

На правах рукописи



Базалий Ирина Александровна

**ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛИШАЙНИКОВОГО ПОКРОВА
КАРСТОВЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА
СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА**

03.00.16 – экология
03.00.24 – микология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

Краснодар – 2006

Работа выполнена в Кубанском государственном университете на кафедре биологии и экологии растений

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Криворотов Сергей Борисович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Звержановский Михаил Иванович
доктор биологических наук,
ведущий научный сотрудник
Титов Александр Николаевич

Ведущая организация: Федеральное Государственное учреждение "Сочинский национальный парк"

Защита состоится «15» декабря 2006 г. в «14» часов на заседании диссертационного совета Д 212.101.14 при Кубанском государственном университете по адресу: 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская 149.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кубанского государственного университета.

Автореферат разослан «14» ноября 2006 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета

Пескова Т.Ю.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В современный период активного воздействия человека на природу, изменения и преобразования ландшафтов, лишайники и лишайниковые синузии (лихеносинузии) приобрели большое значение как объекты исследования при районировании, классификации и генезисе растительности.

Одним из основных условий научного подхода в использовании биологических ресурсов является инвентаризация видового разнообразия лишайникового покрова, которая позволяет определить состояние биоценозов в природных экосистемах.

Лишайники широко распространены в природных экосистемах Северо-Западного Кавказа, где они составляют заметную часть растительного покрова. Особенно они характерны для биоценозов карстовых воронок в горных природно-территориальных комплексах района исследований. В карстовых воронках под воздействием абиотических и биотических факторов среды создаются своеобразные условия, влияющие на распространение лишайносинузий и их видовой состав.

Исследования лишайников и лишайносинузий карстовых форм рельефа приобретает особое значение в связи с деградацией природных экосистем и сокращением разнообразия различных таксономических групп под влиянием все увеличивающихся антропогенных нагрузок.

Выявление видового разнообразия лишайников и лишайносинузий при экологическом мониторинге отражает состояния природных сообществ. Экологические исследования подобного рода актуальны.

Несмотря на многочисленные публикации лихенологического, лихеноценологического и экологического направления (Трасс, 1966, 1967; Голубкова, 1983, 1989; Криворотов, 1997, 2001 и др.) к настоящему времени лишайники и лишайносинузии карстовых форм рельефа, а также влияние экологических факторов на формирование их лишайникового покрова еще слабо изучены.

Цель и задачи исследования. Целью настоящего исследования являлось изучение влияния экологических факторов на видовой состав лишайников и формирование лишайносинузий карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Выявить видовой состав лишайников карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа;
2. Провести таксономический, экологический и географический анализ лишайнофлоры карстовых форм рельефа изучаемого региона;
3. Выявить редкие и нуждающиеся в охране виды лишайников карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа;
4. Выявить лишайниковые синузии карстовых воронок, классифицировать их и изучить особенности распространения;
5. Определить биомассу лишайников в горных растительных сообществах региона.

6. Изучить экологические особенности карстовых воронок региона;

7. Выявить особенности формирования лишайникового покрова карстовых воронок под влиянием различных экологических факторов.

Научная новизна работы. Впервые составлен аннотированный систематический список лишайников карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа, включающий 244 вида, принадлежащих к 83 родам и 31 семейству. Впервые для этой территории указывается лишайник – *Gyalecta jenensis* (Batsch) Zahlbr.

Изучена систематическая структура лишенофлоры карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа. Проведено сравнение систематической структуры лишенофлоры карстовых форм рельефа изучаемой территории с подобными лишенофлорами других регионов.

Впервые для изучаемого района дан флористико-систематический, эколого-ценотический и географический анализ лишенофлоры карстовых форм рельефа. Изучены лишайниковые синузии и выявлены особенности их распространения.

Впервые изучены экологические особенности карстовых воронок Северо-Западного Кавказа. Выявлена специфика формирования лишайникового покрова карстовых воронок под влиянием различных экологических факторов. Выявлены редкие и нуждающиеся в охране виды лишайников карстовых форм рельефа региона.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследования являются весомым вкладом в изучение флоры, географии, экологии лишайников и лишайниковых синузий Северо-Западного Кавказа.

Данные, полученные по экологии, филогении, видовому разнообразию лишайников, экологической оценке состояния биотопов карстовых воронок в биоценозах высокогорных природных экосистем изучаемого района используются при чтении лекционных курсов по “Общей экологии”, “Экологии и рациональному природопользованию”, “Основам лишенологии” на биологическом и географическом факультетах Кубанского государственного университета.

Собранный гербарный материал используется студентами биологического факультета на лабораторно-практических занятиях по дисциплине “Основы лишенологии”

Данные по биомассе лишайниковых синузий и общим запасам некоторых ценных в практическом отношении видам лишайников карстовых форм рельефа района исследований переданы и используются в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике. Эти материалы имеют прикладное значение при проведении медико-биологических исследований лишайников с целью использования их для приготовления лечебных препаратов.

Данные о флоре, экологических особенностях лишайников и лишеносинузий карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа могут

служить исходным материалом для составления определителей и создания электронной базы данных по ресурсам лишайников.

Основные положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие положения:

1. Видовой состав лишайников карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа насчитывает 244 вида, относящихся к 83 родам и 31 семейству;

2. Изменение видового состава, проективного покрытия, распространения, биомассы лишайников и лишеносинузий разных форм карстового рельефа определяется параметрами экотопа;

3. На формирование лишайникового покрова карстовых форм рельефа оказывают влияние следующие экологические факторы: освещенность, влажность, температура.

