

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

---

Институт экологии растений и животных

На правах рукописи

ЗУЕВА

Валентина Николаевна

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И СТРУКТУРА  
ПОПУЛЯЦИЙ ЭНДЕМИЧНЫХ УРАЛЬСКИХ  
АСТРАГАЛОВ  
(03.00.05 - ботаника)

А в т о р е ф е р а т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Свердловск - 1982

Работа выполнена в лаборатории экологии растений и геоботаники Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР

Научный руководитель: заслуженный деятель науки РСФСР,  
доктор биологических наук, профессор  
Горчаковский П.Л.

Официальные оппоненты: заслуженный деятель науки БССР,  
доктор биологических наук, профессор  
Кучеров Е.В.  
доктор биологических наук, профессор  
Любарский Е.Л.

Ведущее учреждение - Московский государственный университет

Защита диссертации состоится "20" апреля 1982 года  
в 13 часов на заседании специализированного совета  
Д 002.05.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени  
доктора наук при Институте экологии растений и животных  
Уральского научного центра АН СССР по адресу: Свердловск,  
620008, ул. 8 Марта, 202 Институт экологии растений и живот-  
ных Уральского научного центра АН СССР.

О диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института  
экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

Автореферат разослан "19" апреля 1982 г.

Ученый секретарь специализированного  
совета, кандидат биологических наук

*Л. Мисо*

Нифонтова М.Г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В комплексе проблем рационального использования биологических ресурсов важное место занимает охрана и рациональное использование растительного мира. Во флоре горных степей и скалистых обнажений Урала содержится ряд эндемичных видов, большинство которых встречается редко в виде небольших изолированных популяций. Изменение или разрушение занятых ими биотопов приводит к вымиранию таких растений, а освободившиеся экологические ниши заполняются синантропными видами с обширным ареалом. В связи с этим и встал вопрос о более детальном изучении уральских эндемичных астрагалов. На примере этих уральских эндемиков можно выяснить некоторые общие закономерности существования видов растений в форме малых популяций, а также прогнозировать последствия раздробления ареалов видов, обеднения популяций в результате синантропизации. С этой точки зрения эндемичные виды Урала представляют несомненный интерес. Более подробное изучение особенностей эндемичных астрагалов необходимо еще и по той причине, что опубликованные ранее диагнозы этих видов очень кратки, не отражают их реальную природу, не показывают амплитуду варьирования отдельных признаков.

В целях разработки указанных проблем автором было предпринято изучение уральских эндемичных астрагалов.

Цель и задачи исследования. Цель настоящего исследования — выяснить изменчивость и структуру популяций уральских эндемичных видов астрагалов (*Astragalus karalinianus* M. Pop., *A. helmii* Fisch., *A. clerceanus* Iljin et Krasch., *A. kungurensis* Во-

рис.

Основные задачи исследования сводятся к следующему:

1) уточнить морфологическую характеристику эндемичных видов уральских астрагалов, проследить изменчивость основных признаков вегетативных и генеративных органов с учетом их географического варьирования; выявить таксономическую значимость отдельных признаков;

2) изучить возрастную структуру популяций эндемичных астрагалов и ее изменение под влиянием антропогенных факторов;

3) дать оценку семенной продуктивности изученных видов;

4) разработать рекомендации по охране изученных горностепных эндемичных растений в характерных местах обитания.

Научная новизна. Впервые проведено детальное изучение морфо-биологических особенностей уральских эндемичных скально-горностепных астрагалов на популяционном уровне. Получены данные по внутривидовой и межвидовой изменчивости, выявлена таксономическая значимость отдельных признаков. Изучены особенности возрастной структуры ценопопуляций и ее погодичная динамика. Охарактеризована потенциальная и реальная семенная продуктивность. Выявлена реакция популяций на антропогенные воздействия.

Практическая ценность работ. Полученные данные служат научной основой для разработки мероприятий по охране генетических ресурсов горностепных эндемичных растений Урала.

Апробация работ. Материалы диссертации докладывались на конференциях молодых ученых (Свердловск, 1977, 1978, 1979 гг., Уфа, 1979), на научных семинарах лаборатории экологии растений

и геоботаники (1976, 1977, 1978, 1979, 1981 гг.), на конференции "Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала" (Челябинск, 1978 г.), на всеуральской региональной научно-практической конференции "Человек и ландшафт" (Оренбург, 1979 г.), на школе-семинаре молодых ученых по проблемам экологии и охраны окружающей среды (Свердловск, 1980 г.), на конференции "Биология, экология и взаимоотношения популяций растений" (Москва, 1981 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и выводов, содержит 30 таблиц, 28 рисунков. Список использованной литературы включает 114 отечественных и 10 иностранных работ. Материалы изложены на 95 с. машинописного текста.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

##### Глава I. Объекты и районы исследований

В качестве материала для исследования были избраны представители рода *Astragalus* L. (семейство Fabaceae): астрагал карелинский *Astragalus karelinianus* M. Pop., а. Гельма *A. helmii* Fisch., а. Клера *A. clerceanus* Iljin et Krasch., а. кунгурский *A. kungurensis* Boriss.

