На правах рукописи

УДК 58:581.59:581.93

Падерина Наталья Валерьевна

СТРУКТУРА И ДИНАМИКА КАЛЬЦЕ-ПЕТРОФИЛЬНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

03.00.05.- ботаника

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Екатеринбург

2001

Работа выполнена в лаборатории фитомониторинга и охраны растительного мира Института экологии растений и животных Уральского отделения РАН

Научный руководитель: академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор биологических наук, профессор ГОРЧАКОВСКИЙ П.Л.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор ТАРШИС Г.И.

доктор биологических наук, профессор ТУГАНАЕВ В.В.

Ведущая организация: Уральский государственный университет им. А.М. Горького

Защита диссертации состоится "10" мая 2001 года в 16 часов на заседании диссертационного совета Д 004.005.01 в Институте экологии растений и животных УрО РАН по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии растений и животных УрО РАН.

Автореферат разослан "6" апреля 2001 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук Нифонтова М.Г.

Актуальность темы. В связи с активным и все возрастающим воздействием человека на окружающую среду одной из наиболее актуальных проблем становится сохранение биоразнообразия и, в частности, охрана разнообразия растительного мира на видовом и ценотическом уровнях (Сохранение биологического разнообразия..., 1997; Тишков, 2000; Биоразнообразие и биоресурсы..., 2001; Biodiversity and dynamics..., 2000). Под влиянием нарастающих антропогенных воздействий происходит синантропизация растительного покрова, выражающаяся в сокращении видового разнообразия растительности, стирании самобытных черт флор отдельных регионов, снижении устойчивости и продуктивности растительных сообществ (Горчаковский, 1979).

Сохранение гено- и ценофонда естественной растительности является первостепенной задачей, решение которой невозможно без применения методов ботанического мониторинга, системы слежения за состоянием и уровнем антропогенных изменений растительности (Горчаковский, 1984). Основой фитомониторинга служат сведения о современном состоянии растительности, позволяющие проводить дальнейшие наблюдения и делать выводы на основании сравнений. Функционирование сети фитомониторинга предполагает тщательное изучение флоры и растительности эталонных участков.

Одним из интересных объектов являются уникальные сообщества горных степей, расположенные на территории Ильменского государственного заповедника (ИГЗ). Формируясь на обнажениях серпентинитов, они представляют собой небольшие по площади вкрапления в окружающую лесную растительность и содержат в своем составе ряд реликтов и эндемиков, а также полезных растений. Уникальная растительность серпентинитов давно привлекала внимание отечественных и зарубежных исследователей (Тюлина, 1928; Lyon et al., 1971; Proctor, 1971; Proctor & Woodell, 1971; и др.). Значительное разнообразие, реликтовая природа, а также изолированное, островное, одно из наиболее северных местообитаний исследуемых растительных сообществ обусловливают характерные особенности флоры и растительности, подчеркивая их уникальность.

Особую значимость приобретает исследование этих ботанических объектов в связи с усилением интенсивности природопользования в регионе. В настоящее

время участки, занятые степными растительными сообществами, расположенными за пределами заповедника, испытывают все возрастающие антропогенные воздействия. Уникальные флористические комплексы подвергаются разрушению в результате выпаса скота, разработки карьеров, рекреации и туризма. Все это приводит к сокращению разнообразия на видовом и ценотическом уровне. Выживание каждого вида обеспечивается лишь при условии сохранения всего растительного сообщества, поэтому в настоящее время все большее значение приобретают природоохранные меры, направленные на сохранение генетического и фитоценотического разнообразия природных экосистем (Бойков, 1999). Таким образом, степные сообщества, располагающиеся на территории Ильменского заповедника гос., можно считать резерватом гено- и ценофонда реликтовой степной растительности в исследуемом регионе.

Цель настоящей работы: дать флористическую и фитоценологическую характеристику реликтовых горных степей Ильменского гос. заповедника в связи с проблемой сохранения их разнообразия и мониторинга.

Были поставлены следующие задачи:

1. Выявить флористический состав горных степей, соотношение ценотических, ценотических и географических групп видов. Установить исторические связи исследуемой флоры с флорами других регионов.

2. Охарактеризовать ценотическое разнообразие степной растительности, разработать ее классификацию.

3. Изучить вертикальную и горизонтальную структуру степных сообществ, закономерности их распределения по элементам рельефа.

4. Осуществить сопоставление горных степей Ильменского гос. заповедника с аналогичными комплексами растительности других регионов и выявить черты их своеобразия.

Научная новизна и практическая значимость работы. Впервые дана всесторонняя флористическая и фитоценологическая характеристика уникальных сообществ горных степей на северном пределе их распространения; проведен анализ флоры, выявлены особенности их размещения, связь с субстратом и черты своеобразия. Обоснована необходимость охраны горных степей Урала на северном

пределе их распространения как эталонных участков и резерватов гено- и ценофонда степной растительности в рамках регионального фитомониторинга.

Положения, выносимые на защиту:

1. Флористический состав степной растительности Ильменского заповедника, соотношение таксономических, географических, экологических и ценотических групп.

2. Характеристика отдельных синтаксонов, их состав, вертикальная и горизонтальная структура травостоя, соотношение биоморф.

3. Черты своеобразия, уникальность и реликтовая природа горных степей, обусловленные их положением на северном пределе распространения в горах Урала, характером субстрата и историей формирования.

Апробация. Результаты исследований доложены на международных и региональных конференциях и симпозиумах: на Всероссийской научной конференции «Развитие идей академика С.С. Шварца в современной экологии» (Екатеринбург, 1999), на Международной конференции «Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии» (Москва, 1999), на конференции молодых ученых «Биосфера и человечество» (Екатеринбург, 2000), на Втором Международном Симпозиуме «Степи Северной Евразии: сохранение природного разнообразия и степного природопользования в XXI веке» (Оренбург, 2000).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 204 страницах машинописного текста, содержит 5 таблиц и 49 рисунков. Список литературы включает 123 наименования, в том числе 10 работ на иностранных языках.

