ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ УФИМСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Лаборатория дикорастущей флоры и интродукции травянистых растений

РЕФЕРАТ

на тему:

ИЗУЧЕНИЕ УРАЛЬСКИХ ЭНДЕМИКОВ НА ПРИМЕРЕ *Anemonastrum biarmiense* (Juz.) Holub

(I семестр)

Выполнила:
аспирантка 1-го года обучения
Юсупова Оксана Васлямовна
Проверила:
д.б.н., заведующая
лабораторией дикорастущей флоры и
интродукции травянистых растений,
Абрамова Л.М.

УФА-2016

Содержание

Введение 3

Глава I. История изучения эндемиков Урала 5

1.1. История изучения эндемиков Урала 5

1.2. Высокогорные эндемики 6

1.3. Таксономическая принадлежность рода Anemone s.l. 8

Глава II. К биологии высокогорного эндема Anemonastrum biarmiense S.L. на территории Южно-Уральского заповедника 10

2.1. К биологии и экологии вида 10

Заключение 18

Литература 19

ВВЕДЕНИЕ

Формирование уральского флористического эндемизма связано с резкими сменами растительного покрова в ходе последнего поднятия гор Урала и похолоданий климата в плейстоцене, которые сопровождались деградацией широколиственно-лесных сообществ, преобладавших в растительном покрове в плиоцене, и образованием обширных пространств с каменистыми и щебнистыми субстратами, лишенных сомкнутого растительного покрова, как на высоких уровнях гор, так и в южных районах Уральской горной страны [1]. Роль эндемичных видов в сложении растительного покрова Урала в целом невелика. Они не являются эдификаторами растительных сообществ, встречаются относительно редко, распространены прерывисто, и в большинстве случаев связаны с каменистыми и щебнистыми местообитаниями с неполноразвитым или почти вовсе неразвитым почвенным покровом, в которых ослаблена межвидовая конкуренция со стороны более ценотически активных видов. Однако их изучение дает ценный материал для познания закономерностей изменения флоры, путем ее формирования и развития. Географическая изоляция совместно с отбором форм, приспособленных к специфическим экологическим условиям в горах Урала, способствовали накоплению морфологических и эколого-ценотических отличий от исходных видов, что привело к формированию эндемичных видов.

Уральские эндемики в прошлом были распространены гораздо шире, но теперь находятся в состоянии угасания и сохранились в немногих местах с особыми эдафическими условиями, где ослаблена конкуренция со стороны другой растительности, особенно деревьев и кустарников. В связи с этим необходимо изучение причин, обусловливающих сокращение ареалов этих видов. К числу эндемичных видов для флоры Урала относится Anemonastrum biarmiense (Zus.) Holub. (Ветреница пермская) из семейства Ranunculaceae Juss. (Лютиковые).

Многие ветреницы — перспективные декоративные и лекарственные растения, более широкое и рациональное освоение которых осложнено все еще недостаточно полно и глубоко разработанной систематикой данной группы.

Род *Anemone* L. s. 1. (ветреница) - одна из крупнейших групп семейства *Ranunculaceae* Juss. — включает около 180 видов, широко распространенных во внетропических областях обоих полушарий, но заходящих также в высокогорья тропиков. Несмотря на разнообразие местообитаний, в которых встречаются ветреницы, в целом они более обильны и разнообразны в умеренных областях горных стран Евразии и Северной Америки, где обычны в высокогорьях и горных лесах. Уже эти вышеотмеченные особенности определяют несомненный научный интерес к более глубокому изучению вопросов систематики и эволюции ветрениц. Не случайно число научных публикаций, посвященных этим растениям и имеющих прямое отношение к их систематике, возрастает с каждым годом.

ГЛАВА I.

1.1. ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ЭНДЕМИКОВ УРАЛА

История открытия и изучения эндемичных растений Урала является неотъемлемой составной частью истории российской ботанической науки. Хотя некоторые характерные эндемики Урала стали известны науке еще в XVIII в., на раннем этапе изучения флоры Урала, на протяжении всего XIX в. считалось, что она мало отличается от флор прилегающих равнин и содержит крайне незначительное число оригинальных эндемичных видов. Впервые на наличие во флоре Урала специфических эндемичных элементов обратил внимание в конце XIX в. С.И. Коржинский [2]. По мере развития систематики растений в XX в. с Урала было описано довольно большое число эндемичных видов растений. Было установлено, что Урал является существенным центром видообразования для некоторых групп растений.

Во второй половине XX в. наибольший вклад в изучение эндемиков Урала внес П. Л. Горчаковский [3]. В книге «Основные проблемы исторической фитогеографии Урала», опубликованной в 1969 г., им был приведен наиболее подробный обзор эндемичного элемента флоры Урала, на основе опубликованной к тому времени «Флоры СССР» проанализированы родственные связи эндемичных видов, их предполагаемое происхождение и расселение, разработана их классификация, основанная на делении их по ценотической приуроченности на 3 группы (высокогорные, скально-горно-степные и неморальные), в пределах каждой из которых выделяются подгруппы, различающиеся по предполагаемому происхождению. Выведены общие закономерности формирования уральского эндемизма. Эта работа до сих пор остается важнейшим источником сведений об эндемиках Урала.

