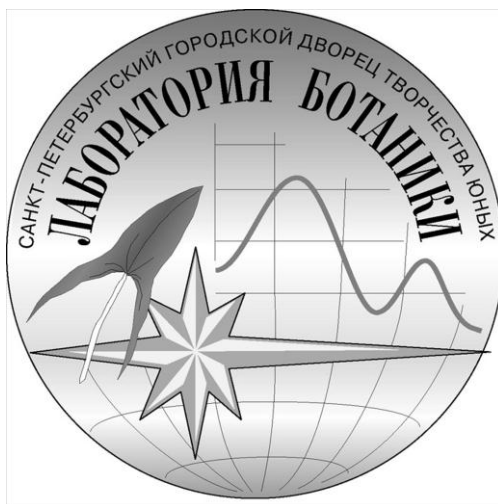


**Санкт-Петербургский
городской дворец творчества юных
Эколого-биологический центр «Крестовский остров»**

Лаборатория ботаники



**Изучение подвидов *Vaccinium vitis-idaea* на
территории Хибин**

Литвинова Анастасия, 10 класс, лицей №64

Киселёв Лев, 9 класс, Академическая гимназия СПбГУ

Научные руководители

Пичугин Сергей Алексеевич

Чиненко Светлана Валентиновна

Санкт-Петербург

2018

Содержание

Введение	3
Физико-географическая характеристика исследуемого района.....	4
Материалы и методики	7
Обзор литературы	9
Результаты.....	11
Выводы	18
Список литературы.....	19

Введение

Брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.) — это вечнозеленый кустарничек, широко распространенный в тайге, тундре, горнотаежном и горнотундровом поясах. Выделяют два подвида *Vaccinium vitis-idaea*: *V. v. ssp. vitis-idaea* и *V. v. ssp. minus* (Lodd.) Hult. Подвиды отличаются преимущественно по количественным признакам. Ареал первого подвида лежит в зоне хвойных и смешанных лесов и доходит до субарктической зоны, второй подвид распространен преимущественно в субарктической зоне и в субальпийском горном поясе. Но на многих субарктических территориях, в том числе в Мурманской области, встречаются оба эти подвида, и в виду перекрывания размерных параметров определение подвидов *Vaccinium vitis-idaea* бывает затруднительно.

Цель нашей работы определить, какие подвиды *Vaccinium vitis-idaea* произрастают в районе верхнего течения р. Гольцовки в Хибинах (Мурманская область), и оценить эффективность использования различных количественных и качественных признаков для их определения.

Задачи нашей работы:

- 1) Измерить различные показатели парциальных кустов *Vaccinium vitis-idaea* в разных высотных поясах и растительных сообществах;
- 2) Сравнить значения признаков в разных ценопопуляциях с литературными данными;
- 3) Оценить различия между ценопопуляциями по измеряемым параметрам;
- 4) По полученным данным сделать вывод о распространении подвидов в районе исследования, оценить эффективность использования измеряемых признаков для определения.

Физико-географическая характеристика исследуемого района

Хибинские горы, или Умптек, расположены на Кольском полуострове в координатах 67°29' — 67°55' с.ш., 33°16' в.д. Хибинский массив представляет округлую подковообразную структуру, открывающуюся на восток долиной реки Тульйок и обрамленную с востока Умбозером, с запада озером Имандра. Протяженность с севера на юг составляет около 45 км, с запада на восток около 50 км, и площадь свыше 1600 км². Тектоническая долина Кукисвум делит массив надвое в субмеридиональном направлении. Высшая точка — гора Юдычвумчорр (1200,6 м над уровнем моря), образовавшегося вследствие интрузии щелочных магматических масс сквозь породы древнего кристаллического щита. Господствуют щелочные изверженные породы с преобладанием крупнокристаллических нефелиновых сиенитов, ближе к центру массива мелкокристаллических апатито-нефелиновых руд с очень высоким содержанием фосфора и калия. Благодаря концентрическому расположению и разной устойчивости пород к выветриванию строение массива приняло форму концентрических и дугообразных горных цепей (Куваев, 2006).

Климат Хибин определяется их географическим положением, особенностями климата Кольского полуострова в целом и местными условиями, создаваемыми горным массивом. Климат полуострова (Тихомиров, 1932, цит. по Мишкин, 1953) значительно смягчен близостью незамерзающего Баренцева моря, согреваемого Нордкапской ветвью Атлантического теплого течения, и поступлением атлантических воздушных масс в течение значительной части холодного времени года. Вследствие этого средняя годовая температуры здесь выше, чем в каком-либо другом районе на той же широте. Эта положительная аномалия меньше выражена в Хибинах по сравнению, например, с Мурманским побережьем вследствие удаленности от моря и приподнятости над его уровнем: климат Хибин несколько больше континентальный. Для растительности весьма важно то, что высокая средняя годовая температура определяется прежде всего сравнительно очень высокими зимними температурами при довольно низких летних. Температурные показатели, неодинаковы на разных высотах. Для нижней части гор (лесного пояса) средняя годовая температура примерно равна -1 °С. В альпийском поясе и близ вершин гор она лишь немного (на 1–2°) ниже, чем внизу, что объясняется наличием зимних инверсий. Летом же температуры в альпийском поясе заметно ниже, чем в лесном (разница в средних суточных до 4°). Весьма характерно для климата Хибин, что заморозки на почве могут быть в любой день в течение всего лета, хотя в июле бывают не каждый год. Средняя суточная амплитуда температуры в летние месяцы около +8–10°, т. е. сравнительно очень невелика (В. А. Мишкин, 1953). Самая высокая