Апробация работы. Результаты исследования докладывались на Всероссийской научной конференции «Природные ресурсы и экологическое образование на Северном Кавказе» (Ставрополь, 1998), Всероссийской конференции «Вопросы практической экологии» (Пенза, 2002), XI съезде Русского ботанического общества (Барнаул, 2003), межреспубликанских научно-практических конференциях «Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистемы южных регионов России и сопредельных территорий» (Краснодар, 1999, 2001, 2002, 2003), международной конференции «Горные экосистемы и их компоненты» (Нальчик, 2005).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных работ.

Объём и структура работы. Диссертация изложена на 154 страницах машинописного текста и состоит из введения, шести глав, заключения, выводов, списка использованной литературы, состоящего из 150 источников, в том числе 25 на иностранных языках и 2 приложений на 36 листах. Текст работы иллюстрирован 24 таблицами и 90 рисунками.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

В лишенологическом отношении Кавказ относится к слабо исследованным регионам.

Начало изучения лишенофлоры Северо-Западного Кавказа нужно отнести к 1885 г., когда венгерский профессор Г. Лойка провёл отдельные сборы в Кабардино-Балкарии и Северной Осетии (Wainio, 1899). Имеются отрывочные сведения о сборе лишайников на Северо-Западном Кавказе Ю.Н. Вороновым (1915), Н.Н. Ворониным (1919), J. Steiner (1916), на что указывает в своих работах известный лишенолог Ш.О. Бархалов (1969, 1983). В 1924–1932 гг. сборы лишайников на Северо-Западном Кавказе производились разными коллекторами: К.А. Рассадной и А.Н. Окснером (1927), А.Н. Окснером и А.И. Лесковым (1930), В.Г. Пахуновой (1934), И.И. Тумаджановым (1947, 1948).

Лишеноценологические исследования зародились в России в первой трети прошлого столетия (Еленкин, 1901, 1904). Позже группировки лишайников на различных субстратах изучал В.П. Савич (1909, 1913, 1914), который рассматривал их в качестве “формаций”. В работах П.Н. Никольского (1928),

К.А. Рассединой (1930), Е.И. Андреевой (1961, 1963), Н.С. Голубковой (1959, 1965, 1981, 1983, 1989) поформационное изучение лишайников на различных субстратах продолжается, но на более высоком уровне. Основоположником фитоценоотического изучения лишайников был А.Н. Окснер (Трасс, 1966; Бязров, 1970). Последователями фитоценоотического изучения лишайников являются С.Г. Копачевская (1961), Ю.Л. Мартин (1967, 1970) и др. Это направление в прошлом веке быстро начало развиваться в западных геоботанических школах (Frey, 1923, 1933; Hilitzer, 1925; Motyka, 1925, 1926; Ochsner, 1928; Du Rietz, 1932). Начиная с 1980 г. осуществляется планомерное исследование флоры лишайников Северо – Западного Кавказа и Предкавказья (Криворотов, 1982, 1985, 1987, 1995, 1997, 2001-2004). Работы по изучению лишайников карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа были начаты в 1998 г. Выявлено распространение некоторых видов лишайников, изучены отдельные лишайниковые синузии карстовых форм рельефа (Криворотов, Базалий, 2001, 2002, 2004). Однако эти сведения малочисленны и не дают представлений о систематической структуре лишенофлоры карстовых форм рельефа изучаемой территории, нет так же конкретных данных о лишеносинузиях карстовых форм рельефа и особенностях их распространения. Нет данных об экологических особенностях таких форм рельефа как карстовые воронки. Не изучено влияние экологических факторов на формирование лишайникового покрова карстовых форм рельефа региона.

ГЛАВА 2 ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

Северный Кавказ имеет ступенчатое строение, к востоку от реки Белой четко выделяются три основные системы – Скалистый, Передовой и Главный хребты. Отрезок северного макросклона может быть разделен по направлению с юга на север на пять геологических зон: зона Главного хребта, межгорная депрессия, отделяющая Главный хребет от Передового, зона Передового хребта, депрессия между Передовым и Скалистым хребтами и зона Скалистого хребта.

На изучаемой территории наиболее распространены тяжелосуглинистые деградированные уплотнённые чернозёмы, слитые чернозёмы, тёмно-серые и серые лесостепные и слабоподзолистые тяжелосуглинистые вторичные почвы следующих типов: выщелоченные тяжелосуглинистые и суглинистые чернозёмы, тяжелосуглинистые луговые чернозёмы, луговые заболоченные тяжелосуглинистые почвы, смытые почвы крутых склонов (тяжелосуглинистые), луговые заболоченные почвы балок и лугово-болотные тяжелосуглинистые почвы. Пятнами и крупными массивами распространены почвы тяжёлого механического состава: глинистые и суглинистые разной степени, щебенчатые и галечниковые в долинах рек и др.

Растительный покров региона отличается большим разнообразием, исключительно редкой самобытностью и определёнными чертами изолированности. Изменение рельефа, почв и климата с высотой вызывают изменение растительных поясов от широколиственных лесов с преобладанием

дуба до разреженной растительности скал и осыпей высокогорья. На Северо-Западном Кавказе выделяется ряд растительных поясов, из которых для изучаемого района характерны: субнивальный, альпийский, субальпийский, горно-лесной.

ГЛАВА 3 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ РАБОТЫ

Маршрутные и стационарные исследования проводились на территории Северо-Западного Кавказа в пределах Краснодарского края (Апшеронский и Мостовской районы) и республики Адыгея (Майкопский район).

Территория основных маршрутных и стационарных исследований охватывает большую часть северной окраины Лагонакского нагорья.