Изученные виды астрагалов, согласно классификации И.Г. Себрякова (1962), относятся к группе полукустарничков на том основании, что удлинённые ортотропные надземные оси на значительной части их длины остаются травянистыми и отмирают ежегодно; сохраняются и одревесневают лишь базальные части надземных осей. Многолетние осевые органы с почками возобновления располагаются близ поверхности почвы (3,5–7 см), частично ока-

зываются даже в почве. Вегетирующие побеги высотой до 20-30 см. Стержневой корень сохраняется до конца жизни растения. Размножаются только семенным путем. Изученные виды астрагалов относятся к группе скально-горностепных эндемичных растений (Горчаковский, 1969).

Сбор материала производился в пределах Уральской горной страны в период с 1976 по 1980 гг. Обследование проводилось в трех ботанико-географических зонах: таежной, лесостепной и степной.

Популяции астрагала карелинского изучены на Вишневых горах и горе Етозе в Челябинской области, у села Верхнее Биккузино в Башкирской АССР.

Популяции астрагала Гельма (в широком смысле) обследованы на Говорливом Камне по р. Вишере, Дыроватом Камне по р. Чусовой, на горе Куш-Тау близ г. Стерлитамака Баш. АССР и на горе Поперечной в Губерлинских горах Оренбургской области.

Популяции астрагала Клера изучались в окрестности г. Свердловска - на горе Медвежка, скалах "Чертово Городище" и Палкинских каменных палатках.

Популяция астрагала кунгурского обследована на г. Подкаменной по р. Сылве в окрестностях г. Кунгура.

Скально-горностепные эндемики не занимают ведущего положения в сообществах, в среднем их проективное покрытие не превышает 20-30%. Они распространены прерывисто и связаны со скалистыми субстратами, где ослаблена конкуренция со стороны других видов растений, особенно деревьев и кустарников.

Исследуемые виды астрагалов произрастают на фрагментарных

и горных неполноразвитых почвах разного генезиса. Общее, что объединяет изученные почвы – их каменистость и легких механический состав. По содержанию питательных веществ и кислотности почвы разнообразны, что зависит от свойств и состава горных пород, на которых они сформированы.

## Глава II. Методика исследования

Выбор и описание пробных площадей проводилось общепринятыми методами (Полевая геоботаника, т. I–V). Закладывались пробные площади размером 100 м<sup>2</sup>, которые были разделены на 100 метровых учетных площадок размером 1x1 м<sup>2</sup> каждая. На каждой учетной площадке подсчитывалось число особей изучаемого вида, определялось возрастное состояние и семенная продуктивность, проводилось картирование особей для многолетних наблюдений, брались образцы почв для химического анализа.

Исследование морфологической изменчивости проводилось на 25–50 средневозрастных особях, отобранных по методу, предложенному Вардом (Ward, 1974). Непосредственно на месте исследования замерялись признаки, характеризующие общий габитус растения.

Основным сравниваемым элементом мы взяли годичный побег на следующем основании. В онтогенезе травянистых поликарпиков можно выделить малый и большой цикл развития растений (Шенников, 1941; Смелов, 1947). Малый цикл охватывает развитие побега с момента прорастания семени или развертывания почки до отмирания побега после плодоношения. Большой цикл развития включает в себя весь период жизни, начиная с прорастания семени до полного отмирания растения. Под годичным побегом мы понимаем побег, развивающийся из почки возобновления в течение одного

вегетационного периода (Серебряков, 1952).

Сравнивались равнозначные ярусы на побеге, считая снизу: у астрагала карелинского - третье междоузлие, у астрагала Гальма - второе, у астрагала Клера - пятое междоузлие. Рассмотрено 34 признака, характеризующих вегетативную и генеративную сферу растения. Сроки взятия образцов приурочены к основным фазам сезонного развития: периоду массового цветения и периоду созревания плодов и семян. Результаты измерений обработаны методом вариационной статистики (Плохинский, 1970). Для оценки внутривидовой изменчивости использовали коэффициент вариации, а также графический метод Ентис-Шаферовой (1959).

Возрастные спектры, плотность и типы популяций определялись по методам Т.А.Работнова (1950) с учетом исследований А.А.Уранова и О.В.Смирновой (1969).