среднемесячная температура (+13,4°) наблюдается в июле, самая низкая -12,5° — в феврале (Агроклиматический справочник..., 1961; Климатологический справочник по СССР, в. 1. Европейская часть СССР, 1932, цит. по Куваев, 2006)

Среднее годовое количество осадков в Хибинах зависит от высоты, в наивысших точках сумма равна 2000 мм, ниже сумма равна 1000 мм, у подножия — 800 мм. Среднемесячное количество осадков в январе варьируется от 40–60 мм, в апреле их более 40 мм осадков, в июле° — более 70 мм, в октябре в верхней части горного массива среднее количество осадков превышает 70 мм, в нижней бывает от 60–70 мм. Высота снежного покрова (средняя из максимальных) на территории массива составляет 60–80 см (Атлас Мурманской области, 1971).

Рельеф Хибин придает некоторые особенности движению воздушных масс на территории гор. Например, явление «ветровой тени» играет большую роль в распределении растений. И направление ветра в этом случае зависит от направления долин, например, в долине Кукисвум, имеющей меридиональное положение, ветер бывает почти исключительно северный или южный (Мишкин, 1953).

Почвы Хибин малоразвитые, с коротким профилем (лишь на аллювии более мощные). Почвенный покров отличается большой пестротой и комплексностью, определяющейся местными условиями микрорельефа, микроклимата и распределения растительности. В альпийском поясе часты примитивные щебневатые почвы с неполным профилем; небольшими участками распространены торфяно- и лугово-подзолистые, иногда более или менее оглеенные почвы. В субальпийском и лесном поясах почвы имеют более развитый профиль, подзолистый процесс более ясно выражен (хотя есть почвы различной степени оподзолистости, от сильно до скрытно-подзолистых); распространены преимущественно гумусо-иллювиальные и торфянистые почвы, торфянистые гумусовые подзолы и болотные торфяно-глеевые почвы (Мишкин, 1953).

Хибинны расположены в подзоне северной тайги с преобладанием еловых и сосновых сообществ. Вертикальная поясность растительного покрова отчетливо выражена; вся поверхность массива может быть разделена на три основных высотных пояса: лесной, субальпийский, альпийский. В лесном поясе еловые леса занимают наибольшую площадь. Они делятся на травяные, кустарничковые и лишайниковые ельники. Первый тип лесов встречаются во многих местах, но, в общем, занимают небольшую площадь. В них к ели, кроме обычных берез и рябины, примешиваются ольха, черемуха, древовидные ивы, в подлеске присутствуют жимолость и смородина. Наиболее распространены кустарничковые ельники с постоянной примесью березы и рябины. Травяно-кустарничковый покров однообразен, в нем наиболее часты *Empetrium*

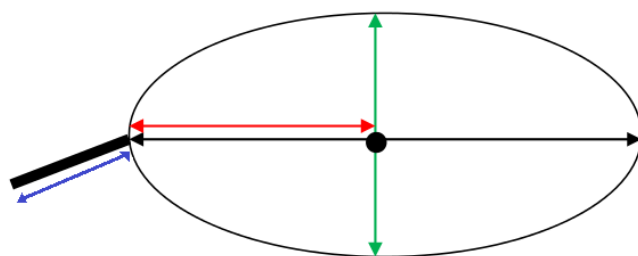
hermaphroditum, *Vaccinium myrtillis*, *V. uliginosum* и *Gymnocarpium dryopteris*. Лишайниковые ельники редко встречаются небольшими участками среди кустарничковых. В их покрове преобладает *Cladonia stellaris*. Сосновые леса менее распространены в Хибинах; они встречаются преимущественно на западной и северной окраинах массива и в долине реки Тульйок. Их можно разделить на кустарничковые, лишайниковые (ягельные) и заболоченные (большой частью сфагновые). Также имеются нелесные типы растительности в пределах лесного пояса: болота, луга, долинная тундра, растительность отмелей, галечников, россыпей (Мишкин, 1953).

Субальпийский пояс представлен в основном полосой березового криволесья над поясом хвойных лесов. Кроме этой полосы, к субальпийскому поясу относят и заросли *Betula nana*, которые сильно отличаются от альпийской ерниковой тундры: в них практически отсутствуют лишайники, очень мало тундровых кустарничков и много травянистых мезофитов. Под защитой *Betula nana* здесь растут *Trollius europaeus*, *Geranium silaticum*, *Cirsium heterophyllum* и тому подобные лесные виды. Субальпийские березняки могут быть разделены, как и ельники, на травяные, кустарничковые и лишайниковые. К этому поясу также приурочены природные разнотравные лужайки с большим количеством лесных и альпийских видов, например, *Carex hyperborea*, *C. vaginata*, *Polygonium viviparum*, *Saussurea alpina*, *Bartschia alpina* и др (Мишкин, 1953).