ГЛАВА 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

В главе приводится характеристика природно-климатических условий Ильменского заповедника. Ильменский государственный заповедник расположен в предгорьях восточного макросклона Южного Урала, включает в себя вытянутую почти меридионально систему Ильменских гор и их предгорий. Климат района

исследований характеризуется средней годовой температурой воздуха - +1,0° С, с максимумом - в июле - +38,0° С, минимумом - в январе - -47° С. Среднее многолетнее годовое количество осадков - около 415 мм.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

2.1. Объект исследований. Степные группировки располагаются на серпентинитовых сопках, поверхность которых занята плотно слежавшимся щебнем серпентинита с примесью мелкозема. Под степными группировками развиваются грубоскелетные фрагментарные почвы черноземовидного ряда (Тюлина, 1928; Богатырев, 1940), с коротким профилем (1-15 см) и соотношением Ca : Mg в пределах от 2 : 1 до 1 : 2 (Удачин, 1999). Сухость и щебнистость субстрата неблагоприятны для произрастания на сопках древесной растительности, и степные группировки здесь несомненно являются коренными (Дорогостайская, 1961). Растительность серпентинитовых сопок представлена сосново-лиственничными лесами на северных и северо-восточных склонах и мозаикой микроассоциаций каменистых и настоящих степей на склонах южных и юго-западных экспозиций.

2.2. Методика исследований. Сбор материала проводился по стандартной геоботанической методике с использованием рекомендаций В.В. Алехина (1989), А.А. Корчагина (1976). В каждом сообществе закладывалось 10 учетных площадок размерами 0,5*0,5 м^2, для измерения проективного покрытия каждого вида, 15 площадок - для определения встречаемости. Вертикальная и горизонтальная структура сообщества изучалась с помощью вертикальных и горизонтальных проекций. Закономерности распределения степных сообществ по элементам рельефа выявлялись путем заложения профилей; на четырех профилях проводились микроклиматические наблюдения: в течение дневных часов суток измерялась освещенность, температура и влажность воздуха на высоте 2 см от уровня почвы. Полученные данные были обработаны с помощью пакетов прикладных программ.

2.3. Объем выполненных работ. Полевые исследования выполнялись в течение 3 лет с 1997 по 2000 г. Сделано 350 геоботанических описаний, 56

рисунков вертикальной и горизонтальной проекций степных сообществ, использовано 360 площадок для определения проективного покрытия, 700 площадок для определения встречаемости. Заложено 8 геоботанических профилей длинной до 70 м. Собрано 550 листов гербария.

ГЛАВА 3. ФЛОРА СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ

3.1. Систематическая структура флоры. Флора степных сообществ ИГЗ насчитывает 174 вида сосудистых растений (19,7% от флоры всего заповедника), которые относятся к 110 родам и 33 семействам. Ведущее положение во флористическом спектре занимают 10 семейств, содержащих от 6 до 25 видов: Asteraceae (25 видов – 14,4%), Poaceae (22 – 12,6%), Rosaceae (18 – 10,3%), Caryophyllaceae (14 – 8%), Fabaceae (12 – 6,9%), Scrophulariaceae (10 – 5,7%), Ranunculaceae (8 – 4,6%), Lamiaceae (6 – 3,4%), Boraginaceae (6 – 3,4%), Cyperaceae (6 – 3,4%), они содержат 73% всех видов, первые 14 семейств включают 82,8% степной флоры. А.И. Толмачев (1974) указывает, что такое неравномерное распределение видов флоры по семейственному спектру свидетельствует об экстремальных условиях ее формирования. Очевидно, соответствие крайним условиям развития флор, имеющих три четверти всех видов в 10 ведущих семействах – характерная особенность каменистых степей любого региона и степей, расположенных в виде островов в лесной зоне, связанная с суровыми условиями их существования – первые 10 семейств во флоре каменистых степей Хакасии (Ламанова, 1978) и степей Байкальской Сибири (Малышев, Пешкова, 1984) насчитывают 70%, во флоре каменистых степей заповедника «Столбы» - 67,6% видов (Штаркер, 1988).

К семействам, включающим более 6 родов относятся Asteraceae - 13 родов, Poaceae - 13, Rosaceae - 10, Fabaceae - 10, Caryophyllaceae - 9, Lamiaceae - 6, Boraginaceae - 6, Scrophulariaceae – 6, в них входят 73 рода и 113 видов, т.е. две трети видового состава степной флоры; 10 семейств исследуемой флоры являются одновидовыми. Наиболее значимо в составе флоры представлены 11 родов: Artemisia - 7, Carex - 6, Potentilla - 5, Galium, Silene, Veronica -4, Euphorbia, Elytrigia, Poa, Stipa, Thalictrum –3 вида, 28 родов - двувидовые, 70 – одновидовые. Таким образом 90% родов степной флоры имеют по 1 – 2 вида (в среднем на каждый род

приходится 1,58 вида), что свидетельствует о ее миграционном характере (Толмачев, 1970).

Проведено сравнение исследуемой флоры со степной флорой хребта Ирендык. Хребет Ирендык также как Ильменские горы занимает крайнее восточное положение относительного осевого поднятия, он вытянут в меридиональном направлении и расположен на 200 км южнее ИГЗ на широте заволжско-казахстанских степей, в связи с чем степная растительность занимает здесь обширные пространства и является основным элементом растительного покрова. Данные о флоре и растительности хр. Ирендык содержатся в работах П.Л. Горчаковского, Н.П. Крыленко (1969), Н.П. Ромахиной (1965).