Основным объектом наших исследований является ценопопуляция определенного вида растений. Ценопопуляция представляет собой совокупность особей данного вида в пределах одного сообщества (Работнов, 1950; Петровский, 1961; Любарский, 1976; Уранов, 1975). Распределение особей ценопопуляции по возрастным состояниям называется возрастным спектром. Исследование возрастного спектра ценопопуляций основывается на предварительном изучении жизненных циклов растений и выделении определенных возрастных состояний. Основные морфологические признаки, по которым выделялись возрастные состояния следующие: строение листовой пластинки, степень расчлененности каудекса, длина многолетней части побегов, мощность вегетативной и генеративной сферы. Были выделены ювенильные, иматурные, генеративные (молодые, средневозрастные, старые) и сенильные растения.



За единицу отсчета принята особь. Под особью у высших растений мы понимаем живую генетически однородную систему, обладающую побеговой и корневой системами и начинающуюся в своем развитии из одной зиготы, апомиктического зачатка или обособленной партикулы с момента заложения у последних первых клеток этих пока еще потенциальных систем (Нухимовский, 1973). Объекты исследования принадлежат к стержнекорневым видам, размножаются только семенным путем, поэтому выделение отдельных особей и их подсчет не вызывают затруднений.

Растения изучались в природе и в Ботаническом саду Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Наблюдения над растениями в культуре позволили уточнить ряд возрастных состояний до первого цветения. Для наблюдения был использован материал, выращенный из семян, собранных с дикорастущих растений.

Погодичная изменчивость возрастной структуры ценопопуляций изучалась путем ежегодного картирования особей с указанием их возрастного состояния.

Определение семенной продуктивности проведено раздельным методом (Работнов, 1950) с учетом методических указаний И.В.Вайнагий (1974) на тех же учетных площадках, что и возрастной состав и плотность особей. Для анализа в каждой ценопопуляции отмечали 25-50 особей каждого возрастного состояния. На отобранных растениях учитывались следующие элементы семенной продуктивности: среднее число цветков и плодов на особь, отношение числа плодов к числу цветков; среднее число семян и семян в плоде и процент семенификации плода; средняя потенциальная семенная продуктивность особи - число семян, формирующихся

ся на материнском растении; средняя реальная продуктивность особи - число зрелых семян, продуцируемых одним растением.

За период исследований обследовано II местонахождений эндемичных астрагалов. Проанализировано 350 годичных побегов по 34 морфологическим признакам. Проведено около 6000 измерений. Проведено картирование особей на общей площади 10 000 м<sup>2</sup>, исследовано 2100 особей с целью определения плотности и возрастной структуры ценопопуляций. При изучении семенной продуктивности проанализировано 753 особи. Из всех исследованных мест собран гербарий.

### Глава III. Морфологическая изменчивость

Для современного этапа изучения внутривидовой изменчивости характерен переход от описательной оценки процессов и явлений к аналитической, позволяющей получить более четкую картину изменчивости. Нами изучена внутрипопуляционная и межпопуляционная изменчивость морфологических признаков эндемичных астрагалов.

Внутрипопуляционная изменчивость абсолютных признаков листа у астрагала карелинского варьирует в пределах от умеренной до большой ( $C=10-33\%$ ). Для отношения длины пластинки к длине черешка ( $C=29-83\%$ ) и отношения длины к ширине листочка ( $C=12-32\%$ ) характерна значительная и большая изменчивость. В целом же внутрипопуляционная изменчивость листа астрагала карелинского в основном большая, реже значительная и умеренная.

Анализ изменчивости между популяциями показал, что из абсолютных признаков листа наиболее вариабельной является длина черешка, наиболее устойчивым признаком - длина пластинки. Аб-

сопутные значения размеров листочка изменяются в больших пределах, чем отношение длины к ширине листочка.

Флаг по длине пластинки и ноготку более изменчив, чем крыло и лодочка. По длине пластинки у флага изменчивость значительная ( $C=11-12\%$ ), крыла умеренная ( $C=5-10\%$ ), реже значительная ( $11\%$ ), у лодочки - слабая и умеренная ( $C=5-7\%$ ). По длине ноготка изменчивость у крыла слабая и умеренная ( $C=4-10\%$ ), у лодочки - умеренная и значительная ( $C=7-14\%$ ), у флага значительная ( $C=11-15\%$ ). По общей длине флага ( $C=7-10\%$ ), крыла ( $C=4-9\%$ ) и лодочки ( $C=5-7\%$ ) изменчивость слабая и умеренная, по длине чашечки умеренная и значительная ( $C=6-12\%$ ). Отношение длины пластинки к ноготку у крыла ( $C=7-14\%$ ) и лодочки ( $C=7-16\%$ ) характеризуется умеренной и значительной изменчивостью; у флага - значительной и большой ( $C=13-42\%$ ).