Большое значение для анализа эндемизма уральской флоры и путей его формирования имели работы выдающегося ботаника и географа И. М. Крашенинникова, в которых впервые был приведен обзор известных к тому времени эндемиков Урала, их родственных связей, вероятного происхождения и возраста [4]. Работы И. М. Крашенинникова послужили основой для дальнейшего развития исследований эндемичного элемента флоры Урала. Однако за почти полвека, прошедшие после ее опубликования, объем сведений об эндемиках Урала значительно расширился. Были описаны

новые эндемичные виды, уточнено систематическое положение ранее описанных видов, изменились представления относительно объема и границ ряда видов, были обнаружены многочисленные новые местонахождения и уточнена картина распространения большинства уральских эндемиков. Все это делает актуальным опубликование нового обзора эндемиков Урала, учитывающего современное состояние знаний об этой группе растений.

По имеющимся в настоящее время данным, эндемиками и субэндемиками Урала являются более 90 амфимиктических видов и подвидов сосудистых растений, а также не менее 60 апомиктических видов из родов *Alchemilla, Hieracium, Ranunculus*. Более 40 эндемичных видов и подвидов растений было описано с Урала только за последние 15 лет.

1.2. ВЫСОКОГОРНЫЕ ЭНДЕМИКИ.

Виды этой группы (14 видов, 4 из них – эндемики Южного Урала) ценотически связаны с сообществами верхних поясов гор центральной части Южного Урала. При этом они довольно разнообразны в эколого-ценотическом отношении: одни из них связаны с каменистыми горными тундрами, скалами, курумниками (*Gypsophila uralensis, Rhodiola iremelica, Thymus paucifolius, Calamagrostis uralensis*), другие – с приручейными разнотравными горно-тундровыми лужайками и травяно-моховыми тундрами (*Anemonastrum biarmiense, Delphinium nurguschense, Alchemilla haraldi, Lagotis uralensis, Alopecurus glaucus*). Один вид (*Festuca igoschiniae*) проявляет высокую ценотическую активность и является одним из главных ценозообразователей в высокогорьях Южного Урала, где выступает в качестве эдификатора травяно-моховых горных тундр, занимающих относительно обширные пространства; на незначительных по площади участках, занимаемых горно-тундровыми лужайками, эдификаторами ценозов способны выступать также *Alchemilla haraldi, Lagotis uralensis, Alopecurus glaucus, Anemonastrum biarmiense*. Четыре вида изредка спускаются в горно-лесной пояс, где встречаются по лесным полянам и опушкам (*Anemonastrum biarmiense*), скальным обнажениям (*Rhodiola iremelica, Festuca austrouralensis*), окраинам болот (*Alopecurus glaucus*). Среди представителей группы имеются как общеуральские эндемики, распространенные почти на всем протяжении данной горной страны (*Anemonastrum biarmiense,*

Gypsophila uralensis, Thymus paucifolius, Salix uralicola), так и виды с более ограниченным распространением, охватывающим Южный и Северный Урал (*Cerastium krylovii, Rhodiola iremelica, Hieracium iremelense, Alopecurus glaucus, Lagotis uralensis*), Южный и Средний (*Calamagrostis uralensis*) или только Южный (*Delphinium nurguschense, Festuca austrouralensis, F. igoschiniae, Alchemilla haraldi*). По происхождению среди высокогорных эндемиков можно различить следующие подгруппы:

1. Уральские викарные расы полиморфных видовых комплексов, широко распространенных в высокогорьях различных горных систем Северной Евразии или Голарктики в целом (иногда также в Арктике) и возникших в результате дифференциации и раздробления ареала общего предкового вида: *Anemonastrum biarmiense, Cerastium krylovii, Gypsophila uralensis* (наиболее обособленный представитель подгруппы с ближайшим родством в горах Северо-Восточной Сибири), *Rhodiola iremelica, Alopecurus glaucus, Festuca austrouralensis* (обособленный и, по-видимому, достаточно древний вид с родством в горах Средней Азии, Алтая, Кавказа и Южной Европы).

2. Виды, возникшие в результате адаптации к высокогорным условиям популяций равнинных и низкогорных видов: *Delphinium nurguschense, Salix uralicola, Thymus paucifolius*.

3. Виды, сформировавшиеся на основе межвидовой гибридизации с последующей стабилизацией ее продуктов в условиях высокогорий: *Lagotis uralensis* (предполагаемые предковые виды – арктический *L. minor* и южносибирский *L. integrifolia*), *Calamagrostis uralensis* (предполагаемые предковые виды – гипоаркто-альпийский *C. lapponica* и бореальный *C. purpurea*), *Festuca igoschiniae* (предполагаемые предковые виды – гипоаркто-бореальный *F. ovina* и сибирский горно-лесостепной *F. lenensis*).

4. Вид, возникший на основе межвидовой гибридизации с последующим переходом ее продуктов к апомиктическому воспроизведению: *Alchemilla haraldi* (ближайшее родство – в горах Кавказа).

5. Вид, сформировавшийся на основе апомиксиса: *Hieracium iremelense* (представитель апогамного комплекса, распространенного в горах

Центральной и Северной Европы, в Европейской Арктике и северных районах Урала).