Альпийский пояс занимает всю остальную, наибольшую часть массива. Пояс может быть разделен на две части: нижнюю и верхнюю. Для нижней характерно наличие достаточно развитого растительного покрова, в основном тундр; на хорошо увлажняемых участках склона и в местах долгого залеживания снега встречаются луговые сообщества. Верхняя часть представляет каменистую «холодную пустыню»; растительность покрывает здесь незначительную часть всей площади. Тундры альпийского пояса разделяются на ерниковые, лишайниковые и моховые, причем последние очень мало распространены в Хибинах. Ерниковые тундры относятся к нижней части альпийского пояса, встречаясь ниже лишайниковых тундр, хотя оба типа могут чередоваться. Преобладает *Betula nana*, которой могут сопутствовать *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Saussurea alpina* и другие виды, а в некоторых местах и кустарничковые ивы — *Salix lanata*, *S. glauca*, *S. hastata*. Лишайниковые тундры по своему составу неоднородны, их можно разделить на ягельные (с преобладанием *Cladonia*, особенно *C. stellaris*) и цетрариевые (с *Cetraria nivalis* и *C. cucullata*). Последние распространены в Хибинах значительно шире ягельных, разнообразнее по своему составу и имеют наиболее выраженный арктический характер (Мишкин, 1953).

Материалы и методы

Все наблюдения проводились лабораторией ботаники в экспедиции в горах Хибин (Кольский полуостров) с 11 по 26 августа.







-  Длина черешка
-  Длина листовой пластины
-  Ширина листовой пластины
-  Длина пластины от соединения с черешком до максимальной ширины .
- Точка расположения максимальной ширины (%)

Рис.1 - Измеряемые параметры листа *Vaccinium vitis-idaea*

Были сделаны выборки растений из 11 точек в различных растительных сообществах и измерили следующие параметры:

1) Количественные показатели:

- Длина листа;
- Ширина листа;
- Длина до ширины (Длина от соединения с черешком до наиболее широкой её части). Далее зная длину листа и расстояния от черешка до максимальной ширины листа, мы высчитывали, на какой доле от длины находится точка расположения максимальной ширины (длина до ширины/длину листа*100%);
- Количество боковых жилок с верхней стороны листа;
- Количество боковых жилок с нижней стороны листа;
- Длина побега;

2) Качественные показатели видимости жилок листьев оценивалась в баллах: 0 — не видно, 1 — плохо видно и 2 — хорошо видно;

- Видимость центральной жилки с верхней стороны листа;

- Видимость центральной жилки с нижней стороны листа;
- Видимость боковых жилок с верхней стороны листа;
- Видимость боковых жилок с нижней стороны листа;

Измерение размерных параметров брусники были сделаны при помощи линейки.

Далее результаты были обработаны при помощи электронных таблиц Microsoft Excel, OpenOffice и LibreOffice Calc. Для сравнения различных выборок наших данных мы использовали:

- Кластерный анализ;
- Средние арифметические;
- Неметрическое многомерное шкалирование по методу Брайана-Кертиса (с помощью программы ExceltoR);
- Ошибку среднего;
- Т тест Стьюдента;
- Корреляционный анализ;
- Таблицу критических значений Пирсона для подтверждения достоверности корреляции.

Для оценки эффективности признака были определены следующие критерии:

- Вариативность;

Признак должен иметь некоторый спектр вариантов, по которым подвиды теоретически могут отличаться.

- Специфичность;

Некоторые варианты признака должны быть присущи только определенному подвиду. Специфичность считали достаточной в случае достоверного различия показателей в популяциях разных подвидов.

Обзор литературы

Брусника или *Vaccinium vitis-idaea* L. — вечнозеленый кустарничек, наиболее типичный для сухих (часто песчаных), нередко более или менее выщелоченных почв. Ареал лежит в арктической и гипоарктической зонах Северного полушария. Встречается в специфичных для севера группировках: ельниках бруснично-зеленомошных и голубично-бруснично-лишайниковых лесах, также в смешанных и лиственных чернично-разнотравно-зеленомошных лесах. Растет крупными куртинами и клонами, разрастающимися за счет образования шнуровидных моноподиально нарастающих корневищ, от которых отходят короткие боковые надземные побеги, формирующие небольшие кустики. Иногда бруснику выделяют в отдельный род *Rhodococcum* Avr., но большинство исследователей не разделяют эту точку зрения. Данные Хультена (Арктическая флора СССР, 1980) свидетельствуют о существовании естественных гибридов между брусникой и черникой, что показывает их близость и является аргументом в пользу отнесения их к одному роду (Арктическая флора СССР, 1980).