Несмотря на значительную площадь степных сообществ хр. Ирендык, их флора насчитывает всего 201 вид, что лишь несколько превышает данный показатель для степных участков заповедника и подчеркивает их высокое видовое разнообразие. Сравнение флоры степных сообществ ИГЗ и хр. Ирендык с помощью коэффициента Чекановского, критерия Фишера, а также коэффициента флористического сходства, построенного на основе коэффициента взаимной сопряженности Чупрова (Зайцев, 1984) свидетельствует о их достоверном сходстве ($P<0,05$), что обусловлено общим сходством местообитаний а также историческими причинами. Вычисленный коэффициент неспецифичности (Юрцев, 1968) для всей степной флоры ИГЗ относительно степной флоры хр. Ирендык равен 0,62, для каменистых степей - 0,49. Очевидно, больший процент общих видов во всей степной флоре обусловлен тем, что сходными являются виды широкой экологии, тогда как сходство флор каменистых степей обусловлено более специфичными видами.

Флора каменистых степей представлена 59 видами сосудистых растений, что составляет 33,9% от всех видов, произрастающих на степных участках заповедника. Во флористическом спектре каменистых степей из 24 семейств ведущее положение занимают: Poaceae (11 видов – 18,6%), Asteraceae (7 – 11,9%), Caryophyllaceae (6 – 10,2%), Polygonaceae, Ranunculaceae, Scrophulariaceae (3 – 5,1%), на их долю приходится 56% всех видов; 8 семейств – двувидовые, 10 –

одновидовые. Флора каменистых степей включает в себя 46 родов, 11 из которых содержат по 2 вида и 1 (Stipa) – 3.

3.2. Экологическая и ценотическая структура флоры. В экологическом спектре флоры каменистых степей преобладают мезоксерофиты (МК) (табл. 3.1.), составляющие более половины всех видов (Dianthus acicularis, Artemisia commutata, Scorzonera austriaca, Elytrigia lolioides и др.), присутствует большое количество ксерофитов (К) (Artemisia frigida, Alyssum tortuosum, Festuca valesiaca, Helictotrichon desertorum и др.), незначителен процент мезофитов (М) (Rumex acetosa и Fallopia convolvulus), что обусловлено ксеридными условиями местообитания. В экологическом спектре всей степной флоры одинаково представлены две преобладающие группы: МК и КМ (ксеромезофиты) (к ним относится 70,7% всех видов), отмечено значительное количество М – это луговые и лесо-луговые виды (Stellaria graminea, Steris viscaria, Euphorbia virgata, Geranium pratense, Chamaerion angustifolia и др.), а также один гигромезофит (ГМ) (Polemonium coeruleum), это связано с проникновением в исследуемые сообщества элементов лесной и луговой растительности.

Таблица 3.1.

Экологическая структура флоры степных сообществ Ильменского заповедника

экологические типы	флора всех степных участков		флора каменистых степей	
	количество видов	%	количество видов	%
К	13	7,5	10	16,9
МК	62	35,6	31	52,5
КМ	61	35,1	16	27,1
М	37	21,3	2	3,4
МГ	1	0,6	0	0,0

Влияние на флору степных сообществ ИГЗ прослеживается и в ценотическом спектре (табл. 3.2.): во флоре всех степных сообществ отмечено присутствие лесных (Fragaria vesca, Viola hirta), лесо-степных (Pulsatilla flavescens, Trommsdorfia macullata, Turritis glabra, Origanum vulgare и др.) и значительное количество лесо-луговых видов (Lathyrus pisiformis, Galatella rossica, Dracocephalum ruyschiana, Primula macrocalyx и др.); преобладают лугово-степные виды (почти все виды р. Artemisia, Centaurea scabiosa, Galatella biflora, Inula hirta, Scorzonera purpurea,

Campanula bononiensis и др.), одинаково представлены группы степных и луговых видов. Необходимо отметить присутствие во флористическом спектре 5 эвритопных видов, которые входят в состав синантропного элемента исследуемой флоры (Chenopodium album, C. hybridum, Plantago media, Linaria vulgaris, Urtica dioica).

Таблица 3.2.

Ценотическая структура флоры степных сообществ Ильменского заповедника

ценотические типы	флора всех степных участков		флора каменистых степей	
	количество видов	%	количество видов	%
Каменисто-степные	18	10,3	14	23,7
Степные	30	17,2	18	30,5
Лугово-степные	57	32,8	18	30,5
Луговые	31	17,8	4	6,8
Лесо-луговые	21	12,1	1	1,7
Лесо-степные	9	5,2	3	5,1
Лесные	3	1,8	0	0,0
Эвритопные	5	2,9	1	1,7

Большая часть видов каменистых степей ИГЗ (60%) относится к степной и лугово-степной группам, характерная особенность данной флоры - значительное количество каменисто-степных видов (Artemisia frigida, Centaurea sibirica, Alyssum tortuosum, Elytrigia reflexiaristata и др.), доля лесо-степных и лесо-луговых видов мала, лесные виды отсутствуют, эвритопные представлены Chenopodium album.

Проведенный анализ степной флоры ИГЗ показывает, что несмотря на малую площадь и оторванность от крупных островов степной растительности, степные сообщества ИГЗ имеют все характерные черты, присущие степной флоре в целом и каменистым степям в частности.

3.3. Биоморфологическая структура флоры. В спектре жизненных форм всей степной флоры ИГЗ преобладают поликарпические травы (83,9%), среди которых доминируют длительновегетирующие корневищные (42,5%) и стержнекорневые виды (20,7%); коротковегетирующие виды (гемиэфемероиды) представлены Pedicularis kaufmanii, незначителен процент луковичных, примерно в равном небольшом количестве отмечены дерновинные плотно- и рыхлокустовые виды (4%

и 4,6%, соответственно). Монокарпические травы составляют 9,2%. Кустарники и полукустарнички включают 6,9% всей степной флоры. Кроме того, среди поликарпических длительновегетирующих трав было отмечено 8 корнеотпрысковых и 3 клубнекорневых вида.

В работах многих авторов показано соответствие структуры жизненных форм растительных сообществ условиям их обитания. В.Н. Голубев (1960) доказывает, направляющее воздействие условий существования на ход морфогенеза растений и отбор жизненных форм наиболее целесообразных в данном сообществе.