1.2. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ РОДА *ANEMONE* S. 1.

В зависимости от морфологических особенностей строения плодиков, соцветия и др. род Anemone L. s.l.делится на несколько более мелких таксономических групп, которые систематически относили к разным рангам в зависимости от понимания объема рода. Данный род стал предметом дискуссии почти одновременно с выходом в свет широкоизвестной работы Линнея „Species plantarum” [5]. В этой работе Линней объединяет в роде Anemone 21 вид, ранее обычно относимый к родам Anemone, Pulsatilla Mill, и Hepatica Mill. После К. Линнея попыток классификации данного рода предпринято много – это Миллер (Miller, 1754), Адансон (Adanson, 1763), Жюссье (Jussieu, 1789), Випьденов (Willdenow, 1797), Декандоль (De Candolle, 1818, 1824), Голуб (Holub, 1974), Шпренгель (Sprengel, 1825), Притцель (Pritzel, 1841), Прантль (Pranti, 1888), Янчевский (Janczewski, 1888, 1890, 1892, 1897), Ульбрих (Ulbrich, 1906), С. В. Юзепчук (1937), Тамура (Tamura, 1967), Накай (Nakai, 1941), Шур (Schur, 1860), С. А. Невский (1941), Н. Н. Цвелев (1976) иС.И.Зиман(1978,1985)[6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24].

Во флоре СССР, т.7, 1937 (Ulbrich, 1905-1906 – в трактовке С.В. Юзепчука) отечественные ветреницы относятся к шести подродам *Anemonanthea* DC., *Rivularium* Janc., *Pulsatilloides* DC., *Eriocephalus* Hook., *Anemonidium* Spach., *Omalocarpus* DC.

Некоторые систематики, стоящие на позиции сужения объема родов – Й. Голуб (по С.К. Черепанову, 1981), В.Н. Стародубцев (1988) – предлагают трактовать представленные выше подрода как самостоятельные рода, в том числе: р. *Anemonoides* Mill. – ветреничка (соответствует подроду *Anemonanthea* DC. во флоре СССР); р. *Anemone* L. – ветреница (соотвествует подроду *Eriocephalus* Hook.); р. *Anemonidium* Holub – ветреница вильчатая (подрод *Anemonidium* Spach.); р. *Anemonastrum* Holub. – нарциссовидная ветреница (соответствует подроду *Omalocarpus* DC.); р. *Arsenjevia* Starodub. (новый род, выделенный В.Н. Стародубцевым, включающий некоторые

дальневосточные виды, относимые во Флоре СССР к подроду *Anemonanthea* DC.).

С другой стороны, монографы рода Anemone L. – М. Тамура (Tamura, 1968), С.И. Зиман (1978, 1985) предпочитают рассматривать эти таксономические группы как секции и подсекции р. Anemone. Например, по классификации С.И. Зиман (1985) этот род делится на 13 секций. Ветреницы уральской флоры по этой системе относятся к четырем секциям:

1. Секция *Anemone* (соответствует подроду *Anemonanthea*). К ней из уральских видов относятся *A. ranunculoides* L. – ветреница лютичная, *A. uralensis* Fisch. ex DC. – ветреница уральская, *A. nemorosa* L. – в. дубравная, *A. altaica* Fisch. ex C.A. Mey. – в. алтайская, *A. reflexa* Steph. – в. отогнутая.
2. Секция *Oriba* (Adams) Spach. (соответствует подроду *Eriocephalus*), представлена одним видом – *A. sylvestris* L. – ветреница лесная.
3. Секция *Anemonidium* Spasch. (соответствует одноименному подроду) – в уральской флоре один вид *A. dichotoma* L. – ветреница вильчатая.
4. Секция *Omalocarpus* DC. (соответствует одноименному подроду). В уральской флоре три вида – *A. biarmiense* Juz., *A. crinitum* Juz, *A. sibirica* L.

В последнее время классификация С.И. Зиман с разделением на секции широко используется при изучении распространения и экологических особенностей ветрениц на Урале.

ГЛАВА II. К БИОЛОГИИ ВЫСОКОГОРНОГО ЭНДЕМА ANEMONASTRUM BIARMIENSE (JUZ.) HOLUB НА ТЕРРИТОРИИ 2.1. БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ВИДА

Изучение эндемичных и реликтовых видов дает ценный материал в познании этапов формирования растительности с древних эпох до нашего времени. Уральский эндемичный вид *Anemonastrum biearmiense* (Juz.) Holub., произрастая в ценозах горно-тундрового и подгольцового поясов, а также в горно-лесном поясе на скалах, лесных опушках, в составе петрофитно-степных ценозов в горной лесостепи восточного макросклона Южного Урала, может выступать в качестве свидетельства прежних контактов между высокогорными и горно-степными ценозами, ныне разделенными пространствами горно-лесного пояса. Морфометрические методы являются одним из основных способов получения репрезентативного объема данных об особях растений и состоянии конкретных популяций, произрастающих в разных экологических условиях и находящихся под разной степенью антропогенного воздействия. В результате исследований оценивается состояния вида в регионе, и составляются рекомендации по совершенствованию его охраны.

