий и факторов ресурсов.

Объекты и методы исследований

В лесах зеленой зоны г. Алушты в Алуштинском участковом лесничестве ГАУ РК «Алуштинское лесохозяйственное хозяйство» было заложено 15 временных пробных

площадок в естественном, порослевом насаждении дуба скального (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), в пределах которых выполнялись геоботанические описания [1]. Пробные площадки расположены в квартале 69, выдел 29. Тип лесорастительных условий – С₁. Тип леса – сухая грабовая судубрава с дубом скальным. Подобраны участки с пятью стадиями рекреационной дигрессии. Стадии рекреационной дигрессии лесного фитоценоза определяли глазомерно [7]. Далее, с помощью специальной программы «Pover», для каждого конкретного вида растения, входившего в состав описания, считывалась информация о положении вида по каждому абиотическому фактору (минимальное и максимальное значение градиента) базы данных «Экодата» [4]. Полученный ряд показывал отклонение видового богатства, которое явилось итогом количества средних видов на градиентах изученных абиотических факторов скальнодубовых фитоценозов Горного Крыма.

Наиболее известными и часто используемыми при обработке геоботанических описаний для территории европейской части России являются отечественные экологические шкалы Л. Г. Раменского [9] и Д. Н. Цыганова [8]. Поправка оригинальных шкал проведена с учетом методических рекомендаций [4] и региональных особенностей Горного Крыма. Анализ проводили по следующим градиентам факторов-условий и факторов среды с амплитудой от 0 до 100: освещенность – затенение (*Lc*); температура воздуха (*Tm*); аридность – гумидность (*Om*); криорежим (*Cr*); континентальность климата (*Kn*); увлажнение (*Hd*); переменность увлажнения (*fH*); кислотность субстрата (*Rc*); солевой режим (анионный состав) (*Tr*); содержание карбонатов (*Ca*); содержание азота (*Nt*); содержание гумуса (*Gr*) и гранулометрический состав субстрата (*Ae*).

С целью количественной оценки использования каждого фактора тем или иным видом взято за основу понятие «экологической валентности», а для комплекса факторов – «толерантность» видов [3]. В основе разделения видов по фракции валентности лежит экспертная оценка Л.А. Жуковой [10], согласно которой стеновалентными считаются виды, занимающие около 30 % шкалы, эвривалентными – более 60 % шкалы, остальные виды относятся к мезовалентным (МВ). При этом для каждого фактора вводится разделение на гемистеновалентные (ГСВ) (0,34–0,44), мезовалентные (МВ) (0,45–0,55), гемиевривалентные (ГЭВ) (0,56–0,66) фракции. При расчете общего индекса толерантности (*It*) мы объединяли климатические (*Tm*, *Om*, *Cr*, *Kn*), почвенные экологические шкалы (*Hd*, *fH*, *Rc*, *Tr*, *Ca*, *Nt*, *Gr* и *Ae*) и отдельно шкалу освещенности-затенения (*Lc*). Распределяли виды по группам толерантности следующим образом: у стенобионтных (СБ) ниже 0,34; у гемистенобионтных (ГСБ) изменяется от 0,34 до 0,45; у мезобионтных (МБ) – варьирует от 0,46 до 0,56; у гемиеврибионтных – от 0,57 до 0,67 и эврибионтных – выше 0,67.

Результаты и обсуждение

Определение экологического статуса вида по отношению к конкретным абиотическим факторам среды позволяет дать количественную оценку толерантности видов, провести анализ их предпочтения и выявить экологические механизмы устойчивости популяций травяного яруса скальнодубового фитоценоза в условиях сухой грабовой судубравы в Горном Крыму (таблица 1).