К наиболее устойчивым признакам цветка в пределах популяции можно отнести общую длину флага, крыла, лодочки и чашечки.

Анализ изменчивости признаков цветка между популяциями выявил диагностически значимые признаки: по флагу - общую длину, по крылу - отношение пластинки к ноготку, по лодочке - длину пластинки. Плоды отличаются большей изменчивостью ( $C=12-31\%$ ) чем цветки.

Биометрическое исследование изменчивости морфологических признаков астрагала карелинского показало, что популяции "Еремиха" и "Егоза" выделяются большей длиной листьев и листочков, а также большей шириной листочков. Меньшие размеры листьев и цветков астрагала карелинского в культуре по-видимому объясняются неблагоприятными почвенно-грунтовыми условиями.

По этим же признакам наблюдается значительное сходство между популяциями "Егоза" и "Еремиха", отдаленными друг от друга расстоянием порядка 30 км. В то же время отмечены существенные различия между территориально очень близкими популяциями "Каравай" и "Еремиха" (расстояние между ними 8 км). Эти различия объясняются тем, что популяция "Каравай" подвержена очень значительным антропогенным нагрузкам, в то время как популяция "Еремиха" в последнее время антропогенных нагрузок почти не испытывала.

Внутрипопуляционная изменчивость листа у астрагала Гельма большая, реже значительная ( $C=14-35\%$ ).

Анализ межпопуляционной изменчивости показал, что абсолютные значения признаков листа обладают большей вариабельностью по сравнению с относительными признаками. Диагностически значимыми признаками листа являются: ширина листочка, отношение длины пластинки к длине черешка.

Изучение морфологических признаков цветка у астрагала Гельма позволило выявить особенности внутрипопуляционной изменчивости. Общая длина частей цветка характеризуется слабой и умеренной изменчивостью, составляющие ее признаки (длина пластинки и длина ноготка) изменяются в широких пределах (изменчивость от слабой до большой). Изменчивость крыла и лодочки меньше, чем флага. Признаки плода характеризуются значительной и большой изменчивостью.

Анализ изменчивости признаков цветка между популяциями выявил диагностически значимые признаки: общая длина флага и крыла, относительная величина лодочки, длина трубочки чашечки.

Различия между отдельными популяциями астрагала Гельма по основным морфологическим признакам вегетативных и генеративных органов показаны на циклограмме (рис. 1). Выделяются две группы популяций: с одной стороны южноуральские (Губерля, Стерлитамак), с другой стороны популяции со Среднего и Северного Урала (Камни Дыроватый и Говорливый). Северные популяции резко отличаются от южноуральских по целому комплексу признаков: большей длиной листочков, более слабым опушением листьев и плодов, большей длиной флага, крыла, лодочки и чашечки, более крупными плодами.

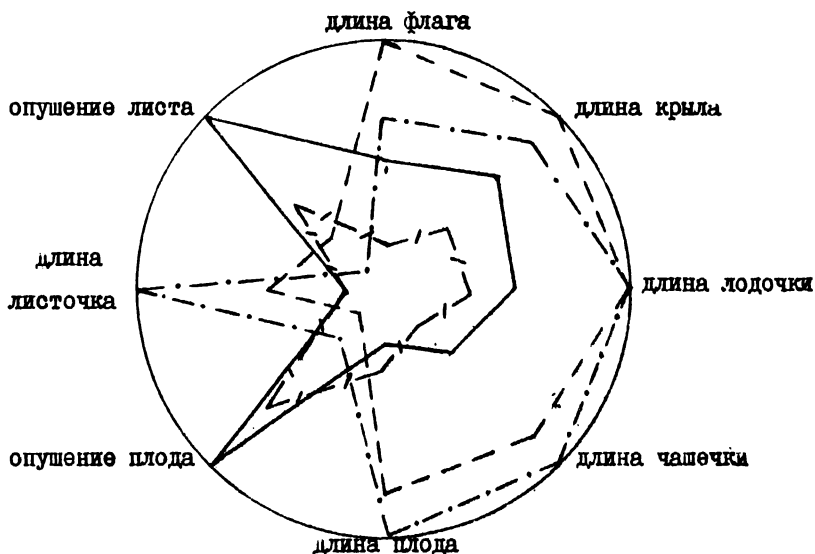


Рис. 1. Различия ценопопуляций астрагала Гельма по основным морфологическим признакам

— · — · —	Губерля	— · — · —	Дыроватый Камень
—————	Стерлитамак	— — — —	Говорливый Камень

В свое время (1856) К.Мейер по сборам экспедиции Э.К.Гофмана с реки Виллеэн описал особый вид астрагал пермский (*Astragalus permianus* С.А.Мейер ex Rupr.). С.И.Коржинский (Tentamen ..., 1898) растения с реки Вишеры отнес к разновидности астрагала Гельма (*var.permianus* С.А.Мейер.) Корж.). При обработке рода *Astragalus* L. для "Флоры СССР" Н.Ф.Гончаров не признал существование ни самостоятельного вида астрагала пермского, ни пермского подвида астрагала Гельма. Однако наши исследования выявляют резкие различия между популяциями с р.Вишеры и р.Чусовой, с одной стороны, и популяциями с Южного Урала, с другой.