Anemonastrum biearmiense по происхождению принадлежит к Уральской викарной расе полиморфных видовых комплексов, широко распространенных в высокогорьях различных горных систем Северной Евразии или Голарктики в целом и возникших в результате дифференциации и раздробления ареала общего предкового вида [25].

Целью работы было изучение морфометрических параметров и выявление виталитетной структуры ценопопуляций (ЦП) *Anemonastrum biarmiense* в Южно-Уральском государственном природном заповеднике (ЮУГПЗ), на территории которого вид охраняется.

В 2015 г. были обследованы: Машакский среднегорный район центральной части и Ерактaшский среднегорный район южной части ЮУГПЗ, куда вошли хребты – Нары, Машак, Юша, Белятур, Нараташ. В исследуемых районах были выявлены 24 ценопопуляции вида, из них изучены 5 ЦП, расположенных в горно-лесном и 7 ЦП – в горно-тундровом

поясах. Карта-схема расположения ценопопуляций составлена при помощи пакета данных ArcGIS 9.3.1.

Изучение морфометрии в природных условиях проводилось согласно методу В.Н. Голубева [26] на 25 среднегенеративных особях во всех 12 ценопопуляциях *A. biarmiense*. Наблюдения и измерения проводились в фазе цветения и плодоношения, при этом учитывались следующие параметры: число генеративных побегов на 1 растение, шт. – Ngs; высота генеративного побега, см – h; толщина стебля, см - d; число листьев в розетке, шт. - Nl; длина листовой пластинки, см - Ll; ширина листовой пластинки, см - Sl; длина черешка, см - Lp; длина соцветия, см - Li; количество цветков (соплодий) в соцветии, шт. - Nfl; диаметр цветка (соплодия), см – Dfl.

Статический анализ провели в MS Excel 2010 при помощи пакета статистических программ Statistica 6.0 с использованием стандартных показателей [27,28]. При статистическом анализе количественных показателей рассчитывали средние арифметические значения, среднеквадратичное отклонение σ, коэффициенты вариации [29,30]. В кластерном анализе в качестве меры различия выборок использовали евклидово расстояние, дендрограмму строили по методу «одиночной связи».

Методика оценки виталитетного состава была основана на дифференциации растений одного онтогенетического состояния на классы виталитета. В качестве объектов виталитетного анализа использовались растения средневозрастного генеративного онтогенетического состояния, которое в наибольшей степени влияет на самоподдержание ценопопуляции. Предварительно были проведены факторный и корреляционный анализы, которые позволили выделить среди биометрических показателей детерминирующий комплекс признаков. Для обработки полученных данных были составлены виталитетные спектры, отражающие соотношения растений высшего (*a*), промежуточного (*b*) и низшего (*c*) классов виталитета [31], а также определен индекс качества ценопопуляции и виталитетные типы: процветающие, равновесные, депрессивные.

Локализация изученных ценопопуляций *A. biarmiense* приведена на рисунке 1. Название ценопопуляции давалось по ближайшему к ней

географическому объекту.

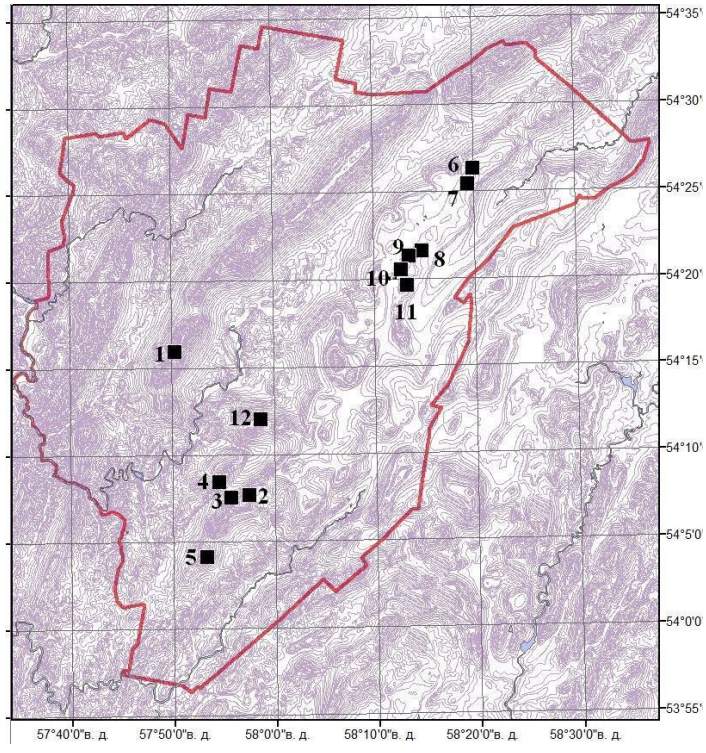

Рис. 1. Схема расположения ценопопуляций A. biarmiense на территории ЮУГПЗ

Характеристика местообитаний вида и основных параметров ценопопуляций:

1 – урочище Казабиль (хребет Нары): верхняя часть северо-западного склона, подножие крупно-глыбовых осыпей на высоте 1045 м над у.м, уклон 10°, альпийское высокотравье среди березового редколесья, плотность 15.4 экз./м^2, ОПП травостоя – 50%.