Материалом для работы послужили эпилитные, эпигейные, эпифитные лишайники карстовых форм рельефа в количестве 860 образцов, собранные во время полевых исследований 2000–2006 гг. из разных мест Северо-Западного Кавказа. Сбор, сушку и определение материала проводили по общепринятой методике (Окснер, 1974). Географический анализ лишенофлоры и анализ жизненных форм проводились в соответствии с данными Н.С. Голубковой (1966, 1983).

Учёт видового состава эпилитных, эпифитных и эпигейных лишайников проводили по методике С.Б. Криворотова (1997). Классификацию эпилитных, эпигейных и эпифитных лишеносинузид карстовых форм рельефа проводили по методике, предложенной С.Б. Криворотовым (1997, 2001).

Типы карстовых воронок устанавливали согласно методике, предложенной А.Е. Митрошенковой (1999) с дополнениями и изменениями (Криворотов и др., 2001). Для каждого типа воронок была разработана система участков, в пределах которых проводили геоботанические описания. Всего было исследовано 109 воронок, из них блюдцеобразных – 40, чашеобразных – 51, конусообразных – 18. В центральном (плато Лагонаки, хребет Каменное море 1700-1800 м. над у.м.) районе Лагонакского нагорья было изучено 39 воронок, а в северной части (заказник “Камышанова Поляна” и его окрестности, 1200-1500 м. над у.м.) обследовано 70 воронок.

Программа стационарных исследований включала сезонные измерения (весной, летом, осенью) в деформированной чашеобразной карстовой воронке глубиной 7 м важнейших элементов микроклимата: суточного хода температуры воздуха, относительной влажности и освещённости (с северной экспозиции).

Суточный ход температуры воздуха измеряли термографами метеорологическими М-16А, предназначенными для регистрации во времени изменений температуры воздуха в наземных условиях. Измерение относительной влажности проводили гигрографами М-21А, предназначенными для непрерывной регистрации изменений во времени относительной влажности атмосферного воздуха. Корректировка показаний термографов и гигрографов производилась с помощью психрометра Ассмана, показания которого принимали за исходные для установки приборов. Корректировка записей, снятие показаний и проверка приборов осуществлялась четыре раза в сутки.

Измерения освещённости на стационарных участках проводили с помощью люксметра Ю-116.

В теснейшей связи с результатами микроклиматических наблюдений, рассматривалась динамика роста слоевищ эпифитных лишайников *Parmelia sulcata* Tayl. и *Melanelia glabra* (Schaer.) Nyl., произрастающих на стволах *Populus tremula* L. и *Betula pendula* L. на северной экспозиции деформированной чащеобразной карстовой воронки. Продолжительность и детали применявшейся методики изложены в работе Б.П. Кароля (1959). Измерения роста слоевищ эпифитных лишайников проводилась по методике, предложенной А.А. Корчагиным (1976).

Обработку полученных данных проводили с использованием общепринятых математических методов и методов статистики (Лакин, 1990). Все вычисления выполнены с использованием программы STATISTICA 6.0.

ГЛАВА 4 СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛИХЕНОФЛОРЫ КАРСТОВЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

4.1 Таксономический анализ

В результате проведённых лишайнологических исследований карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа выявлено 244 вида лишайников, относящихся к 83 родам и 31 семейству (табл. 1).

Аннотированный систематический список лишайников карстовых форм рельефа изучаемой территории составлен с учётом современной номенклатуры (Ericsson et al., 2001).

К многочисленным в видовом отношении семействам лишайников карстовых форм рельефа относятся *Parmeliaceae* (45 видов), *Lecanoraceae* (30), *Physciaceae* (17), *Teloschistaceae* (15), *Umbilicariaceae* (14), *Cladoniaceae* (14), *Acarosporaceae* (13), *Collemataceae* (11), *Peltigeraceae* (10), *Pertusariaceae* (10), *Ramalinaceae* (8), *Verrucariaceae* (8), *Rhizocarpaceae* (6), *Hymeneliaceae* (5). Эти семейства составляют 84,4% всего видового состава. Остальные семейства насчитывают по 4 и менее видов. На их долю приходится 15,6% всего видового состава.

Среднее число видов в роде – 2,9. Ведущими родами лишайнофлоры карстовых форм рельефа являются: *Cladonia* (14 видов), *Lecanora* (14), *Umbilicaria* (12), *Caloplaca* (9), *Pertusaria* (9), *Ramalina* (9), *Collema* (9), *Melanelia* (8), *Usnea* (8), *Parmelia* (7), *Peltigera* (7), *Rhizoplaca* (7), *Acarospora* (7), *Rhizocarpon* (6), *Aspicilia* (5), *Phaeophyscia* (5), *Physcia* (5). Эти 17 родов объединяют 141 вид лишайников (57,8% от общего числа видов).

Сравнение лишайнофлоры карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа с подобными лишайнофлорами Центрального Кавказа (Кабардино-Балкарии (Слонов, 1999), Чечни и Ингушетии (Закутнова, 1989), а также Юго-Восточного Крыма (Ходосовцев, 2000) показало, что лишайнофлора карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа наиболее близка в видовом отношении к лишайнофлоре Центрального Кавказа.