Вид *Vaccinium vitis-idaea* L. разделяют на два подвида: *ssp. vitis-idaea* и *ssp. minus* (Lodd). Их дивергенцию связывают с изменением широты и высоты местности (Куваев, 2007).

Vaccinium vitis-idaea L. *ssp. vitis-idaea* — брусника обыкновенная.

Вертикальные побеги 8–30 см высотой; листья более или менее крупные, от 10 до 20 (35) мм в длину и 5–12 (18) мм в ширину; обратнойцевидные; боковые и центральная хорошо заметны с обеих сторон; черешок в длину 1,5–3 мм; кисти из 3–8 (до 15) цветков и ягод; венчик бледно-розовый или очень редко ярко-красный; ягода 8–10 мм в диаметре. (Флора Мурманской области, 1959; Арктическая флора СССР, 1980; Флора северо-востока европейской части СССР, 1977). В условиях горной поясности подвид встречается в ернично-лишайниковых тундрах субальпийского пояса и более нижних поясах (Флора Сибири, 1997). *V. v. ssp. vitis-idaea* наиболее характерна для сухих и умеренно сухих сосновых лесов с кислыми подзолистыми почвами на песках и супесях, но и произрастает в кустарничково-моховых темнохвойных лесах.

Vaccinium vitis-idaea L. *ssp. minus* (Lodd.) Hult. (синонимы *V. vitis-idaea* var. *pumilum* Hornem.; *Rhodococcum minor* (Lodd.) Avrorin) — брусника малая.

Вертикальные побеги 2,5–8 см высотой, листья мелкие, 3–8 мм длина и около 4 мм ширина, эллиптические или округлые; центральная жилка малозаметна, боковые снизу

незаметны, сверху иногда заметны; черешок 0,5–1,5 мм длиной; кисти 2–5 цветковые, иногда цветки и ягоды одиночные; венчик ярко-розовый или почти красный; ягода 5–8 мм в диаметре. (Флора Мурманской области, 1959; Арктическая флора СССР, 1980; Флора северо-востока европейской части СССР, 1977). В горах *V. v. ssp. minus* распространен преимущественно в субальпийском поясе и немного заходит в нижнюю часть альпийского (Флора Сибири, 1997). Этот подвид является доминирующим в сухих лиственничниках высокой поймы и склонов гор, а также щебнистых прогалинах, в качестве примеси встречается в кустарничковых сообществах, характерных для арктической зоны, например, в кочкарно-пушицевых кустарничково-моховых тундрах. Наибольший вклад *V. v. minus* вносит, находясь в сухих вариантах кустарничковых тундр — на песчаных, галечниковых, щебнистых сухих склонах, окраинах и перегибах террас, прогалинах среди зарослей кедрового стланика (Арктическая флора СССР, 1980).

Габитусы обоих подвидов устойчивы, но из-за различий практически только количественных признаков существует спектр переходных форм с перекрытием ареалов в высотном и широтном распределении (Куваев, 2000; Флора Сибири, 1997). Представители промежуточных форм между *Vaccinium vitis-idaea. ssp. vitis-idaea* и *ssp. minus* имеют вертикальные побеги до 12 см высотой, листья продолговато-обратнояйцевидные, нижние листья годичного прироста обычно округлые; по остальным признакам сходны то с первым, то со вторым подвидом. Встречаются между особями основных подвидов (Флора Мурманской области, 1959).

Результаты

Для каждой выборки были подсчитаны средние значения по каждому параметру (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Усредненные значения параметров растений из выборки