2 – урочище Ерактaшские поляны (хр. Юша): основная поверхность хребта, у подножия облесенных скал на высоте 1020 м над у.м., экспозиция склона юго-восточная, с уклоном 10°, сомкнутость крон – 0,2, луговое высокотравье с подгольцовым редколесьем, плотность 8.6 экз./м^2. ОПП травостоя – 65%.

3 – Юша: седловина хр. Юша в верхней части северо-западного склона на высоте 777 м над у.м. с уклоном 15°, луговое высокотравье, плотность 7.7 экз./м^2.ОПП травостоя – 80%.

4 – Белятур: верхняя часть остепненного склона хребта южной экспозиции на высоте 967 м над у.м, с уклоном 30-40°, сомкнутость крон – 0.4–0.6, опушечное петрофитно-степное разнотравье, плотность 6.9 экз./м^2,ОПП травостоя – 75–90%.

5 – Дунан-сунган (хр. Юша): верхняя часть склона южной экспозиции на высоте 943 м над у.м., с уклоном 20°, лугово-степное разнотравье, плотность 8.6 экз./м^2, ОПП травостоя – 85%.

6 – склон г. Медвежьей (хр. Машак): средняя часть северо-западного склона хребта на высоте 1220 м над у.м. с уклоном 10–12°, елово-зеленемошный лес, сомкнутость крон – 0.3–0.4, плотность 13.3 экз./м^2, ОПП травостоя – 25%, ОПП мохового покрова – 70% и лишайникового – 20%.

7 – г. Медвежья (хр. Машак): вершина горы на месте осоково-лишайниковой тундры, с отметкой 1307 м над у.м., склон южной экспозиции с уклоном 7°, плотность 10.1 экз./м^2, ОПП травостоя 50%, мохово-лишайникового яруса – 45–60%.

8 – седловина хр. Машак: выровненный участок основной поверхности хребта на высоте 1229 м над у.м., северо-западная эксопизия, тундроподобное сообщество, плотность 10 экз./м^2, ОПП травостоя – 60%, мохового яруса – 40%.

9 – 1333,6 (хр. Машак): вершина ветреницево-лишайниковой тундры, на одноименной высоте хребта, склон южной экспозиции с уклоном 8–15°, плотность 16.5 экз./м^2, ОПП травостоя – 40–50%, мохово-лишайникового яруса -30–60%.

10 – Безымянная (хр. Машак): южная оконечность хр. Машак, на высоте 1217 м. над у.м., юго-восточная экспозиция с уклоном 18–20°, горная тундра, плотность 20.5 экз./м^2, ОПП травостоя – 30%, мохово-лишайникового яруса – 80%.

11 – 1363 (хр. Машак): осоково-лишайниковая тундра, на выровненном участке, отметка 1363 м над у.м., плотность 25 экз./м^2, ОПП травяного яруса 30–55%, мохово-лишайникового яруса составляет 50–70%.

12 – Нараташ: вершина одноименного хребта, среди скальных осыпей на месте елово-березового криволесья, на высоте 1162 м над у.м., южный склон с уклоном 45°, горно-тундровая растительность с участием

петрофитных видов, сомкнутость крон – 0.4–0.6, плотность 15.9 экз./м^2,ОПП травостоя – 40–50%.

Общая плотность в ЦП *A. biarmiense,* расположенных в горно-лесном поясе варьирует от 6.9 до 15.3 экз./м^2, в горно-тундровом значения плотности меняются от 10.3 до 25.0 экз./м2. В последнем случае все 5 ЦП *A. biarmiense* являются очень плотными.

При изучении состояния ЦП эндемичных и реликтовых видов большое значение имеет анализ изменчивости качественных и количественных признаков. Результаты изучения морфометрических параметров в 12 ценопопуляциях *A. biamiense* представлены в таблице 1.

Таблица 1

Внутрипопуляционная изменчивость морфометрических признаков *A. biamiense* в ценопопуляциях