Таблица 1. Количественный состав лишенофлоры карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа

Семейство	Число видов	% от общ. числа видов	Семейство	Число видов	% от общ. числа видов
<i>Parmeliaceae</i>	45	18,5	<i>Candelariaceae</i>	3	1,2
<i>Lecanoraceae</i>	30	12,3	<i>Lecideaceae</i>	3	1,2
<i>Physciaceae</i>	17	7,0	<i>Psoraceae</i>	3	1,2
<i>Teloschistaceae</i>	15	6,2	<i>Nephromataceae</i>	2	0,8
<i>Umbilicariaceae</i>	14	5,7	<i>Chryso-trichaceae</i>	2	0,8
<i>Cladoniaceae</i>	14	5,7	<i>Phlyctidaceae</i>	2	0,8
<i>Acarosporaceae</i>	13	5,3	<i>Baeomycetaceae</i>	2	0,8
<i>Colle-mataceae</i>	11	4,5	<i>Gyalectaceae</i>	1	0,4
<i>Peltigeraceae</i>	10	4,1	<i>Micareaceae</i>	1	0,4
<i>Pertusariaceae</i>	10	4,1	<i>Ophioparmaceae</i>	1	0,4
<i>Ramalinaceae</i>	9	3,9	<i>Pannariaceae</i>	1	0,4
<i>Verrucariaceae</i>	8	3,3	<i>Stereocaulaceae</i>	1	0,4
<i>Rhizocarpaceae</i>	6	2,5	<i>Lobariaceae</i>	1	0,4
<i>Hymeneliaceae</i>	5	2,1	<i>Icmadophilaceae</i>	1	0,4
<i>Porpidiaceae</i>	4	1,6	<i>Lichenes imperfecti</i>	1	0,4
<i>Bacidiaceae</i>	4	1,6	No family	1	0,4
<i>Thelotremataceae</i>	3	1,2	Всего:	244	100

Лишенофлора Юго-Восточного Крыма более бедна в видовом отношении, чем лишенофлора карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа и других регионов, что связано с различием как климатических условий, так и с географической приуроченностью.

4.2 Жизненные формы лишайников

Жизненные формы лишайников являются результатом сложного и длительного взаимодействия их с абиотической средой, биотой. Изучение таких форм приобретает большое значение при анализе консортивных структур биогеоценозов.

Наиболее многочисленными в видовом отношении группы представлены однообразнонакипными (92 вида), рассечённо-лопастными ризоидальными

(48), умбиликатно-листоватыми (18), широколопастными ризоидальными (13) и листовато-кустистыми повисающими (12) жизненными формами лишайников. Менее многочисленными в видовом отношении являются группы шило- или сцифовидных (10 видов), диморфных (9), чешуйчатых (9), кустистых разветвлённых (6), кустистых прямостоячих (7) и повисающих (7) жизненных форм (табл. 2).

Таблица 2. Состав жизненных форм лишайников района исследований

Класс	Группа	Кол-во видов	% от общ. числа видов
Накипные	всего:	113	46,3
	Эндолитные	3	1,2
	Однообразно-накипные	92	37,7
	Диморфные	9	3,7
	Чешуйчатые	9	3,7
Умбиликатные	всего:	24	9,8
	Умбиликатно-накипные	6	2,4
	Умбиликатно-листоватые	18	7,4
Листоватые	всего:	65	26,6
	Широколопастные ризоидальные	13	5,3
	Рассечённо-лопастные ризоидальные	48	19,7
	Вздутолопастные неризоидальные	4	1,6
Бородавчато-или чешуйчато-кустистые	всего:	16	6,6
	Шило- или сцифовидные	10	4,1
	Кустисто-разветвлённые	6	2,5
Листовато-кустистые	всего:	12	4,9
	Листовато-кустистые повисающие	12	4,9
Кустистые	всего:	14	5,8
	Кустисто-повисающие	7	2,9
	Кустисто-прямостоячие	7	2,9
Всего:		244	100

Разнообразие жизненных форм лишайников отражает особенности экологических режимов карстовых воронок, где преобладают накипные (113 видов), листоватые (65) и умбиликатные (24) жизненные формы.

4.3 Географическое распространение

В лихенофлоре изучаемого района выделено 9 географических элементов: бореальный (48 видов), неморальный (39), горный (34) и нотобореальный (33). Важное место в лихенофлоре карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа принадлежит также эвриголарктическим (24), мультирегиональным (22) и гипоарктогорным (20) лишайникам. Меньшее значение имеют арктоальпийские (12) и ксероконтинентальные элементы (9).

Анализ географических элементов лихенофлоры карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа показал, что основными из них являются бореальный (48 видов) и неморальный (39). Важное место в лихенофлоре карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа принадлежит горным лишайникам (34 вида). Флористический спектр показывает заметное ослабление ксероконтинентального и арктоальпийского геоэлементов в структуре лихенофлоры исследованной территории. В целом лихенофлора карстовых форм рельефа данной территории является бореально-неморальной с участием горных видов.

4.4 Редкие и исчезающие виды лишайников

К редким в районе исследований были отнесены те виды лишайников (20 видов), которые имеют по нашим данным 2–3 местонахождения и представлены единичными экземплярами: *Acarospora oligospora* (Nyl.) Arnold., *Acrocordia conoidea* (Fr.) Koerb., *Caloplaca rubelliana* (Ach.) Lojka, *Catapyrenium squamulosum* (Ach.) Breuss., *Clauzodea immersa* Hoffm., *Dermatocarpon luridum* (With.) Laundon., *Gyalecta jenensis* (Batsch.) Zschlbr., *Lassalia rossica* Domb., *Leptogium gelatinosum* (With.) Laundon., *Lobaria pulmonaria* (L.) Hoffm., *Melanella sorediata* (Ach.) Goward Koerb., *Parmelia borisorum* Oxn., *Placocarpus schaeferi* Eschw., *Pleopsidium flavum* (Bellardi) Koerb., *Rhizocarpon umbilicatum* (Ram.) Flag., *Rinodina mniarea* (Ach.) Koerb., *Solorina bispora* Nyl., *Umbilicaria crustulosa* (Ach.) Frey., *Usnea articulata* (L.) Hoffm., *U. florida* (L.) Wigg.