Кариологические исследования, проведенные Н.Б.Вернигор показали, что особи *Astragalus helmii* s.l. с Южного Урала характеризуются хромосомным числом  $2n=16$ , а особи с р.Вишеры и с р.Чусовой -  $2n=64$ . Таким образом популяции с р.Вишеры и р.Чусовой представлены тетраплоидными растениями. Все это, наряду с морфологическими различиями свидетельствует о правомерности отнесения популяции с р. Вишеры и р.Чусовой к особому таксону (вид или подвид), ранг которого подлежит уточнению.

Внутрипопуляционная изменчивость абсолютных признаков листа астрагала Клера варьирует в пределах от умеренной до большой. Анализ изменчивости между ценопопуляциями (рис.2) показал, что наиболее устойчивым признаком является количество пар листочков и отношение длины к ширине листочка. В противоположность листу, изменчивость морфологических признаков цветка у астрагала Клера относительно невелика ( $C=5-13\%$ ).

У астрагала Клера резкие различия наблюдаются между двумя популяциями "Северка" и "Чертово Городище". Северская популя-

ция обладает меньшими параметрами признаков листа и цветка, популяция "Чертovo Городище" выделяется большей длиной листа, шириной и длиной листочка, длиной чашечки и длиной плода. Основной причиной столь резких различий является режим освещения. Популяции, занимающие более сухие, сильнее освещенные и лучше прогреваемые местообитания (Северка) характеризуются более малыми листьями и листочками, в то время как популяции, связанные с тенистыми, более прохладными и сильнее увлажненными местообитаниями (Чертovo Городище), выделяются большими размерами листьев и листочков.

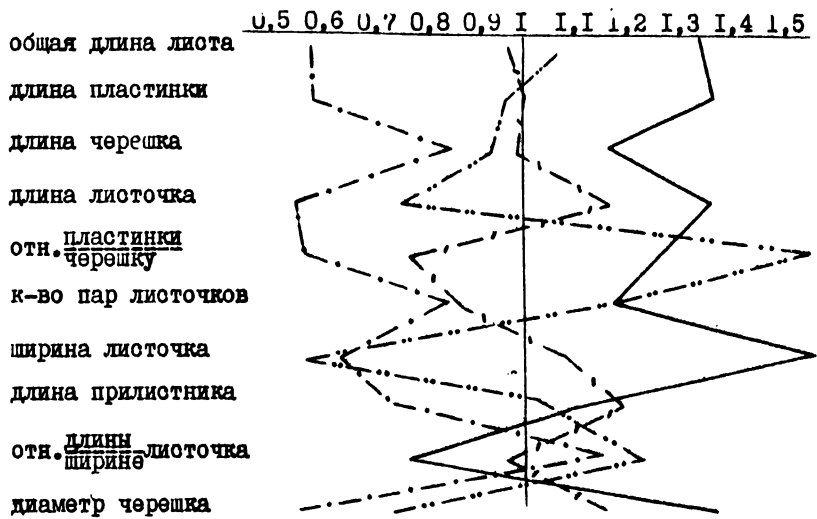


Рис.2. Межпопуляционная изменчивость признаков листа астрагала Клера

— · — · — Северка  
 — · — · — Ботанический сад  
 — — — — Палкино  
 — — — — Чертovo Городище

Абсолютным признаком листа астрагала кунгурского свойственна значительная изменчивость ( $C=15-20\%$ ), для ширины листочка и отношения длины к ширине листочка - умеренная ( $C=10\%$ ). Отношение длины пластинки к длине черешка листа характеризуется большой изменчивостью.

Для флага характерна слабая изменчивость по длине пластинки и общей длине, значительная - по длине ноготка и ширине флага. Отношение пластинки к ноготку характеризуется значительной изменчивостью. Для общей длины крыла свойственна слабая изменчивость, для длины ноготка и пластинки умеренная. Общая длина лодочки и длина пластинки характеризуется умеренной изменчивостью, длина ноготка - значительной. Отношение пластинки к ноготку у крыла и лодочки свойственна значительная изменчивость. Для признаков чашечки установлена умеренная изменчивость. В целом же абсолютным признакам цветка астрагала кунгурского свойственна слабая и умеренная изменчивость. Изменчивость по признакам плода значительная ( $II-20$ ). Для признаков семян установлена изменчивость от слабой до большой.