№ ЦП	Средние значения морфометрических параметров									
	Ngs	h	d	Nl	Ll	Sl	Lp	Li	Nfl	Dfl
1	4.6± 0.34	48.1± 1.12	0.71± 0.02	10.81± 0.96	9.21± 0.61	10.2± 0.53	24.7± 0.96	12.6± 0.42	6.3± 0.23	3.5± 0.07
C_v,%	36.6	11.7	16.6	44.5	33.2	26.0	19.4	16.5	18.1	10.3
2	3.8± 0.26	45.4± 0.98	0.7± 0.03	10.9± 1.10	8.2± 1.31	8.8± 0.24	21.2± 0.77	9.4± 0.36	6.0± 0.24	3.5± 0.10
C_v,%	34.6	10.8	20.8	50.2	15.9	13.4	18.2	19.1	19.8	14.6
3	4.0± 0.26	50.4± 1.06	0.6± 0.03	9.5± 0.51	8.8± 0.17	9.6± 0.27	25.2± 0.84	14.1± 0.26	5.3± 0.11	3.6± 0.08
C_v,%	33.1	10.5	24.9	26.7	9.9	13.9	16.6	9.1	10.3	10.8
4	2.6± 0.15	52.5± 1.51	0.6± 0.02	9.7± 0.83	8.7± 0.32	10.0± 0.34	30.4± 0.86	12.9± 0.29	5.8± 0.35	3.4± 0.09
C_v,%	28.7	14.4	19.2	42.5	18.3	17.0	14.2	11.2	3.4	13.3
5	4.5± 0.30	44.7± 0.94	0.78± 0.01	13.4± 0.81	7.6± 0.25	10.2± 0.37	20.6± 0.56	10.7± 0.36	5. 6± 0.17	4.1± 0.07
C_v,%	32.9	10.5	10.9	30.2	16.2	17.9	13.6	16.9	15.6	8.0
6	1.6± 0.15	39.0± 1.30	0.4± 0.02	7.4± 0.44	6.0± 0.18	6.9± 0.25	15.7± 1.09	8.8± 0.32	4.8± 0.08	1.6± 0.05
C_v,%	47.7	16.7	20.7	29.7	14.8	18.4	34.0	18.2	8.5	14.4
7	2.8± 0.17	32.6± 1.24	0.4± 0.02	12.2± 1.10	5.6± 0.20	6.3± 0.22	12.1± 0.82	4.4± 0.26	5.4± 0.13	1.6± 0.03
C_v,%	29.9	19.0	28.9	45.2	17.5	17.7	33.9	29.3	12.0	10.3
8	2.9± 0.26	44.2± 1.40	0.4± 0.02	8.6± 0.57	7.4± 0.23	8.6± 0.29	19.98± 0.92	8.5± 0.27	5.2± 0.17	1.8± 0.05
C_v,%	44.1	15.8	22.7	33.2	15.7	16.6	23.1	15.8	16.7	12.9
9	2.4± 0.18	29.6± 0.70	0.4± 0.03	10.3± 0.66	5.6± 0.18	6.1± 0.23	11.2± 0.38	5.2± 0.17	4.8± 0.10	1.5± 0.03
C_v,%	38.0	11.8	27.7	32.3	16.3	19.0	17.2	16.8	10.4	11.2
10	2.5± 0.17	29.4± 0.61	0.5± 0.03	9.9± 0.66	5.5± 0.18	5.9± 0.29	10.4± 0.30	4.8± 0.18	4.7± 0.14	1.5± 0.04
C_v,%	35.2	10.4	28.3	33.5	15.9	24.4	14.2	19.2	14.4	11.5
11	1.7± 0.15	24.4± 0.78	0.4± 0.02	6.4± 0.43	5.2± 0.18	5.5± 0.20	8.5± 0.34	6.3± 0.31	4.6± 0.14	1.5± 0.04
C_v,%	42.9	16.1	27.5	33.6	17.3	18.0	19.7	24.9	15.1	12.4

12	2.1± 0.18	33.5± 1.32	0.5± 0.02	7.3± 0.59	6. 5± 0.30	6.8± 0.33	15.9± 0.86	5.3± 0.13	5.6± 0.26	3.3± 0.11
C_v,%	41.6	19.7	23.8	40.3	23.6	24.1	26.9	12.7	22.8	16.4

По большинству параметров, как вегетативной, так и генеративной сфер лидируют ценопопуляции расположенные в горно-лесном поясе, занимающие высокотравные альпийские луга, где формируются наиболее благоприятные условия для произрастания растений. Минимальные значения по большинству параметрам отмечены у растений находящихся в горно-тундровом поясе в мохово-лишайниковых сообществах, где сказываются не очень благоприятные по водно-температурным характеристикам климатические условия для роста растений.

Изменчивость признаков во всех исследуемых ценопопуляциях примерно однотипна. Наибольшей изменчивостью обладают параметры: число генеративных побегов, число листьев. Наименьшей изменчивостью – количество цветков (соплодий) в соцветии, диаметр цветка (соплодия). Сравнение отдельных ЦП по вариабельности признаков показывает, что в большинстве случаев коэффициент вариации выше в ЦП 1, 2, 6, 7. Минимальная изменчивость по многим признакам наблюдается в ЦП 4, 5.

Биолого-экологические объекты (особи и популяции) – это всегда многопризнаковые системы. Средствами простой морфометрии можно охарактеризовать такие объекты только по отдельным признакам. В отличие от этого многомерные методы статистики дают возможность анализировать выборки сразу по комплексу признаков, получать целостную характеристику и на этой основе сравнивать большие группы объектов. Один из эффективных методов многомерной статистики – кластерный анализ [32].

Результаты данного анализа (древовидная кластеризация, метод одиночной связи) по средневыборочным значениям морфометрических параметров растений представлены на рис. 2. При использовании метода одиночной связи объединяются два наиболее близких объекта, т.е. имеющие максимальную меру сходства, далее к ним присоединяется объект с максимальным сходством с одним из объектов кластера.