Также как и во всей степной флоре, во флоре каменистых степей преобладают поликарпические травы (83,1%), среди них доминируют корневищные (33,9%), процент которых по сравнению со всей степной флорой (42,5%) сокращается при одновременном увеличении доли стержнекорневых и дерновинных плотнокустовых видов (25,4% и 10,2%, соответственно) – именно к этим жизненным формам относятся доминанты и кодоминанты сообществ каменистых степей. Кроме того, во флоре каменистых степей почти в три раза уменьшается доля кистекорневых видов (3,4% по сравнению с 10,3% всей степной флоры). В каменистых степях, как более ксеридных местообитаниях с малоразвитыми щебнистыми почвами, преимущество получают виды с двумя типами корневых систем: глубокой стержневой и достаточно поверхностной корневой системой плотнодерновинных и рыхлодерновинных злаков, в связи с этим в каменистых степях общая доля этих жизненных форм возрастает на 13,1% по сравнению с флорой всех степных сообществ и достигает 42,4%. Характерной особенностью каменистых степей также является увеличение более чем в два раза (по сравнению со всей степной флорой) процента полукустарничков, выполняющих в исследуемых сообществах роли доминантов и эдификаторов.

3.4. Географическая структура флоры. Флоро-географический анализ показывает преобладание в исследуемой флоре видов евразиатской ареальной группы (45,4%). Сравнивая географический спектр всей степной флоры и флоры каменистых степей, необходимо отметить меньшее количество евразиатских (33,9%) видов во флоре каменистых степей, что, очевидно, объясняется суровыми условиями обитания данных сообществ, в связи с чем внедрение в них широко

распространенных видов, неприспособленных к таким условиям, становится невозможным. Та же закономерность прослеживается и для европейско-сибирских видов, представленных в сообществах каменистых степей в меньшем количестве.

Виды, имеющие преимущественно европейский тип ареала, составляют лишь 15,5% исследуемой флоры, значительную долю (32,1%) образуют виды, в большей степени распространенные в Азии и Сибири. Во флоре каменистых степей на первое место выходят виды, преимущественно распространенные в Азии и Сибири (44,2%), в то время, как виды с европейским типом ареала насчитывают только 15,3%. Преобладание видов азиатско-сибирского типа ареала во флоре каменистых степей обусловлено ее тесными генетическими связями с каменистыми степями южной Сибири и Монголии (Крашенинников, 1939).

Эндемичный элемент во флоре степных сообществ ИГЗ представлен 3 (1,7%) высокогорными скально-горностепными видами: Oxytropis approximata, Dianthus acicularis и Elytrigia reflexiaristata. Небольшой процент в исследуемой флоре приходится на долю космополитов – 2,9% (Poa annua, Urtica dioica, Elytrigia repens и др.). Проведенные нами исследования показали, что в состав степной флоры входит значительное количество полезных растений: 33 медоноса, 39 растений относятся к декоративным, 31 вид является кормовым, 8 растений – пищевыми и 27 – лекарственными; 20 видов (11,5%) относятся к разряду редких и исчезающих растений, 13 из них произрастают в каменистой степи: 1 вид (Stipa pennata) включен в Красную книгу РСФСР, в Красную книгу БА ССР внесены Seseli ledebourii, Aster alpinus, Polemonium caeruleum, Oxytropis approximata, Polygala sibirica, Dianthus acicularis, Elytrigia reflexiaristata; 14 видов отмечены как редкие для Южного Урала (Кучеров, Мулдашев, 1987), 5 видов (Anemone sylvestris, Centaurea sibirica, Echinops ruthenicus, Onosma simplicissima, Pulsatilla flavescens) (Горчаковский, Шурова, 1982) относятся к 4 категории, т.е. к редким или прерывисто распространенным растениям, и 10 видов (Aster alpinus, Adonis vernalis, Alyssum tortuosum, Clausia aprica, Elytrigia reflexiaristata, Oxytropis approximata, Polygonatum odoratum, Stipa dasyphylla, S. pennata, Viola hirta) – к 3 категории, т.е. угрожаемым.

Анализ флоры степных участков показал, что в ее состав входит значительное количество полезных, редких и исчезающих видов, в том числе эндемики и реликты, большая часть которых произрастает в каменистой степи. В связи с этим, именно каменистая степь может считаться резерватом гено- и ценофонда реликтовой степной растительности в исследуемом регионе.

ГЛАВА 4. ХАРАКТЕРИСТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ СТЕПНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

4.1. Вопросы классификации растительности степей. Вопросы классификации растительности являются одними из наиболее спорных вопросов геоботаники. Ни одна из существующих классификаций растительности не является универсальной. Учитывая удобство и применимость для наших целей классификации Е.М. Лавренко, мы использовали ее в основе нашей работы, дополняя характерными видами в понимании Т.И. Исаченко и Е.И. Рачковской (1961).

4.1.1. Заросли степных кустарников и кустарниковые степи. Заросли степных кустарников и кустарниковые степи описаны в работах многих исследователей. Различные авторы по-разному видят их место в классификации растительности. Мы придерживаемся точки зрения А.В. Куминовой (1960), согласно которой ведущее положение в кустарниковых степях принадлежит все же травяному покрову, хотя и испытывающему на себе влияние кустарникового яруса, в связи с чем целесообразно рассматривать кустарниковые степи в типе растительности степей, а отдельные формации распределять в зависимости от их фитоценологической и экологической характеристик по различным классам степной растительности. Заросли степных кустарников А.В. Куминова выделяет в особый тип растительности.

4.1.2. Каменистая степь. Работами П.Л. Горчаковского (1969, 1990, 2000 и др.) и ряда других авторов показано, что каменистые степи представляют собой весьма своеобразный флористическо-фитоценологический комплекс и соответствуют рангу - подтип степной растительности. Своеобразие каменистых степей во многом определяется характером местообитаний и условиями произрастания. Большое значение имеет гетерогенность субстрата, включающего каменные глыбы, щебень

и мелкозем; во многих случаях повышенное содержание кальция; перегрев поверхности в жаркие летние дни, резкие суточные и сезонные перепады температуры и влажности почвы; маломощность снежного покрова.