#### Глава IV. Возрастная структура популяций

Абсолютная численность популяций не дает полного представления о роли растения и его устойчивости в ценозе, перспективах развития популяций. Для этого необходимо изучение возрастных спектров популяций (Уранов, 1960), учет относительного участия в них возрастных групп.

Астрагал карелинский в малонарушенных ценозах представлен молодыми популяциями и полным возрастным спектром; средневозрастные и старые ценопопуляции характеризуются неполночленным возрастным спектром. На рис. 3 представлена погодичная дина-



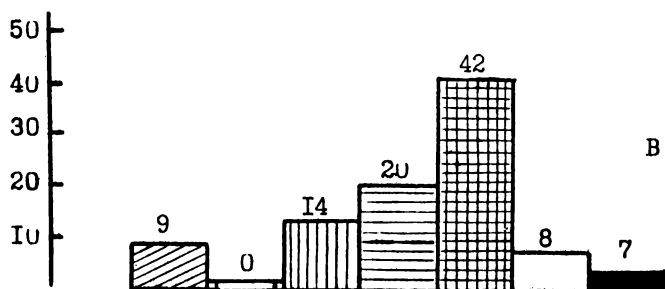
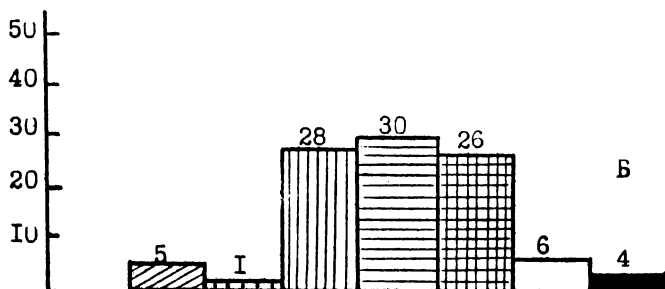
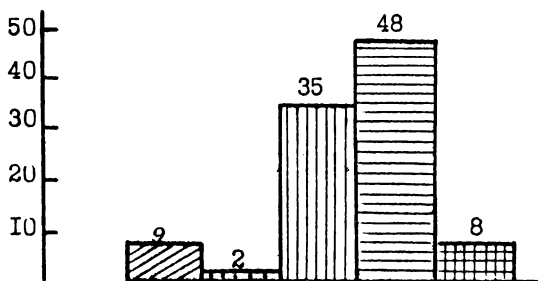


Рис.3. Погодичная динамика возрастной структуры пещерных популяций астрагала карелинского на сопке Еремие:

А - 1976 г., Б - 1978 г., В - 1979 г.

мика возрастной структуры ценопопуляции "Еремиха" астрагала карелинского. В результате четырехлетних наблюдений отмечен последовательный переход особей из одного возрастного состояния в другое, что привело к определенным изменениям численности особей в пределах каждого возрастного состояния. Такую подвижность спектра можно рассматривать как отражение волнового характера развития ценопопуляции (Уранов, 1975).

Плотность ценопопуляции астрагала карелинского колеблется от 46 до 415 особей на 100 м<sup>2</sup>. Более благоприятным условиям (например, популяция "Еремиха") соответствует плотность порядка 370 особей на 100 м<sup>2</sup> (наблюдения 1976 г.). Однако в последнее время (1979 г.) сопка Еремиха была исключена из хозяйственного использования, что привело к разрастанию злаков и разнотравья, увеличению проективного покрытия и изменению возрастной структуры в сторону старения.

Возрастная структура ценопопуляции "Губерля" астрагала Гельма за годы наблюдений (1976–1979 гг.) не претерпела существенных изменений. Изменение погодных условий в неблагоприятную сторону отразилось на плотностях ценопопуляции. Для астрагала Гельма оптимальны условия ценопопуляции "Губерля". Астрагал Гельма – слабый в конкурентном отношении вид. Его семенное возобновление происходит на рыхлых обнаженных субстратах при отсутствии конкуренции. Увеличение проективного покрытия приводит (как и у астрагала карелинского) к увеличению доли старых генеративных растений.

В ценопопуляции астрагала Клера "Северка" наблюдается быстрая смена поколений, что обусловлено небольшой продолжитель-

ностью онтогенеза. У астрагала Клера встречаются устойчивые популяции двух типов: а) на открытом местообитании с полным возрастным спектром; б) в затененном месте - с неполным возрастным спектром, отражающим первую половину жизненного цикла.