Для осуществления охранных мероприятий необходимо продолжить работы по изучению биологии, экологии, географии выявленных редких видов лишайников, произвести оценку самовосстановительного потенциала их природных ценопопуляций для разработки научных основ практических мероприятий по их охране и рациональному использованию.

ГЛАВА 5 ВАЖНЕЙШИЕ ЛИШАЙНИКОВЫЕ СИНУЗИИ КАРСТОВЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА И ОСОБЕННОСТИ ИХ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

Эпидитные и эпигейные лихеносинузии характерны для карстовых форм рельефа альпийского и субальпийского поясов (Лагонакское нагорье) района исследований. Эпифитные синузии в основном характерны для карстовых

воронки среднегорного и верхнегорного лесных поясов (территория и окрестности заказника «Камышанова Поляна») региона.

Выявлены, классифицированы и описаны 40 лишайниковых синузид карстовых форм рельефа района исследований: 19 эпилитных, 7 эпигейных и 14 эпифитных. Наибольшее количество лишайносинузид (28) выявлено для чашеобразных воронок, меньше для конусовидных (17) и блюдцевидных (15).

Проведены работы по определению биомассы, проективного покрытия, встречаемости эпилитных лишайников и их группировок в субальпийском поясе центральной части Лагонакского нагорья. Большинство эпилитных группировок карстовых форм рельефа субальпийского пояса центральной части Лагонакского нагорья являются 2–3-х видовыми (табл. 3).

Таблица 3. Биомасса и процент покрытия эпилитных лишайниковых группировок карстовых форм рельефа в субальпийском поясе центральной части Лагонакского нагорья

Группировка	Покрытие, %	Биомасса, г/м ²
1	2	3
<i>Physcia caesia</i> + <i>Rhizoplaca dispersoareolata</i> + <i>Dermatocarpon miniatum</i> + <i>Xanthoria elegans</i>	100	3,4±0,02
<i>Rhizoplaca garovaglii</i> + <i>Rhizocarpon petraeum</i>	100	14,6±0,13
<i>Rhizocarpon petraeum</i> + <i>Xanthoria elegans</i>	100	11,5±0,10
<i>Collema multipartitum</i> + <i>Rhizocarpon geographicum</i>	95	1,1±0,01
<i>Dermatocarpon miniatum</i> + <i>Rhizocarpon petraeum</i> + <i>Lecidea ecrustacea</i>	90	3,1±0,02
<i>Xanthoria polycarpa</i> + <i>Collema polycarpon</i> + <i>Rhizocarpon petraeum</i>	75	1,0±0,01
<i>Collema polycarpon</i> + <i>Rhizoplaca dispersoareolata</i>	75	1,9±0,01
<i>Rhizocarpon petraeum</i> + <i>Xanthoria polycarpon</i> + <i>Caloplaca lactea</i>	70	0,9±0,01
<i>Collema polycarpon</i>	70	1,5±0,02
<i>Xanthoria polycarpa</i> + <i>Caloplaca lactea</i>	65	0,7±0,02
<i>Rhizoplaca dispersoareolata</i>	62	15,5±0,16
<i>Caloplaca lactea</i>	60	0,6±0,01
<i>Rhizocarpon petraeum</i>	60	7,8±0,06
<i>Lepraria incana</i>	50	0,5±0,01
<i>Rhizoplaca garovaglii</i> + <i>Lecidea ecrustacea</i>	50	5,3±0,01

1	2	3
<i>Xanthoria elegans</i> + <i>Caloplaca lactea</i>	50	0,5±0,01
<i>Rhizocarpon petraeum</i> + <i>Rhizoplaca dispersoareolata</i> + <i>Xanthoria elegans</i>	45	0,8±0,01
<i>Umbilicaria crustulosa</i>	40	2,5±0,01
<i>Lecidea ecrustacea</i> + <i>Caloplaca lactea</i>	30	0,4±0,01

Наибольшее проективное покрытие 60–100% имеют группировки с участием *Rhizocarpon petraeum*, *Rh. geographicum*, *Rhizoplaca dispersoareolata*, *Rh. garovaglii*, *Xanthoria elegans*, *X. polycarpon*, *Caloplaca lactea*, *Collema polycarpon*, *C. multipartitum*, *Lecidea ecrustacea* (табл. 3). Эти же виды имеют довольно высокие коэффициенты встречаемости (R) – 38–9,5%.

Наибольшую биомассу (в пересчёте на 1 га) имеют эпилитные группировки *Rhizoplaca dispersoareolata* (155 кг), *Rhizoplaca garovaglii* + *Rhizocarpon petraeum* (146 кг), *Rhizocarpon petraeum* + *Xanthoria elegans* (115 кг), *Rhizoplaca garovaglii* + *Lecidea ecrustacea* (53 кг).

Значительным компонентом некоторых карстовых форм рельефа изучаемой территории являются эпигейные лишайники. Определены биомасса, проективное покрытие (табл. 4) и встречаемость эпигейных лишайников и лишеносинузий в злаково-разнотравных ассоциациях субальпийского пояса центральной части Лагонакского нагорья, где распространены карстовые формы рельефа.