4.2. Степная растительность Ильменского заповедника. Несмотря на малую площадь, степные сообщества отличаются значительным разнообразием. Реликтовая природа исследованных сообществ, а также изолированное местонахождение, определяют их характерные особенности.

Фрагменты степей занимают склоны округлых серпентинитовых сопок и взлобки Ильменского хребта южных экспозиций, они представлены луговой, настоящей, каменистой степями и зарослями степных кустарников. В результате проведенных исследований было описано 6 формаций и 15 групп ассоциаций (табл. 4.1.).

Таблица 4.1.

Классификация степной растительности Ильменского гос. заповедника

Подтип растительности	Формация	Группа ассоциаций
Каменистые степи	Разнотравная	Петрофитноразнотравно-иглолистногвоздично-холоднополынные Петрофитноразнотравно-холоднополынные Петрофитноразнотравно-сибирсковасильковые Петрофитноразнотравно-серповидно-люцерновые Петрофитноразнотравно-ластовневые Петрофитноразнотравно-мордовниковые
Настоящие степи	Пустынно-овсецовая	Вишнево-пустынноовсецовые Клубнично-путсынноовсецовые Разнотравно-путынноовсецовые
	Перисто-ковыльная	Злаково-перистоковыльные Разнотравно-перистоковыльные
	Клубничная	Разнотравно-клубничные
	Разнотравная	Злаково-разнотравные
Луговые степи	Разнотравная	Шелковистополынно-разнотравные

Существующее разнообразие степных сообществ можно представить в виде эколого-фитоценотического ряда, в котором происходит закономерная смена основных характеристик флоры и растительности (табл. 4.2.). Проективное

покрытие имеет минимальные значения в каменистых степях, возрастает в настоящих и достигает своего максимума в луговых, заросли степных кустарников характеризуются общим проективным покрытием и проективным покрытием кустарникового яруса от 40 до 90%. Аналогичным образом изменяется видовая насыщенность и количество видов в естественных границах сообщества.

Таблица 4.2.

Основные характеристики степной растительности Ильменского заповедника

признаки	каменистая степь	настоящая степь	луговая степь
проективное покрытие (%)	19 – 40%	40 – 75%	75 – 85%
число видов в сообществе	28 – 42	40 – 57	72
видовая насыщенность	13 - 24	19,4 – 24,4	24 - 26

Кустарниковая степь - достаточно ксерофитное сообщество, включает в свой состав 37 видов, видовая насыщенность – 16,4 вида. Заросли степных кустарников содержат 61 – 67 видов. Закономерно изменяются и доминанты исследуемых сообществ: каменистые степи являются полидоминантными – их доминанты - степные и каменисто-степные ксерофиты и мезоксерофиты Dianthus acicularis, Echinops ruthenicus, Artemisia frigida, Vincetoxicum albowianum. Роль доминантов в сообществах настоящих степей играют степные ксерофиты и мезоксерофиты Helictotrichon desertorum и Stipa pennata, а также степные и лугово-степные мезоксерофиты из группы разнотравья: Artemisia sericea, Filipendula vulgaris и лугово-степной ксеромезофит Fragaria viridis. В луговой степи доминируют виды из группы разнотравья, такие как лугово-степной мезоксерофит Artemisia sericea и лесо-луговой мезофит Galium boreale. В кустарниковой степи роль доминанта выполняет степной ксерофит Helictotrichon desertorum. Все заросли степных кустарников характеризуются доминированием степного ксеромезофита Spiraea crenata с небольшой примесью Rosa acicularis, R. glabrifolia, Cotoneaster melanocarpa.

Соотношение экологических групп также претерпевает закономерные изменения при переходе от каменистых степей к зарослям степных кустарников.

Если в каменистых степях большая часть видов (62%) принадлежит к мезоксерофитам, а на долю ксерофитов приходится 20%, то в сообществах настоящих степей количество мезоксерофитов снижается до 52%, ксерофитов – до 4-7%, а количество ксеромезофитов возрастает до 37%. В луговой степи доля мезоксерофитов уменьшается до 33%, а ксеромезофитов и мезофитов резко возрастает (45,8% и 16,7% соответственно). В наиболее мезофитных вариантах зарослей степных кустарников большая часть видов относится уже к ксеромезофитам (37-43%) и мезофитам (26-27%). Соотношение ценотических групп также изменяется: максимум видов постепенно смещается со степной и каменисто-степной групп в сообществах каменистых степей на лугово-степную и степную группы в сообществах настоящих степей, в луговой степи почти половина видов относится к лугово-степной ценотической группе, а заросли степных кустарников характеризуются преобладанием лугово-степных и луговых видов.

ГЛАВА 5. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ПО ЭЛЕМЕНТАМ РЕЛЬЕФА

Особенностью степных сообществ ИГЗ является их существование в условиях холмистого рельефа на склонах южных экспозиций. Распределение степных сообществ по рельефу определяется микроклиматическими условиями, зависящими от экспозиции, угла наклона и микрорельефа склона.

Мы проследили изменение освещенности и температуры в течение дневного времени суток на участках с разными углами наклона. Результаты свидетельствуют о достоверном отличии ($P<0,05$) освещенности и температуры как между различными участками в течение одного часа, так и между различными часами на одном участке. Максимальные значения освещенности и температуры соответствуют наиболее крутым участкам, на которых располагаются сообщества типичной каменистой степи.