Выборка	Длина листа	Ширина листа	%	Кольцо бок. жиллок сверху	Кольцо бок. жиллок снизу	Длина черешка	Длина побега	Видимость верх. центр. жилки	Видимость ниж. центр. жилки	Видимость верх. бок. жиллок	Видимость ниж. бок. жиллок
1	12,83 ± 0,97	6,39 ± 0,43	61,65 ± 1,96	7,82 ± 0,43	5,81 ± 0,43	2,3 ± 1,7	11,3 ± 0,57	1,92 ± 0,6	1,82 ± 0,9	1,46 ± 0,14	0,63 ± 0,1
2	11,55 ± 0,83	5,98 ± 0,39	60,6 ± 1,68	6,73 ± 0,4	5,35 ± 0,3	1,84 ± 0,1	0,65 ± 0,44	1,93 ± 0,05	1,76 ± 0,08	1,03 ± 0,12	0,48 ± 0,08
3	7,01 ± 0,49	4,66 ± 0,35	55,88 ± 2,19	6,25 ± 0,35	4,34 ± 0,34	1,38 ± 0,11	2,73 ± 0,16	1,71 ± 0,1	1,56 ± 0,12	0,79 ± 0,12	0,29 ± 0,08
4	5,87 ± 0,29	4,18 ± 0,22	61,28 ± 1,21	6,35 ± 0,27	4,21 ± 0,2	1,1 ± 0,04	2,22 ± 0,07	1,89 ± 0,05	1,8 ± 0,06	1,05 ± 0,09	0,19 ± 0,05
5	5,85 ± 0,31	3,78 ± 0,22	54,25 ± 1,8	5,43 ± 0,3	0,0	1,3 ± 0,07	-	1,89 ± 0,05	1,5 ± 0,1	1,07 ± 0,1	0,0
6	7,2 ± 0,42	4,04 ± 0,24	58,7 ± 1,57	6,59 ± 0,35	3,31 ± 0,27	1,29 ± 0,07	3,75 ± 0,32	1,93 ± 0,05	1,89 ± 0,06	1,11 ± 0,11	0,35 ± 0,09
7	12,42 ± 0,69	6,44 ± 0,36	58,53 ± 1,25	8,65 ± 0,4	5,72 ± 0,38	2 ± 0,1	9,6 ± 0,55	1,95 ± 0,04	1,96 ± 0,03	1,49 ± 0,1	0,79 ± 0,11
8	8,78 ± 0,57	4,73 ± 0,33	58,22 ± 1,97	7,93 ± 0,44	4,82 ± 0,46	1,63 ± 0,1	6 ± 0,21	1,95 ± 0,05	1,97 ± 0,03	1,12 ± 0,13	0,45 ± 0,1
9	7,93 ± 0,51	4,55 ± 0,27	53,51 ± 1,39	7,44 ± 0,38	4,93 ± 0,28	1,4 ± 0,1	5,15 ± 0,26	1,96 ± 0,03	1,95 ± 0,05	0,97 ± 0,12	0,39 ± 0,09
10	7,17 ± 0,38	4,26 ± 0,22	60,33 ± 1,68	7,49 ± 0,37	6,27 ± 0,39	1,31 ± 0,07	3,35 ± 0,25	1,85 ± 0,06	1,79 ± 0,08	1,01 ± 0,12	0,75 ± 0,11
11	10,15 ± 0,67	4,85 ± 0,34	53,62 ± 03,08	6,75 ± 0,44	5,63 ± 0,45	1,92 ± 0,15	3,65 ± 0,22	1,85 ± 0,09	1,74 ± 0,11	0,74 ± 0,1	0,59 ± 0,11

И для сравнительного анализа этих выборок использовалось неметрическое многомерное шкалирование. В качестве критерия различия использовался коэффициент Брайана-Кертиса. В результате было получено их двумерное распределение по степени отличия выборок друг от друга:

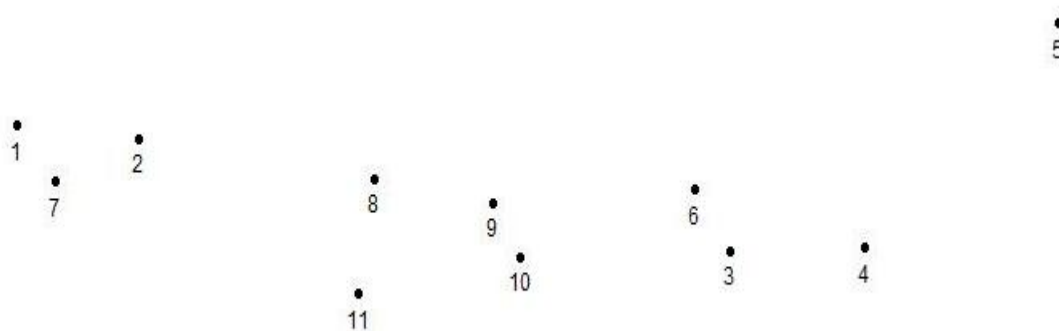


Рис.2 – График неметрического шкалирования

На рис. 2 можно выделить 3 различные совокупности выборок на основании их близости на графике, т.е. схожести по измеряемым параметрам: первую группу составляют 1, 2 и 7 выборки; вторую группу — 3, 4 и 6; и третья формируется из 8, 9, 10, 11 выборок; 5 выборка будет рассматриваться отдельно.

Группа *Vaccinium vitis-idaea ssp. vitis-idaea*

В нее были отнесены выборки 1, 2 и 7. Эта группа приурочена к подножию Хибин. Точки сбора находятся в лесном поясе. Сообщества, в которых они находились, представляют собой голубично-черничные ельники и березняки с примесью сосны, одна из выборок была сделана на опушке леса с доминирующей брусникой в травяно-кустарничковом ярусе и с преобладающей сосной в древостое. Кусты из этих выборок характеризуются наиболее приближенными параметрами к описанию *Vaccinium vitis-idaea*

ssp. vitis-idaea: средняя длина

листа (распределение

значений показано на рис.4; на

оси ОХ отложены значения

параметра, подписи

столбцов — кол-во

соответствующих элементов)