Таблица 4. Биомасса и процент покрытия эпигейных лишеносинузий карстовых форм рельефа в субальпийском поясе центральной части Лагонакского нагорья

Лишеносинузии	Покрытие, %	Биомасса, г/м ²
<i>Cetraria islandica</i> + <i>Cladonia ramulosa</i> + <i>Cl. stellaris</i>	75	85,9±0,79
<i>Cladonia chlorophaea</i> + <i>Cl. ramulosa</i> + <i>Collema crispum</i>	60	59,1±0,64
<i>Cetraria islandica</i> + <i>Cladonia chlorophaea</i>	40	50,9±0,59
<i>Cetraria islandica</i> + <i>Cladonia chlorophaea</i> + <i>Cl. stellaris</i>	35	48,0±0,56
<i>Cladonia furcata</i> + <i>Cl. chlorophaea</i> + <i>Collema crispum</i>	35	44,9±0,51
<i>Cladonia chlorophaea</i> + <i>Cl. furcata</i>	25	40,4±0,46
<i>Cladonia ramulosa</i> + <i>Cl. chlorophaea</i>	15	12,1±0,11

Наибольшее проективное покрытие 60–80% имеют эпигейные лишеносинузии с участием *Cetraria islandica*, *Cladonia chlorophaea*, *Cl. ramulosa*, *Cl. stellaris*. Эти же виды имеют довольно высокие коэффициенты встречаемости: 40,0; 47,5; 20,0 и 12,5% соответственно. Наибольшую биомассу (в пересчёте на 1 га) имеют эпигейные 2-3х видовые лишеносинузии: *Cetraria islandica* + *Cladonia ramulosa* + *Cl. stellaris* (859 кг), *Cladonia chlorophaea* + *Cl. ramulosa* + *Collema crispum* (591 кг), *Cetraria islandica* + *Cladonia chlorophaea* (509 кг).

В карстовых воронках, расположенных в среднегорном лесном поясе (на территории и в окрестностях биостанции-заказника «Камышанова Поляна») на древесных растениях – форофитах выявлено 14 синузий эпифитных лишайников. Эпифитные лишеносинузии, выявленные в карстовых воронках района исследований, в основном являются 3–4-х видовыми.

В карстовых воронках разного типа в зависимости от условий среды, встречаются определенные виды лишайников и лишеносинузий. Это зависит от формы карстовых воронок, возраста материнского субстрата, экспозиции и крутизны склонов, сформированности гумусового горизонта почвы и гидрологического режима депрессий.

Установлено, что наиболее богат в видовом отношении флористический состав чаш (145 видов), а беден – блюдце (110). Конусы (114) по данному показателю занимают промежуточное положение.

В чашевидных воронках обнаружено 27 видов лишайников, встречающихся только в воронках этого типа, в блюдцевидных – 18, а в конусовидных 23 вида.

Из экологических групп лишайников в карстовых воронках преобладают эпилитные формы (139 видов), произрастающие на каменистом субстрате, меньше (62 вида) эпифитных лишайников, растущих в воронках на коре живых деревьев, кустарников и их ветвях, ещё меньше (24 вида) эпигейных форм, собранных с почвы. Эпиксилные лишайники (19 видов), растущие на валеже, гниющих стволах деревьев и пнях в карстовых воронках составляют 7,8% от всего видового состава.

Выявлены закономерности вертикального распределения лишеносинузий в карстовых воронках по их уровням: в верхней части воронки выявлено 23 лишеносинузии, в средней – 13, в нижней части – 11.

Была произведена оценка влияния на численность видов лишайников карстовых воронок следующих факторов: «место сбора материала», «тип воронки» и «уровень воронки». Для этой оценки была использована модель однофакторного дисперсионного анализа. Результаты анализа представлены в табл. 5–7.

Результаты анализа изменения численности видов лишайников подтверждают, что все факторы оказывают достоверное влияние на изучаемый показатель. Наибольшее влияние на изменение численности видов оказывает фактор «место сбора материала». Для него доля факторной изменчивости составили 43,6% от общей изменчивости признака.

Таблица 5. Результаты однофакторного дисперсионного анализа численности видов лишайников с фактором «место сбора материала»

Изменчивость	df	mS	F _ф	σ ²	Доля влияния, %
Общая	35	-	-	269,5	100,0
Между местами	3	1210,7	7,9*	117,6	43,6
Остаточная	32	151,9	-	151,9	56,4

Примечание – здесь и в других подобных таблицах: df – число степеней свободы; mS – средний квадрат; F – критерий Фишера; σ² – дисперсия
Значение F_ф достоверно на 5%-ом уровне значимости.

Таблица 6. Результаты однофакторного дисперсионного анализа численности видов лишайников с фактором «тип воронки»

Изменчивость	df	mS	F _ф	σ ²	Доля влияния, %
Общая	35	-	-	263,3	100,0
Между воронками	3	985,4	4,9*	65,6	24,9
Остаточная	33	197,6	-	197,6	75,1

Таблица 7. Результаты однофакторного дисперсионного анализа численности видов лишайников с фактором «уровень воронки»

Изменчивость	df	mS	F _ф	σ ²	Доля влияния, %
Общая	35	-	-	257,5	100,0
Между уровнями	3	776,1	3,7*	47,1	18,3
Остаточная	33	210,3	-	210,3	81,7

ГЛАВА 6 ФОРМИРОВАНИЕ ЛИШАЙНИКОВОГО ПОКРОВА КАРСТОВЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

В карстовых воронках, благодаря действующим экологическим факторам, складываются своеобразные микроклиматические условия, влияющие на динамику роста лишайников, видовой состав их флоры и лишеносинузии.