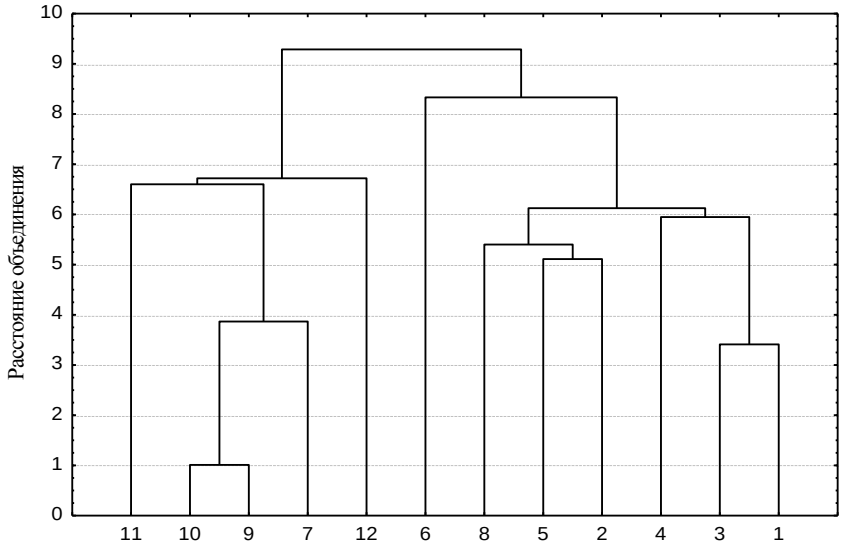

Рис. 2. Дендрограмма различий выборок *A. biarmiense* по средневыборочным значениям морфометрических параметров растений (1–12 – номера популяций)

Поведенный кластерный анализ показал, что горно-тундровые и горно-лесные исследуемые ценопопуляции *A. biarmiense* четко разделились на два отдельных кластера на расстоянии 9.3. Внутри первого кластера, объединяющего 5 популяций горно-тундрового пояса, для которых характерны наименьшие показатели по большинству морфометрических параметров, в наибольшей степени близки две ЦП – 9 и 10; они объединились на расстоянии 1.0. Эти две ценопопуляции произрастают в близких экологических условиях на южных склонах хребта Машак. Второй кластер объединяет оставшиеся ценопопуляции горно-лесного пояса, в нем на расстоянии 8.3 обособилась ЦП 6, растения которой отличаются самым малым числом генеративных побегов. Для большинства остальных ценопопуляций характерны средние значения всех параметров, наиболее близки в этой группе ЦП 1 и 3, занимающие высокотравные альпийские луга, здесь отмечены наиболее мощные по габитусу растения.

Важный показатель для оценки состояний ценопопуляций – виталитет, это характеристика жизненного состояния особей растений, выполняемая с опорой на морфометрические параметры, оценивающие рост, продукцию растений [33].

Проведенный факторный и корреляционный анализы позволили

выделить среди исследованных биометрических показателей *A. biarmiense* детерминирующий комплекс признаков: число генеративных побегов и число листьев, которые в дальнейшем были использованы для оценки виталитетного спектра ценопопуляций. Распределение особей *A. biarmiense* по классам виталитета приведены в таблице 2.

Таблица 2

Распределение особей *A. biarmiense* по классам виталитета

№ ЦП	Относительная частота размерных классов			Качество популяции, Q	Виталитетный тип ЦП
	c	b	a		
5	0.16	0.04	0.80	0.42	процветающая
7	0.2	0.28	0.52	0.40	«
1	0.24	0.28	0.48	0.38	«
9	0.24	0.52	0.24	0.38	«
3	0.28	0.36	0.36	0.36	«
10	0.32	0.40	0.28	0.34	равновесная
2	0.52	0.12	0.36	0.24	депрессивная
4	0.58	0.32	0.12	0.22	«
12	0.68	0.16	0.16	0.16	«
8	0.71	0.12	0.16	0.14	«
11	0.84	0.12	0.04	0.08	«
6	0.92	0.04	0.04	0.04	«

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В действительности все или почти все высокогорные эндемики Урала являются молодыми видами, происхождение которых связано с преобразованиями растительного покрова Урала в плейстоцене. Большинство их относится к группам с интенсивным современным видообразованием и связано близким родством с видами, произрастающими в других горных системах Евразии (некоторым исключением можно считать только такой относительно обособленный в систематическом и географическом отношениях вид, как *Gypsophila uralensis*). Нет оснований относить возникновение этих локальных рас ко времени более раннему, чем плейстоцен.

Сравнение отдельных ценопопуляций по вариабельности репродуктивных признаков показывает, что в большинстве случаев коэффициент вариации имеет нормальное варьирование (до 44 %). Жизненное состояние ЦП A. biarmiense меняется в разных экотопах. В пяти ЦП отмечено преобладание особей высшего класса, и они отнесены к категории процветающих. Индекс качества ЦП здесь максимален и составляет 0.36–0.42. В условиях достаточного увлажнения, и при наличии умеренных нарушений, не смотря на высокую конкуренцию со стороны других видов, в популяциях сохраняется высокий уровень жизненности отдельных особей. Одна ЦП – равновесная. Шесть ЦП отнесены к депрессивным, качество популяций составляет 0.04–0.24. В основном все популяции распложены в горно-тундровом поясе. На фоне общего экологического стресса (водно-температурные условия) процессы роста особей A. biarmiense значительно подавляются. Наиболее велика доля растений с низким виталитетом в ЦП 6 и 11 (0.92 и 0.84). В целом виталитетный анализ A. biarmiense показал, что изученные ЦП неоднородны по своему составу. Виталитетный тип их изменяется от процветающего до депрессивного.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эндемичные растения Урала во флоре Свердловской области/П. В. Куликов, Н. В. Золотарева, Е. Н. Подгаевская; Науч. ред. В. А. Мухин. Екатеринбург: Гощицкий, 2013. 612 с.