Началу любого профиля (рис. 5.1.) соответствуют наземно- или тростниковевейниковые сосново-лиственничные редколесья с большим количеством степных элементов в травяном ярусе, занимающие северные склоны сопок, а концу – сосново-березовые и березовые леса наземно- и тростниковоейниковые, располагающиеся в ложбинах между сопками. Лесные

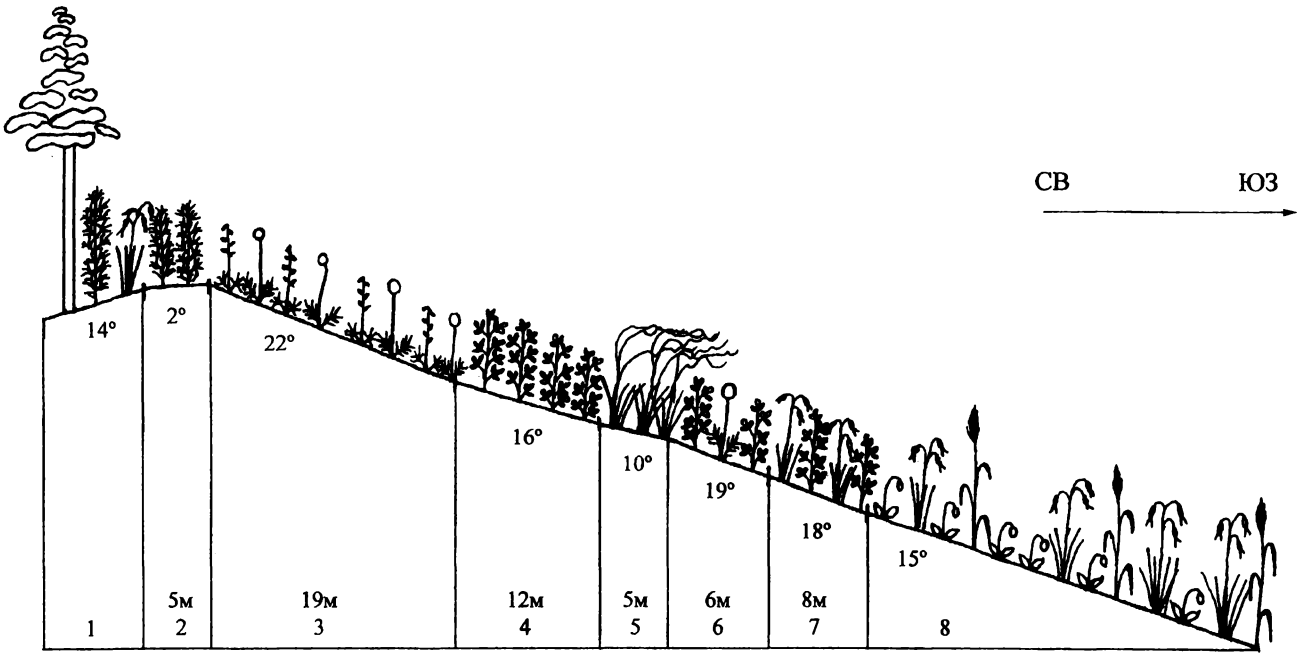

Рис. 5.1. Профиль через степные сообщества сопки №7. М 1:500 см

Лесные сообщества: 1 – лиственнично-сосновое редколесье разнотравно-шелковистополынно-овсецовое.

Настоящие степи: 2 - василистниково-плевеловиднопырейно-шелковистополынная; 5 - разнотравно-злаково-перистоковыльная; 7 - клубнично-серповиднолюцерново-пустынноовсецовая; 8 - наземновейниково-клубнично-пустынновоовсецовая.

Каменистые степи: 3 - мордовниково-полынно-разнотравная; 4 - василистниково-серповиднолюцерновая; 6 - разнотравно-серповиднолюцерново-мордовниковая.

сообщества, расположенные у подножия сопок более мезофильны, что объясняется естественным стоком осадков вниз по склонам в летний период и скоплением значительного количества снега в ложбинах зимой.

В связи с общим сходством микроклиматических условий вершины и подножия сопок, данные местообитания представлены участками настоящих степей. В соответствии с имеющимся стоком осадков с высоких частей рельефа, сообщества настоящих степей у подножия более мезофильны, показателем этого является постоянное присутствие здесь Fragaria viridis, часто играющей роль кодоминанта.

Наибольшую площадь на склонах занимают участки типичных каменистых степей, располагающиеся в их верхней, наиболее крутой части, подверженной самому сильному нагреву и иссушению. Остальные сообщества каменистых степей занимают участки с меньшей крутизной, что обусловливает их более мезофильный характер. Перечисленные особенности степных сообществ отражаются в изменении значений их основных показателей: кривая изменения количества видов в сообществах по профилю обычно имеет несколько максимумов, располагающихся на сообществах типичных каменистых степей и сообществах настоящих степей, находящихся в контакте с лесными фитоценозами. Проективное покрытие возрастает при переходе от лиственнично-сосновых редколесий к участкам злаковых степей на вершинах сопок и резко скачкообразно падает при переходе к каменистым степям, а затем начинает расти снова, достигая высоких значений в сообществах, расположенных у подножия.

Так же происходит изменение процентного участия видов различных экологических групп в составе сообществ. От лесных сообществ в верхних частях склона по направлению к наиболее инсолируемому участку происходит постепенное увеличение суммарного количества ксерофитов и мезоксерофитов, достигающее своего максимума на участках типичных каменистых степей, затем происходит такое же постепенное уменьшение как суммарного количества этих групп, так и каждой группы в отдельности.

Изменение соотношения видов различных ценотических групп в составе сообщества также имеет четкие закономерности: в лесных сообществах верхней

части склона преобладают лугово-степные виды, хорошо представлена группа степных видов, а группа каменисто-степных видов малочисленнее всех других. По направлению к сообществам типичных каменистых степей происходит возрастание количества каменисто-степных и степных видов и одновременное уменьшение лугово-степных, лесолуговых и луговых видов. Так же по одновершинной кривой уменьшается, а затем (после основного участка каменистых степей) постепенно увеличивается процентное участие ксеромезофитов и мезофитов, последние обычно отсутствуют в средней части склона.