Астрагал кунгурский встречается на очень ограниченном участке Подкаменной горы близ г.Кунгура. По данным Т.И.Белковской (1978) в 1975 году его популяция состояла из приблизительно 500 особей. В 1980 году, по нашим наблюдениям, популяция астрагала кунгурского насчитывала 350-400 особей.

Для астрагала карелинского и астрагала Гальма выявлена тенденция к образованию максимума в средней части спектра, представленной средневозрастными особями. Быстрая смена поколений у астрагала Клера создает картину левосторонних возрастных спектров. Для популяции астрагала кунгурского характерно увеличение доли виргинильных особей.

Анализ возрастной структуры и плотности изученных ценопопуляций дал возможность выявить черты сходства и отличия, свойственные ценопопуляциям изученных видов. Сходство проявляется в том, что все они представлены нормальными ценопопуляциями и имеют одновершинный возрастной спектр. Черты различия проявляются в изменении абсолютной численности особей в ценопопуляции и в разнообразии возрастных спектров.

#### Глава V. Проблема охраны популяций эндемичных астрагалов

На основе полученных результатов по семенной продуктивности астрагала карелинского можно судить о снижении урожайности семян из года в год в популяции "Еремиха": 1976 г. - 4.461 штук семян на 1 м<sup>2</sup>; 1978 - 130; 1979 - 30. Снижение урожайности семян сопровождается увеличением процента семенификации плода от

47 до 82% и снижением процента плодоцветения от 34 до 3%.

Для астрагала Гельма в популяции "Губерля" определена следующая урожайность семян: 1977 г. - 16 штук семян на 1 м<sup>2</sup>; 1978 - 95; 1979 - 0. Низкая урожайность семян объясняется невысоким процентом семенификации плода 20-35% и высоким процентом поедаемости семян личинками насекомых (до 10%). Урожайность астрагала Клера оценивается в 370 штук семян на 1 м<sup>2</sup>. Реальная семенная продуктивность популяции астрагала кунгурского оценивается в 4300 штук семян в год и составляет 15% от потенциальной. Собранные семена изучаемых видов астрагалов переданы в ботанические сады Уральского государственного университета и УНЦ АН СССР для пополнения коллекции эндемичных видов растений.

Изученные виды эндемичных астрагалов тесно связаны с каменистым субстратом. Некоторые из них (*A. helmi* s.s., *A. karelinianus*) произрастают преимущественно в горных каменистых степях, другие (*A. clerceanus*, *A. kungurensis*, северные популяции *A. helmi* s.l.) обитают главным образом на скалистых обнажениях (береговые известняковые и гипсовые утесы, обнажения гранита). Места обитания эндемичных астрагалов подвержены влиянию антропогенных факторов: в горных степях ведущая роль принадлежит выпасу скота, на скалистых обнажениях - рекреации и туризму. В ненарушенных местах обитания существование эндемичных астрагалов поддерживается непрерывным обновлением субстрата в результате выветривания горных пород и эрозии. Наблюдения показали, что в горных степях умеренные антропогенные нагрузки, снижая конкуренцию со стороны дерновинных злаков, даже способствуют расселению эндемичных видов и увеличению численности их популяций. Чрезмерные антропогенные нагрузки как в горных степях, так и на скалистых об-

нажениях оказывают подавляющее влияние на популяции эндемичных астрагалов, что иногда приводит к их полному вымиранию (примером может служить гибель популяции астрагала карелинского в классическом местонахождении на скале Кликуи Камень по р. Туре).

Охрана эндемичных уральских астрагалов, как и других скально-горностепных эндемичных растений может быть осуществлена путем создания природных резерватов в ранге памятников природы. Некоторые места обитания эндемичных астрагалов уже объявлены геоморфологическими памятниками природы: по астрагалу Гельма - Дыроватый Камень на р. Чусовой, по астрагалу Клера - Чертово Городище, однако в соответствующих постановлениях произрастание на этих скалах эндемичных растений не отмечено и охрана их не обеспечивается. Необходимо объявить памятником природы следующие местонахождения эндемичных астрагалов: по астрагалу карелинскому - горы Вишневы, Етоза и Сугомак в Челябинской области; по астрагалу Гельма - гора Куш-Тау в Башкирской АССР, гора Поперечная в Оренбургской области; по астрагалу Клера - Палкинские каменные палатки и гора Медвежка в окрестностях г. Свердловска; по астрагалу кунгурскому - гора Подкаменная на р. Сылве в Пермской области.

#### Выводы

1. Изучена амплитуда изменчивости основных признаков вегетативных и генеративных органов эндемичных уральских астрагалов (*Astragalus karelinianus*, *A. helmii*, *A. clerceanus* и *A. kungurensis*). На основании этого дана значительно более полная морфологическая характеристика указанных видов по сравнению с той, которая ранее приводилась во флоре СССР и других руководствах.