$12,2 \pm 0,47$ мм (ожидаемая

длина по определителю 10–25

мм); ширина (рис.5) $6,2 \pm 0,23$

мм (5–12 мм); процентное

соотношение общей длины

к длине до максимальной

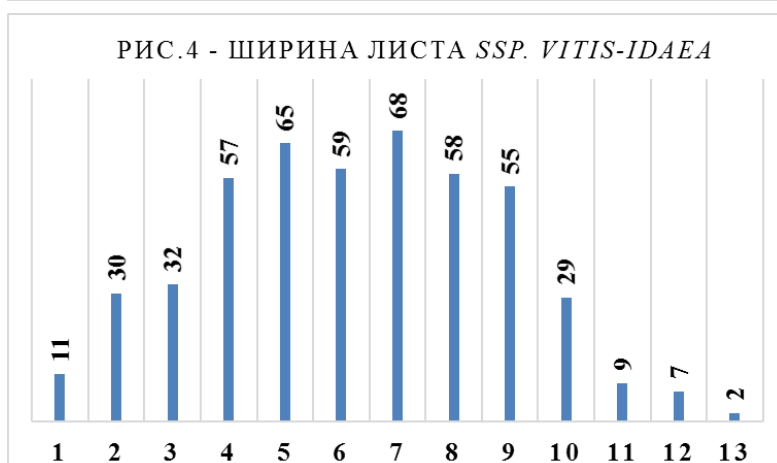
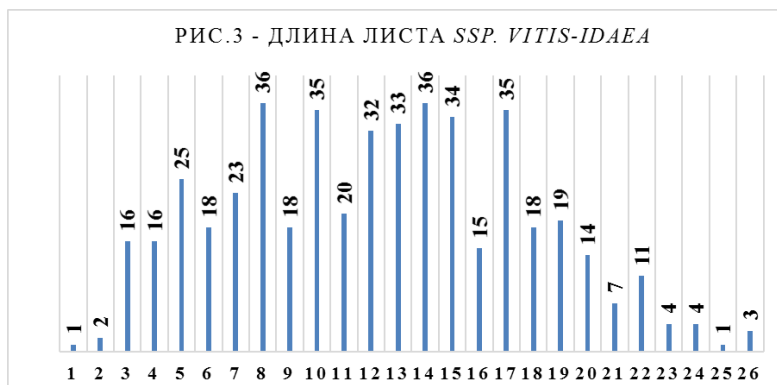
ширины $60,30 \pm 0,86$ %, т.е.

лист имеет

обратнойцевидную форму,

длина черешка $2,00 \pm 0,07$ мм

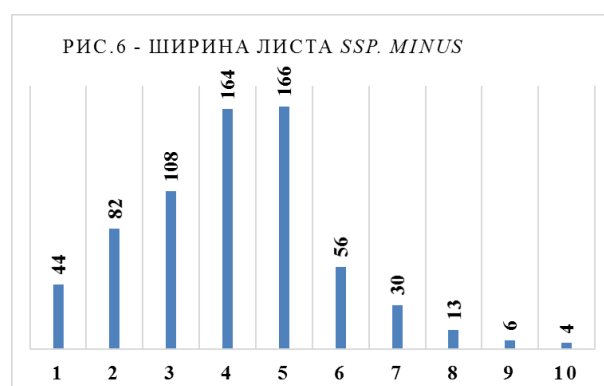
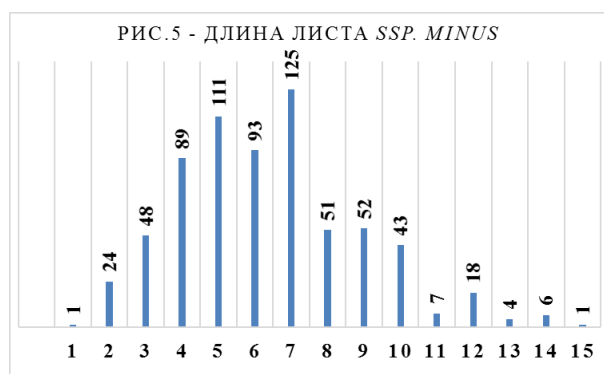
(1,5 — 3 мм). Из этого можно сделать предположение, что данная группа объединяет растения, принадлежащих к *ssp. vitis-idaea*.



Группа *Vaccinium vitis-idaea ssp. minus*

В нее включены 3, 4, 6 выборки. Главной особенностью этой группы является то, что параметры растений имеют крайние значения, характерные для *V. v. ssp. minus*. Лист в среднем (распределение см. на рис.6) в длину равен $6,38 \pm 0,19$ мм (3–8 мм); в ширину (рис.7) $4,16 \pm 0,13$ мм (примерно 4 мм); форма листа обратнаяцевидная (ожидалась эллиптическая или округлая форма); черешок равен $1,24 \pm 0,04$ мм (0,5–1,5 мм). Мы наблюдаем несовпадение только по признаку формы листа, но этим можно пренебречь, следовательно, растения из этой группы, скорее всего, можно отнести к *ssp. minus*. Группа находится в субальпийском поясе, на высоком плато и склонах гор. Точки сбора располагаются в кустарничково-куртинной тундре с низким проективным покрытием растительности и лишайниково-кустарничковой тундре с преобладанием *Cetraria islandica*, *C. cucullata* и *Alectoria ochroleuca*.