Распределение степных сообществ по профилю может рассматриваться как эколого-генетический ряд смен растительности, совпадающий с экологическим рядом по степени увлажнения. Существующая на склонах степная растительность отражает закономерно происходящий процесс зарастания участков типичных каменистых степей и их постепенную замену сообществами разнотравно-злаково-клубничных настоящих степей. Ведущим фактором в происходящих сменах является образование элювиально-делювиальных отложений. Зарастание участков каменистых степей связано с проникновением в исследуемые сообщества видов с неглубокой корневой системой соответствующего эко- и ценотипа. Примером таких видов в исследуемых местообитаниях являются вегетативноподвижный лугово-степной ксеромезофит Fragaria viridis и вегетативноподвижный лугово-степной мезоксерофит Calamagrostis epigeios, они не характерны для каменистых степей.

Очевидно, одним из последних этапов зарастания участков каменистых степей можно считать сопку, где большая часть склона покрыта перистоковыльно-корневищноосоково-клубничной степью и только небольшой участок на вершине занят сообществом каменистой степи.

ГЛАВА 6. ФОРМИРОВАНИЕ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ИЛЬМЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Флора степных сообществ ИГЗ характеризуется сложной историей формирования и состоит из нескольких флористических элементов, различных по происхождению и времени проникновения на исследуемую территорию.

Большую часть исследуемой флоры составляют виды, проникшие на территорию Урала в плейстоцене, с основным центром бывшего более обширного ареала преимущественно в горных областях Южной Сибири и Северной Монголии (Горчаковскй, 1969 и др.): Artemisia frigida, A. latifolia, A. sericea, Aster alpinus, Potentila longifolia, Carex pediformis, Festuca sulcata, Allium strictum, Helictotrichon desertorum, Veronica spicata, Lychnis sibirica, Polygala sibirica, Carex obtusata, Centaurea sibirica и др. Необходимо отметить ведущую фитоценотическую роль этого флористического комплекса в сообществах каменистых степей заповедника.

В межледниковый и постледниковый периоды произошло вхождение в состав исследуемой степной флоры видов, генетически связанных с бореальным флористическим комплексом Сибири (Василюхина, 1969): виды рода Rosa, Astragalus danicus, Androsace septentrionalis, Centaurea scabiosa, Cotoneaster melanocarpa, и др.

В первой половине среднего голоцена, на территорию Урала проник европейский бореальный флористический элемент (Кожевников, Плиева, 1979), представленный в исследуемых степных сообществах очень незначительно: Adonis vernalis, Trifolium montana, T. medium, Inula salicina, Veronica chamaedrys.

С термическим максимумом второй половины среднего голоцена связана миграция термофильной степной растительности, развившейся в области древнего Средиземья и Центральной Азии: Echinops ruthenicus, Stipa pennata, Spiraea crenata, Vincetoxicum albowianum, и др. Несмотря на меньшее (по сравнению с плейстоценовым флористическим комплексом) количество видов, пришедших в ходе данной миграции, их роль в исследуемых сообществах достаточно значима.

Неотъемлемым компонентом исследуемой флоры являются скально-горностепные эндемики Oxytropis approximata, Dianthus acicularis и Elytrigia reflexiaristata.

ВЫВОДЫ

1. Исследуемая флора насчитывает 174 вида сосудистых растений, относящихся к 110 родам и 33 семействам; ведущие 10 семейств включают 73% всех видов флоры. Сравнение флоры степных сообществ ИГЗ с флорами степей других регионов доказывает ее значительное видовое богатство. Наиболее

обширными по площади и интересными во флористическом отношении являются участки каменистых степей; их флора представлена 59 видами, относящимися к 46 родам и 24 семействам.

2. Эколого-ценотический анализ степной флоры Ильменского заповедника свидетельствует о значительном влиянии, оказываемом на ее структуру со стороны окружающей луговой и лесной растительности: основу степной флоры составляют лугово-степные, степные и луговые виды, ксеромезофиты и мезоксерофиты, отмечен значительный процент мезофитов. Однако на флору сообществ каменистых степей, в связи с суровыми условиями обитания, влияние окружающей растительности крайне незначительно: здесь преобладают лугово-степные, степные и каменисто-степные виды, мезоксерофиты.

3. В спектре жизненных форм как всей степной флоры, так и флоры каменистых степей доминируют длительновегетирующие поликарпические травы, среди которых преобладают корневищные и стержнекорневые растения. Характерной особенностью флоры каменистых степей является значительный процент полукустарничков и плотнодерновинных видов.

4. Флоро-географический анализ показал, что большинство видов флоры всех степей относится к евразиатской группе, значительную долю составляют виды, преимущественно распространенные в Азии и Сибири. Во флоре каменистых степей на первое место выходят виды с ареалами в Азии и Сибири, число евразиатских видов значительно сокращается, что обусловлено историческими причинами и условиями обитания каменистых степей. Результаты флорогенетического анализа подтверждают реликтовую природу степных сообществ Ильменского заповедника. Основу их флоры составляют виды, мигрировавшие на территорию Южного Урала в плейстоцене из горных областей Южной Сибири и Северной Монголии, большое значение имеют также виды, вошедшие в состав степных сообществ во время термического максимума второй половины среднего голоцена из области древнего Средиземья и Центральной Азии; европейский бореальный флористический элемент представлен незначительно.

5. Степная растительность Ильменского заповедника представлена подтипами каменистых, настоящих и луговых степей, а также зарослями степных кустарников.

В результате проведенных исследований было описано 6 формаций и 15 групп ассоциаций. Сообщества каменистых степей наиболее ксерофильны (проективное покрытие 19-40%), в них доминируют степные и каменисто-степные ксерофиты и мезоксерофиты Dianthus acicularis, Echinops ruthenicus, Artemisia frigida, в настоящих степях (проективное покрытие 40-75%) доминируют степные ксерофиты и мезоксерофиты Helictotrichon desertorum, Stipa pennata и др., в луговой степи (проективное покрытие 75-85%) доминируют виды из группы разнотравья – лугово-степные мезоксерофиты и ксеромезофиты. В этом ряду увеличивается как число видов в сообществе, так и видовая насыщенность, усложняется вертикальная и горизонтальная структура. Заросли степных кустарников образованы степным ксеромезофитом Spiraea crenata.