2. У всех изученных астрагалов уровень изменчивости вегета-

тивных органов превосходит уровень изменчивости генеративных. Сопоставление полученных данных показывает, что размах изменчивости по признакам листьев у астрагала Клера значительно выше, чем у астрагала карелинского. Это объясняется по-видимому большей гетерогенностью местообитаний астрагала Клера и прежде всего большим разнообразием режима освещения. Популяции, занимающие более сухие, сильнее освещенные и лучше прогреваемые местообитания, характеризуются более мелкими листьями и листочками, в то время как популяции, связанные с тенистыми, более прохладными и сильнее увлажненными местообитаниями (Чертovo Городище), выделяются большими размерами листьев и листочков.

3. Наибольшую диагностическую значимость имеют следующие морфологические признаки: по астрагалу карелинскому - длина пластинки листа, общая длина флага, отношение пластинки к ноготку у крыла, длина пластинки у лодочки; по астрагалу Гельма: ширина листочка, отношение пластинки к длине черешка, общая длина флага и крыла, отношение пластинки к ноготку у лодочки; по астрагалу Клера - количество пар листочков, общая длина флага, отношение пластинки к ноготку у крыла и лодочки; по астрагалу кунгурскому - ширина листочка, общая длина флага и крыла, длина пластинки лодочки.

4. Антропогенные воздействия оказывают весьма существенное влияние на морфологические признаки эндемичных астрагалов. В случае, если популяции в разной степени подвержены антропогенным влияниям, различия между ними, обусловленные этим фактором, могут превышать различия, определяемые географическим положением популяций и связанной с ними неоднородностью экологических факторов.

5. Выявлено существенное различие между северными и южными популяциями *Astragalus helmii* s.l. Северные популяции с р. Вишеры и с р. Чусовой характеризуются большим опущением плодов и листьев, большей шириной листочка, большей длиной флага, крыла и лодочки, большей длиной плодов. Все это с учетом кариологических данных дает основание относить северные популяции к самостоятельному таксону, ранг которого подлежит уточнению.

6. Анализ возрастной структуры и плотности изученных популяций дал возможность выявить черты сходства и отличия, свойственные ценопопуляциям изученных видов. Сходство проявляется в том, что все они представлены нормальными ценопопуляциями и имеют одновершинный возрастной спектр. Черты отличий проявляются в изменении абсолютной численности особей в ценопопуляции, в разнообразии возрастных спектров.

7. Семенная продуктивность зависит как от метеорологических особенностей отдельных лет, так и от возрастного состояния растений. Особи средневозрастные во всех изученных местообитаниях формируют плодов больше, чем растения молодые и старые.

8. Учитывая, что эндемичные уральские астрагалы существуют в форме малых популяций, испытывающих интенсивные антропогенные нагрузки, необходимо обеспечить их охрану в характерных местах обитания. Для видов, обитающих на обнажениях скал, необходимо полное исключение антропогенных воздействия, а для видов, произрастающих в горных степях следует рекомендовать режим слабого или умеренного хозяйственного использования (выпас скота).

9. Необходим постоянный контроль за состоянием популяций эндемичных скально-горностепных растений на Урале.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Зуева В.Н. Возрастная структура популяций уральского горно-степного эндемика астрагала карелинского.-В кн.: Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала. I. Дикорастущая флора и растительность. Свердловск, 1978, с. 23-25.
2. Зуева В.Н. К экологии и ценологии горностепного эндемика астрагала Гельма.-В кн.: Человек и ландшафты: (Информ. материалы). I. Общие проблемы изучения антропогенных ландшафтов. Свердловск, 1979, с. 23-24.
3. Зуева В.Н. Семенная продуктивность горностепного эндемика астрагала карелинского.-В кн.: Тез. докл. конф. молодых ученых. Уфа, 1979, с. 126-128.
4. Зуева В.Н., Мазепа В.С. Канонический анализ ценопопуляций астрагала карелинского по признакам генеративной сферы:-В кн.: Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала: IV. Флора и фауна. Свердловск, 1980, с. 52-54.
5. Зуева В.Н. К изучению горностепного эндемика астрагала Клера.-В кн.: Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала: (Информ. материалы). IV. Флора и фауна. Свердловск, 1980, с. 13-14.
6. Зуева В.Н. О состоянии и возрастной структуре популяций горностепного эндемика астрагала Гельма.-В кн.: Проблемы экологии, рационального использования и охраны природных ресурсов на Урале. Свердловск, 1980, с. 64-65.
7. Зуева В.Н., Князев М.С. Семенная продуктивность астрагала Клера в условиях культуры.-В кн.: Тез. докл. конф. молодых ученых. Уфа, 1981, с. 166-167.

*Зуева*