2. *Коржинский С.И.* Следы древней растительности на Урале // Изв. Имп. Акад. наук. Сер. 5. 1894. Т. 1. Вып. 1. С. 21–31.

3. *Горчаковский П.Л., Архипова Н.П.* Растительный мир обнажений гранита, дунита и других горных пород на восточном склоне Среднего Урала // Зап. Свердл. отд. Всесоюз. бот. общ. 1964. Вып. 3. С. 29–49.

4. *Князев М.С., Мамаев С.А., Власенко В.Э.* Реликтовые сообщества и популяции петрофитных видов растений на территории северных районов Свердловской области // Экология. 2007а. № 5. С. 343–349.

5. *Linnaeus K.* Species Plantarium. 1 ed. Holmiae (Stockholm), 1753. Vol. 1. 560 p.

6. *Miller P.* The gardener's dictionary. London, 1754. N 1-3: N 1 - P. 8? *(Anemone),* 91 *(Anemonoides);N* 2 - P.628 *(Hepatica);N* 3 — P. 1136 *(Pulsatilla).*

7. *Adanson M.* Hamilles des plantes. Paris, 1763. Part 2. 640 p.

8. *Jussieu A.*L. de Genera plantarum, Parisiis, 1789. 498 p.

9. *Worsdell W. C.* The principles of plant teratology. London, 1916.417 p.

10. *De Candolle A. P.* Organographie vegetable. Paris, 1844. T. 2. 304 p.

11. *Holub J.* New names in Phanetogamae. 3 // Folia geobot. et phytotaxon. 1974. Vol. 9, N 3. P. 272.

12. *Sprengel C.* Linnaeus' systema vegetabillium. Berolini, 1825. Vol. 2. P. 622-665.

13. *Pritzel G. A.* Ancmonarum revisio // Linnaea. 1842. Bd 15. S. 561 698.

14. *Prantl K.* 'Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ranunculaceen // Bot. Jb. 1888. Bd 9. S. 225-273.

15. *Jenczewtki E.* Études morphologiques sur le genre *Anemone* L. *Il* Rev. gen. bot. 1892. Vol. 4. P. 241-258.

16. *Ulbrich E. Ranunculaceae* novae vel criticae. 8 // Verh. Bot. Gart. Mus. Berlin 1929. Bd 10. S. 863-880.

17. *Юзепчук С. В.* Род *Anemone* L., род *Hepalica* MAL и род *Pullsatila* Mill. // Флора СССР. М.; Л.. 1937. Т. 7. С. 242-307.

18. *Tamura M.* Morphology, ecology and phylogeny of *Ranuncukceae* (General part VII. Phylogenetical consideration and system of *Ranunculoideae*) // Sci. Rep. Osaka Univ. 1967. Vol. 16. N 1. P. 21-43.

19. *Nakai T.* Eriocapitella, a new genus proposed for Anemone vitifolia group // J. Jap. Bot. 1941. Vol. 17. P. 263-272.

20. *Schur J. F.* Enumeratio plantarum Tiansulvaniae, Vindobonae. 1866,

21. *Невский С. А,* Материалы к познанию дикорастущих ячменей а связи с вопросом происхождения *Hordtum vulgare* и *Hordeum dlstichon Ц* Тр. Ботан. нн-та АН СССР. Сер. 1. Флора и систематика высших растений. М.; Л., 1941. Вып. 5. С. 64-255.

22. *Цвелев Н. Н.* Эволюция таксонов рангом выше вида и понятие естественного таксона // Филогения высших растений: Матер. 6-го Моек, совет, по филогении растений. М., 1982. С. 149-151.

23. *Зиман С.*Н. Морфология и филогения семейства лютиковых. Киев, 1985. 248 с.
24. *Федченко О.А., Федченко Б.А*. Материалы для флоры Уфимской губернии // Мат. к позн. фауны и флоры Российск. империи. Отд. бот. М., 1893. Вып. 2. С. 1–381.
25. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 293 с.
26. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботинке. М.: Наука, 1984. С. 35-37.
27. Голубев В.Н. Основы биоморфологии травянистых растений центральной лесостепи // Тр. Центрально-черноземного заповедника им. В.В. Алехина. Воронеж, 1962. Вып. 7. 602 с.
28. Горчаковский П.Л., Шурова Е.А. Редкие и исчезающие растения Урала и Приуралья. М.: Наука, 1982. 208 с.
29. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
30. Зайцев Г.Н. Математика в экспериментальной биологии. М.: Наука, 1990. 296 с.
31. Злобин Ю.А. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений: учеб.-метод. пособие. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989. 146 с.
32. Злобин Ю.А., Скляр В.Г., Клименко А.А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.
33.