5 выборка на рис. 2 выбивается из общего ряда. Растения отсюда имеют в среднем листья с длиной равной 5,9 мм, шириной — 3,8 мм, форма листа обратнаяцевидная, черешок длиной 1,3 мм, на верхней стороне листа 5,5 жилок, нижних боковых жилок нет ни на одном из кустов. По признакам растения из выборки можно отнести к *V. v. ssp. minus*. Также точка сбора располагается в характерном для *ssp. minus* сообществе — кустарничково-лишайниковой тундре. Но на графике близость 5 выборки и предыдущей группы неочевидна; можно предположить, что отсутствие нижних боковых жилок (см. рис. 2) отдаляет ее от остальных выборок.



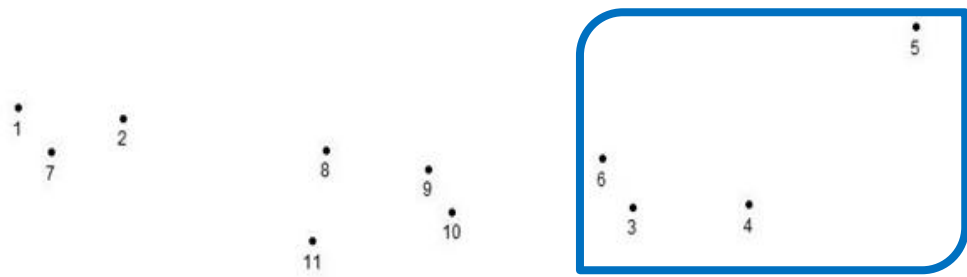


Рис.7 – График неметрического шкалирования с учетом кол-ва нижних боковых жилок

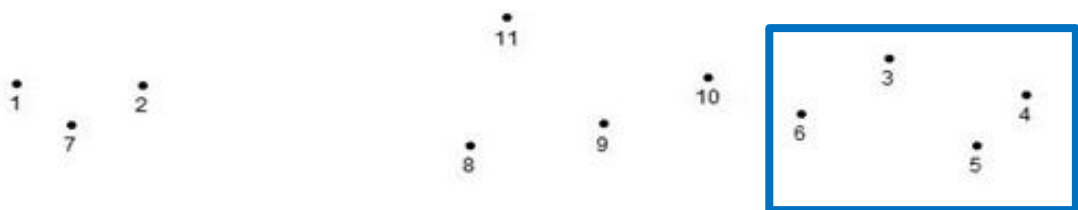


Рис.8 - График неметрического шкалирования без учета кол-ва нижних боковых жилок

На рис.7 показан график неметрического шкалирования выборок с учетом количества нижних боковых жилок, рис.8 — без учета этого признака. Это означает, что только отсутствие жилок у растений 5 выборки изначально повлияло на расстояние относительно группы *ssp. minus*, следовательно, выборка действительно принадлежит группе.

Промежуточная группа

В состав этой группы входят выборки 8, 9, 10, 11. Растения, собранные на них, имели промежуточный габитус между *ssp. vitis-idaea* и *ssp. minus*. В среднем лист в этой группе в длину равен $8,39 \pm 0,28$ мм, в ширину $4,58 \pm 0,15$ мм, форма листа обратнойцевидная, черешок в длину $1,54 \pm 0,06$ мм, количество жилок на верхней стороне равно $7,46 \pm 0,24$, на нижней стороне — $5,50 \pm 0,29$. Эти данные означают, что растения группы имеют недостаточно большие листья, чтобы их отнести к *V. v. ssp. vitis-idaea*, и немного крупнее, чем у *ssp. minus*. Промежуточные формы встречаются в нижней части березового криволесья с доминированием в травяно-кустарничковом ярусе *Vaccinium vitis-ideae*, *V. uliginosum* и в мохово-лишайниковом ярусе *Cladonia stellaris*, *C. rangiferina* и *Pleurozium schreberi*.