По шкале освещенности-затенения (*Lc*) модельные виды на I стадии рекреационной дигрессии занимают мезовалентные позиции ($PEV = 0,51$), с увеличением антропогенной нагрузки они переходят в гемистеновалентную фракцию. Самые низкие значения отмечены у гемистеновалента на IV стадии дигрессии ($PEV = 0,37$). Таким образом, фактор освещенности-затенения не является лимитирующим, и

эктопы *Q. petraea* осваивают как довольно притененные местообитания, так и экотонные сообщества опушек и полян.

По термоклиматической шкале (*Tm*) модельные виды на I стадии дигрессии занимают мезовалентные позиции (PEV=0,52), с увеличением антропогенной нагрузки они также переходят в гемистеновалентную фракцию. Полученные реальные диапазоны свидетельствуют о достаточно узких позициях исследованных видов в условиях Горного Крыма. Оценивая температуру в ккал/см² в год можно определить, что исследуемые виды относятся к термонеморальной экологической группе.

По омброклиматической шкале (*Om*), показывающей соотношение осадков и испарения, у модельных растений наблюдается преобладание гемистеновалентной фракций с PEV = 0,38 – 0,45 и лишь на II стадии рекреационной дигрессии отмечено стеновалентную позицию у сообществ *Q. petraea* (PEV = 0,33). Следовательно, все виды можно отнести к субаридной группе, а растения на II стадии дигрессии к субгумидной экологической группе.

Таблица 1

Потенциальная экологическая валентность сообществ *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. на градиентах факторов среды и факторов-условий по стадиям рекреационной дигрессии

Градиенты факторов	Стадии рекреационной дигрессии				
	I	II	III	IV	V
<i>Lc</i>	0,51	0,46	0,42	0,37	0,43
<i>Tm</i>	0,52	0,44	0,49	0,43	0,45
<i>Om</i>	0,38	0,33	0,45	0,44	0,43
<i>Cr</i>	0,58	0,52	0,54	0,65	0,55
<i>Kn</i>	0,58	0,60	0,67	0,69	0,67
<i>Hd</i>	0,27	0,33	0,33	0,37	0,39
<i>fH</i>	0,35	0,38	0,40	0,43	0,35
<i>Rc</i>	0,62	0,60	0,61	0,53	0,62
<i>Tr</i>	0,33	0,41	0,43	0,37	0,40
<i>Ca</i>	0,46	0,55	0,58	0,48	0,60
<i>Nt</i>	0,65	0,62	0,61	0,55	0,51
<i>Gr</i>	0,42	0,45	0,42	0,42	0,45
<i>Ae</i>	0,25	0,24	0,26	0,27	0,27

Криоклиматическая шкала (*Cr*) характеризует приспособленность растений к суровости зимнего периода, выраженная через изотерму самого холодного месяца. По данной шкале большинство видов на II, III и V стадиях являются мезовалентными (PEV = 0,52 – 0,55), исключением являются экотопы на участках с I и IV стадиями (PEV = 0,58 и 0,65 соответственно), которые относятся к мезовалентной фракции. Это позволяет отнести изученные виды к гемикриотермной экологической группе, произрастающей в условиях относительно мягких зим.

Для шкалы континентальности климата (*Kn*), показывающей преобладание определенных воздушных масс, характерно доминирование гемизвравалентной фракции (PEV = 0,58 – 0,67), за исключением участка с IV стадией дигрессии (эвравалентной). Значения данного фактора среды смещены в сторону субконтинентальности.

По шкале увлажнения почв (*Hd*), изученные виды экотопы *Q. petraea* относятся к стеновалентной фракции (PEV = 0,27 – 0,33), а с увеличением антропогенной нагрузки наблюдается переход в гемистеновалентную фракцию (PEV = 0,37 – 0,39). Это свидетельствует о предрасположенности изученных видов к произрастанию в условиях

умеренно-недостаточного увлажнения, при этом минимальные значения данного фактора говорят о способности видов развиваться и в условиях недостаточного увлажнения.

По шкале переменности увлажнения (fH), все экотопы относятся к гемистеновалентной фракции ($PEV = 0,35 - 0,43$).