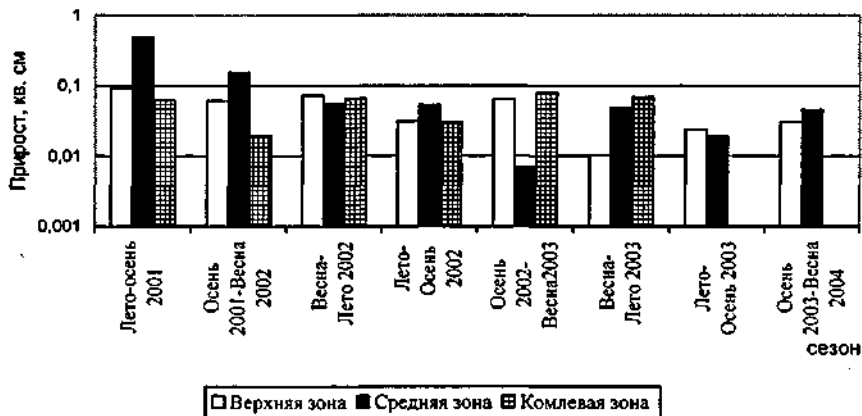
К основным абиотическим факторам, влияющим на видовой состав лишайников и динамику роста их слоевищ внутри карстовых воронок, относятся температурный, влажностный и световой режимы.

Программа стационарных исследований включала сезонные измерения (весной, летом и осенью) в деформированной чашеобразной карстовой воронке важнейших элементов микроклимата: суточного хода температуры воздуха, относительной влажности и освещённости (с северной экспозиции).

В результате проведённых стационарных микроклиматических исследований было установлено, что в деформированной чашеобразной карстовой воронке наблюдается более низкая температура воздуха, чем на контроле (в среднем на 5,6°C). В карстовой воронке относительная влажность воздуха выше (в среднем на 12%), чем на окружающей её поверхности. Интенсивность светового потока, попадающего в воронку, из-за разности экспозиций и крутизны склонов значительно варьирует: наиболее интенсивно освещены верхние участки склонов (в среднем 21000 lx). Показатели освещенности в средних и нижних участках меньше, соответственно 17000 и 4000 lx.

Наиболее благоприятные для развития лишайникового покрова микроклиматические условия складываются в чашеобразных карстовых воронках, что соответствует наличию здесь большого количества видов лишайников (145) и лишеносинузий (28).

В связи с результатами микроклиматических наблюдений рассматривалась динамика роста слоевищ эпифитных лишайников *Parmelia sulcata* и *Melanelia glabra*, произрастающих на стволах форофитов *Populus tremula* и *Betula pendula* с северной экспозиции чашеобразной карстовой воронки (рис.).



Динамика прироста слоевища *Melanelia glabra* в различных зонах стволов форофитов (2001–2004 гг.)

При изучении графиков суточного хода температуры воздуха на контроле отмечено, что летом (в июне–июле) средние значения температуры колеблются от +10,6 до +25,7°C, а осенью – от +11,5 до +17,5°C, в то время как весенние значения температуры колеблются в пределах +6 до +16,6°C.

В летний (июнь—июль) и осенний (сентябрь—октябрь) периоды средняя величина относительной влажности воздуха на контроле в основном меньше, чем внутри карстовой воронки и колеблется летом в пределах от 66,0 до 80,0%, осенью — от 78,2 до 90,0%. С северной экспозиции воронки средние значения относительной влажности воздуха в июне—июле колебались от 51 до 84% в верхней части, от 75 до 90% — в средней и от 76 до 85% — в нижней части воронки; в сентябре—октябре — от 70 до 93% в верхней, от 73 до 94% — в средней и от 84 до 93% — в нижней части воронки.

На скорость роста слоевищ *Melanelia glabra*, произрастающей на коре форофитов (берёзы и осины) влияет местоположение (ствол или комель), причём в случае поселения лишайников в комлевой зоне наблюдается замедление роста, сильно зависящее от микроклиматических условий в чашеобразной карстовой воронке. Такие же выводы можно сделать, изучив график динамики прироста слоевищ *Parmelia sulcata* в различных зонах стволов форофитов, хотя различия в приросте лишайников здесь носят менее контрастный характер.

В нижней части и на дне чашеобразной карстовой воронки в летний период относительная влажность воздуха колеблется в пределах от 76 до 85%, а осенью — от 84 до 93%, в то время как колебания летних температур в нижней части карстовой воронки достигают значений +23 и даже +35°C. Установлено, что устойчивость лишайников к высушиванию велика, поэтому засуха не может быть причиной их гибели в естественных местообитаниях, однако, перегрев слоевищ лишайников в обводнённом состоянии — опасен. В карстовых воронках по причине отсутствия движения воздуха и его застоя нередко наблюдается “парниковый эффект”. В результате этого в нижней части и на дне карстовых воронок создаются неблагоприятные для развития лишайников и лихеносинузий микроклиматические условия. В нижней части карстовых воронок наблюдается и меньшее количество видов лишайников (33) и лихеносинузий (11).

ВЫВОДЫ

1. Впервые для карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа выявлено 244 вида лишайников, относящихся к 83 родам и 31 семейству. Впервые для этой территории указывается лишайник *Gyalecta jenensis* (Balsch) Zahibr., выявлено 20 видов редких лишайников района исследований.

2. Среди экобиоморф лишайников карстовых форм рельефа изученной территории доминируют накипные (113 видов), листоватые (65) и умбиликатные (24) жизненные формы. Наиболее многочисленные в видовом отношении группы представлены однообразно-накипными (92 вида), рассечённо-лопастными ризоидальными (48), умбиликатно-листоватыми (18), широколопастными ризоидальными (13) и листовато-кустистыми повисающими (12) жизненными формами лишайников.

3. Анализ географических элементов лихенофлоры карстовых форм рельефа изучаемого региона показал, что основными из них являются бореальный (48 видов) и неморальный (39). Важное место принадлежит

монтанным лишайникам (34). Лихенофлора карстовых форм рельефа региона является бореально-неморальной с участием монтанных видов.