6. На территории Ильменского заповедника степные сообщества занимают южные, юго-западные склоны. Было установлено, что распределение степных сообществ по рельефу определяется микроклиматическими условиями, связанными с экспозицией, углом наклона и микрорельефом склона. В связи с общим сходством микроклиматических и почвенных условий вершины и подножия сопок, данные местообитания представлены участками настоящих степей, более мезофильных у подножия. Ксерофильные сообщества каменистых степей занимают верхние, наиболее крутые части склонов, подверженные самому сильному нагреву и иссушению.

7. Распределение степных сообществ по профилю может рассматриваться как эколого-генетический ряд смен растительности, совпадающий с экологическим рядом по степени увлажнения. Существующая на склонах степная растительность отражает закономерно происходящий процесс зарастания участков типичных каменистых степей и их постепенную замену сообществами разнотравно-злаково-клубничных настоящих степей. Ведущим фактором в происходящих сменах является образование элювиально-делювиальных отложений. Зарастание участков каменистых степей связано с проникновением в исследуемые сообщества видов с неглубокой корневой системой соответствующего эко- и ценотипа. Примером таких видов в исследуемых местообитаниях являются Calamagrostis epigeios и Fragaria viridis.

8. Выявлено определенное сходство исследуемых степей по флористическому и синтаксономическому составу с более обширными горными степями хр. Ирендык, расположенными южнее, что обусловлено общим сходством местообитаний и историческими причинами. Однако, горные степи ИГЗ относительно хр. Ирендык обеднены как во флористическом, так и синтаксономическом отношениях. Хотя сравниваемые флоры имеют сходный набор ведущих 10 семейств, во флоре горных степей ИГЗ увеличивается значение семейств, характерных для бореальной зоны (Rosaceae, Caryophyllaceae, Ranunculaceae). Растительность горных степей ИГЗ также менее разнообразна, что выражается в меньшем количестве формаций и групп ассоциаций, а также в сокращении разнообразия доминантов. Так доминантами сообществ настоящих степей ИГЗ являются два наиболее мезофильных ковыля с широкой экологической амплитудой (Stipa pennata и S. dasyphylla), северное положение района исследований обусловливает отсутствие здесь типичных на хр. Ирендык красноватоковыльных и тырсовых степей. Одним из основных доминантов каменистых степей ИГЗ является эндемик Dianthus acicularis, что не было отмечено на хр. Ирендык.

9. Степные сообщества Ильменского заповедника, несмотря на их островное, одно из наиболее северных местонахождений (в пределах лесной зоны), несомненно относятся к степному типу растительности. Однако они имеют выраженные черты своеобразия, наиболее четко проявляющиеся в сообществах каменистых степей, а именно - широкая представленность экологических групп (существование наряду с преобладающими мезоксерофитами и ксерофитами также ксеромезофитов и мезофитов), большая доля каменисто-степных видов в ценотическом спектре, значительное участие специализированных жизненных форм (плотнодерновинных злаков и полукустарничков) в биоморфологическом спектре, а так же присутствие ряда эндемиков и реликтов. В связи с этим охарактеризованные в данной работе уникальные сообщества горных степей следует включить в качестве эталонных участков в систему регионального фитомониторинга.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Падерина Н.В. Формирование растительности реликтовых степных участков Ильменского государственного заповедника // Актуальные проблемы биологии: 6 Молодеж. науч. конф. Сыктывкар, 1999. С.165-166.

2. Падерина Н.В. Изменение растительности скальных береговых обнажений в условиях антропогенного прессинга // Развитие идей акад. С.С. Шварца в современной экологии: конф. молодых ученых-экологов. Екатеринбург, 1999. С. 130-133.

3. Падерина Н.В., Подгаевская Е.Н. Участки реликтовых степей Ильменского государственного заповедника как местообитания редких видов растений // Репродуктивная биология редких исчезающих видов растений: Тез. докл. Сыктывкар, 1999. С.108-110.

4. Падерина Н.В., Подгаевская Е.Н. Синантропизация остепненных растительных сообществ Ильменского государственного заповедника // Современные проблемы экологии, микробиологии и иммунологии: Региональная конф. молодых ученых. Пермь, 1999. С. 51-53.

5. Падерина Н.В., Подгаевская Е.Н. Реликтовая каменистая степь Ильменского заповедника // Б.П. Колесников – выдающийся отечественный лесовед и эколог: Тез. докл. Екатеринбург, 1999. С. 85.

6. Падерина Н.В. Степные сообщества Ильменского заповедника: (Юж. Урал) // Современные проблемы ботанической географии, картографии, геоботаники, экологии: Материалы междунар. конф. СПб, 2000. С. 141-143.

7. Падерина Н.В. К флористико-фитоценотической характеристике каменистых степей Ильменского заповедника (Южный Урал) // Степи северной Евразии: Стратегия сохранения и природного разнообразия и степного природопользования в XXI в.: Материалы междунар. симпоз. Оренбург, 2000. С. 303-304.

8. Падерина Н.В. Флора и растительность реликтовых степных сообществ Ильменского государственного заповедника: (Юж. Урал) // Биосфера и человечество: Сб. тр. конф. молодых ученых памяти Н.В. Тимофеева-Ресовского, Екатеринбург, 2000, с. 185-193.

Научное издание

Падерина Наталья Валерьевна

«Структура и динамика кальце-петрофильных растительных сообществ на Южном Урале»

Автореферат

П.Д. № 11-0064 от 10.07.2000 г.

Подписано к печати 02.04.2001. Усл. печ. л. 1. Тираж 100

Заказ №314

ООО «Копистоп», г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 8, тел. (3432) 56-84-96.