По шкале кислотности почв (Rc), исследуемые виды можно отнести к гемизвравалентной фракции ($PEV = 0,61 - 0,62$), за исключением участка с IV стадией дигрессии, который мы отнесли к группе мезовалентов ($PEV = 0,45$). Это говорит о том, что оптимальной рН почвы для экотопов *Q. petraea* в Горном Крыму является нейтральная, то есть относятся к группе нейтрофилов, однако растения способны выдерживать как небольшую степень окисления, так и слабощелочную реакцию почвы.

По шкале солевого режима почв (Tr) виды относятся к гемистеновалентам, за исключением растений на I стадии рекреационной дигрессии, они отнесены нами к стеновалентной экологической группе ($PEV = 0,33$).

По шкале содержания карбонатов в почве (Ca) преобладает фракция мезовалентов и лишь на III и IV стадиях дигрессии изученные виды переходят в гемизвравалентные фракции.

По шкале богатства почв азотом (Nt) все виды являются мезовалентами ($PEV = 0,51 - 0,65$), причем наблюдается тенденция к снижению потенциальной валентности с увеличением антропогенной нагрузки на территорию. Диапазон занятого градиента данными видами довольно широк, что позволяет им довольно успешно произрастать как на очень бедных азотом почвах, так и на достаточно обеспеченных азотом почвах.

По шкале гранулометрического (механического) состава субстрата (Ae) все изученные виды относятся к стеновалентной фракции ($PEV = 0,24 - 0,29$). Оптимальные значения общей аэрации субстрата находятся в пределах от 30,7 до 50,7 %. Это говорит о том, что этот фактор ограничивает распространение большинства видов на всех антропогенно-нарушенных участках в условиях сухой дубово-грабовой судубравы в Горном Крыму.

Экологические характеристики местообитаний ценопопуляций экотопов *Q. petraea* в Горном Крыму позволяют проанализировать не только влияние отдельных факторов-ресурсов и факторов-условий, но также оценить воздействие всего комплекса показателей (таблица 2). Часть изученных градиентов по отношению к комплексу факторов-условий и их совокупность с почвенными факторами на всех стадиях рекреационной дигрессии являются мезобионтами, факторы-ресурсы представляют фракцию гемистенобионтов.

Таблица 2

Отношение изученных сообществ *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. к комплексу факторов-ресурсов и факторов-условий по стадиям рекреационной дигрессии

Стадии дигрессии	Климатические факторы		Почвенные факторы		Климатические и почвенные факторы	
	Индекс толерантности	Группа толерантности	Индекс толерантности	Группа толерантности	Индекс толерантности	Группа толерантности
I	0,51	МБ	0,42	ГСБ	0,46	МБ
II	0,47	МБ	0,45	ГСБ	0,46	МБ
III	0,54	МБ	0,45	ГСБ	0,48	МБ
IV	0,55	МБ	0,43	ГСБ	0,46	МБ
V	0,52	МБ	0,45	ГСБ	0,48	МБ

Примечание. Группы толерантности: ГСБ – гемистенобионты, МБ – мезобионты

Таким образом, можно сделать вывод, что изученные экотопы *Q. petraea* на разных стадиях рекреационной дигрессии в условиях сухой грабовой судубравы с дубом скальным имеют низкие показатели толерантности к большинству экологических факторов (факторов-ресурсов и факторов-условий). Низкая экологическая толерантность не дает преимуществ в межвидовой конкуренции, препятствует распространению видов в неспецифических для них местообитаниях и снижает устойчивость видов при антропогенных нагрузках.