4. Впервые выявлены, классифицированы и описаны 40 лишайниковых синузий карстовых форм рельефа региона: 19 эпилитных, 7 эпигейных и 14 эпифитных. Установлены закономерности распространения лишайников и лихеносинузий карстовых форм региона: наибольшее количество лишайников выявлено для чашеобразных воронок, меньшее для конусовидных (17) и блюдцевидных (15). Существенное влияние на изменение численности видов лишайников в карстовых воронках оказывает фактор "место сбора материала".

5. В экосистемах альпийского и субальпийского пояса Северо-Западного Кавказа наибольшую биомассу имеют эпилитные 2-х видовые группировки лишайников карстовых воронок *Rhizoplaca garovaglii* + *Rhizocarpon petraeum* (146 кг), *Rhizocarpon petraeum* + *Xanthoria elegans* (115 кг) и эпигейные 3-х видовые лихеносинузии карстовых форм рельефа: *Cetraria islandica* + *Cladonia ramulosa* + *Cl. stellaris* (859 кг), *Cladonia chlorophaea* + *Cl. ramulosa* + *Collema crispum* (590 кг).

6. Наиболее благоприятные для развития лишайникового покрова условия складываются в средней и верхней частях чашеобразной карстовой воронки (более низкая, чем на контроле температура воздуха, в среднем на 5,6°C, относительная влажность воздуха выше в среднем на 12,6%, освещенность верхних участков склонов карстовой воронки составляет 21000 lx), что соответствует наличию здесь большого количества видов лишайников (145) и лихеносинузий (28).

7. На скорость роста слоевищ *Parmelia sulcata* и *Melanelia glabra* на коре форофитов в карстовой воронке влияет местоположение (ствол или комель), причём в случае поселения лишайников в комлевой зоне наблюдается замедление роста слоевищ (в 2 раза), зависящее от микроклиматических условий в чашеобразной карстовой воронке.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Базалий И.А. Встречаемость эпилитных лишайников и их группировок в ассоциациях субальпийского пояса Северо-Западного Кавказа / С.Б. Криворотов, В.Я. Нагалецкий, И.А. Базалий // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XI межресп. науч.-практич. конф. – Краснодар, 1998. – С. 28–29.

2. Базалий И.А. Эпилитные лишайники Кавказского биосферного заповедника / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий. – Ставрополь, 1998. – С. 54–55.

3. Базалий И.А. Встречаемость и биомасса эпилитных лишайников и их группировок в субальпийском поясе Северо-Западного Кавказа / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XII межресп. науч.-практич. конф. – Краснодар, 1999. – С. 60–62.

4. Базалий И.А. Новые лишенофлористические находки на Лагонакском нагорье (Северо-Западный Кавказ) / И.А. Базалий, С.Б. Криворотов // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XIV межресп. науч.-практич. конф. – Краснодар, 2001. – С. 65–67.

5. Базалий И.А. К изучению флоры лишайников карстовых форм рельефа Лагонакского нагорья (Северо-Западный Кавказ) / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий, М.В. Затеева // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XIV межресп. науч.-практич. конф. – Краснодар, 2001. – С. 75–77.

6. Базалий И.А. К вопросу о комплексной оценке экологических факторов в развитии лишайникового покрова карстовых воронок на территории Северо-Западного Кавказа / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий, М.В. Затеева // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XV межресп. науч.-практич. конф. – Краснодар, 2002. – С. 36–42.

7. Базалий И.А. К изучению особенностей лишенофлоры карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий, М.В. Затеева // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XV межресп. науч.-практич. конф. – Краснодар, 2002. – С. 50–53.

8. Базалий И.А. Редкие виды лишайников карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа и проблемы их охраны / И.А. Базалий // Сб. матер. Всерос. науч.-практич. конф. – Пенза, 2002. – С. 111–112.

9. Базалий И.А. Эколого-биологическая характеристика видового состава лишайников карстовых форм рельефа Лагонакского нагорья (Северо-Западный Кавказ) / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий // Ботанические исследования в Азиатской России. Т. 1. – Барнаул, 2003. – С. 170–171.

10. Базалий И.А. Экобиоморфологическая характеристика лишайников карстовых воронок Лагонакского нагорья (Северо-Западный Кавказ) / С.Б. Криворотов, В.Я. Нагалецкий, И.А. Базалий, М.В. Затеева // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XVI межресп. науч.-практич. конф. – Краснодар, 2003. – С. 4–6.

11. Базалий И.А. Динамика роста лишайников карстовых воронок под влиянием различных экологических факторов в условиях Северо-Западного Кавказа / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий, М.В. Затеева // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XVI межресп. науч.-практич. конф. – Краснодар, 2003. – С. 64–70.

12. Базалий И.А. Эколого-биологическая характеристика видового состава лишайников карстовых воронок Северо-Западного Кавказа / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий // Успехи современного естествознания. – М., 2004. – Вып. 7. – С. 20–23.

13. Базалий И.А. К изучению географического распространения лишайников карстовых форм рельефа Северо-Западного Кавказа / С.Б. Криворотов, И.А. Базалий // Горные экосистемы и их компоненты: Тр. Междунар. конф. Т. 1. – Нальчик, 2005. – С. 186–187.

14. Базалий И.А. Влияние экологических факторов на формирование и развитие лишайникового покрова карстовых воронок Северо-Западного Кавказа. / Базалий И.А., Криворотов С.Б. // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – Новочеркасск, 2006. – Приложение 10. С. 126-129.

Бумага тип. №2. Печать трафаретная
Тираж 100 экз. Заказ № 472 от 10.11.06 г.
Кубанский государственный университет.

350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149,
Центр “Универсервис”, тел. 21-99-551.