Заключение

Экологические характеристики местообитаний ценопопуляций экотопов *Q. petraea* в Горном Крыму позволяют проанализировать не только влияние отдельных факторов-ресурсов и факторов-условий, но также оценить воздействие всего комплекса показателей. Для скальнодубовых сообществ в условиях сухой грабовой судубравы в Горном Крыму характерно:

– преобладание стеновалентных видов растений по шкалам: омброклиматической (*Om*), увлажнения почв (*Hd*), переменности увлажнения (*fH*), солевого режима почв (*Tr*), содержания гумуса (*Gr*) и гранулометрического состава (*Ae*);

– доминирование мезовалентных растений по шкалам: освещенности-затенения (*Lc*), термоклиматической (*Tm*), криорежима (*Cr*), кислотности почв (*Rc*), содержания кальция (*Ca*) и азота (*Nt*). Причем по последней наблюдается тенденция к снижению потенциальной валентности с увеличением антропогенной нагрузки на территорию.

– эвривалентные фракции растений прослеживаются только по шкале континентальности климата (*Kn*), показывающей преобладание определенных воздушных масс, начиная с III стадии рекреационной дигрессии, то есть значения данного фактора среды смещаются в сторону субконтинентальности по мере увеличения антропогенных нагрузок. Стоит отметить, что этот показатель косвенный и не позволяет сделать однозначных выводов о влиянии рекреационных нагрузок по этому градиенту.

Изученные экотопы *Q. petraea* на разных стадиях дигрессии имеют низкие показатели толерантности к большинству экологических факторов в условиях сухой грабовой судубравы с дубом скальным. Принадлежность к различным жизненным формам, как и систематическое положение видов не определяет степени их экологических адаптаций. Поэтому выяснение экологических позиций по шкале каждого фактора позволяет установить для каждого вида ограничивающие их распространение факторы. Основными лимитирующими факторами являются процент освещения, омброрежима, увлажнения, переменности увлажнения, солевого режима, а также гранулометрического (механический) состава субстрата.

Список литературы

1. Голубев В.Н., Корженевский В.В. Методические рекомендации по геоботаническому изучению и классификации растительности Крыма. – Ялта, 1985. – 37 с.
2. Жукова Л.А. Оценка экологической валентности основных эколого-ценотических групп: подходы и методы // Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. – Кн.1. – М.: Наука, 2004. – С. 256-259.
3. Жукова Л.А. Новые аспекты эколого-ценотических групп лесных и экотонных сообществ // Седьмые Вавиловские чтения. Глобализация и проблемы национальной безопасности России в XXI в.: Сборник материалов. В 2-х ч. Ч.2. – Йошкар-Ола, 2003. – С. 152-154.

4. Корженевский В.В., Клюкин А.А. Методические рекомендации по фитоиндикации современных экзогенных процессов. – Ялта: Никитский ботанический сад, 1987. – 41 с.
5. Корженевский В.В. Новый способ графического выражения зависимости видового богатства и комплексных градиентов среды // Экология. – 1999. – № 3. – С. 216-219.
6. Корженевский В.В. Об одном простом способе интерпретации экологических шкал // Экология. – 1990. – № 6. – С. 60-63.
7. Плугатарь Ю.В. Леса Крыма: монография. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 368 с.
8. Цыганов Д.Н. Экоморфы и экологические свиты // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1974. – Т. 79. Вып. 2 – С. 128-141.
9. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
10. Экологические шкалы и методы анализа экологического разнообразия растений: монография / под общ. ред. проф. Л.А. Жуковой. – Йошкар-Ола: Изд-во Мар. гос. ун-та, 2010. – 368 с.

Статья поступила в редакцию 13.09.2018 г.

Plugatar Yu.V., Korzhenevsky V.V., Papelbu V.V. Analysis of ecological valence of sessile oak phytocenoses in the Mountainous Crimea at different stages of recreational digression // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2018. – № 128. – P. 143-148.

The ecological features of forest-forming plant species of sessile oak phytocenoses in the Mountainous Crimea have been analyzed. Their affiliation with a certain faction of ecological valences according to the thirteen environmental factors in the trend of recreation has been defined. The tolerance index of plants in relation to soil and climatic parameters has been identified. The study of the ecological position of species on the scales allows to find out abiotic factors limiting their distribution.

Key words: *ecological scales; ecological valence; tolerance index*