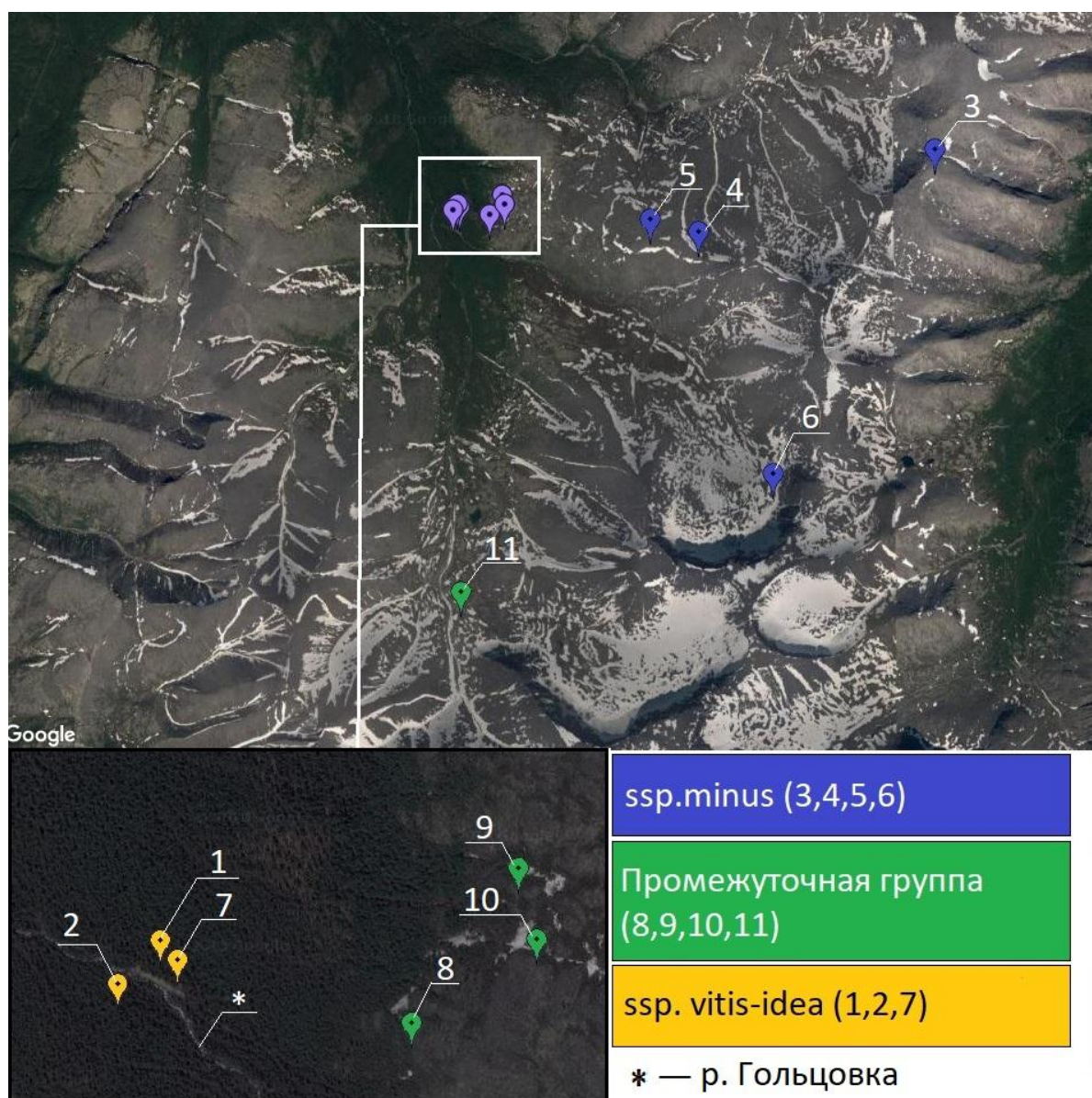


Рис.10 - Местоположение точек сбора растений

Также были исследованы новые признаки — количество и видимость боковых жилок на обеих сторонах листовой пластины.

Таблица 2 - Видимость и кол-во боковых жилок групп, видимость центральной жилки

	Группа <i>ssp. vitis-idaea</i>	Группа <i>ssp. minus</i>	Промежуточная группа
Видимость сверху	1,3 ± 0,03	1,02 ± 0,3	0,97 ± 0,03
Кол-во жилок сверху	7,8 ± 0,24	6,19 ± 0,18	7,46 ± 0,24
Видимость снизу	0,63 ± 0,06	0,21 ± 0,02	0,53 ± 0,03
Кол-во жилок снизу	5,6 ± 0,21	3,92 ± 0,31	5,50 ± 0,29
Видимость центр. жилки сверху	1,94 ± 0,06	1,85 ± 0,06	1,9 ± 0,03
Видимость центр. жилки снизу	1,86 ± 0,03	1,82 ± 0,04	1,87 ± 0,03

Таблица 3 - Расчетные данные достоверных различий

	Длина листа	Ширина листа	Длина до макс. пинны	%	Кол-во боков. жилок сверху	Видимость боков. жилок сверху	Кол-во боков. жилок снизу	Видимость боков. жилок снизу	Видимость центр. жилки сверху	Видимость центр. жилки снизу	Длина черешка	Длина побега
<i>Ssp. vitis-idaea – ssp. Minus</i>												
Разница ср. знач.	5,803	2,094	3,641	0,020	1,603	0,284	1,704	0,420	0,071	0,130	0,773	7,617
Общая ошибка среднего	0,259	0,133	0,169	0,006	0,151	0,044	0,129	0,033	0,032	0,035	0,039	0,063
Эмпирическое t значение	22,429	15,689	21,529	3,242	10,597	6,457	13,206	12,717	2,195	3,702	19,671	121,824
Пороговое t значение	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960
Достоверное различие	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть
<i>Ssp. vitis-idea – промежуточная группа</i>												
Разница ср. знач.	3,790	1,668	2,715	0,040	0,343	0,337	0,113	0,098	0,029	0,020	0,465	5,979
Общая ошибка среднего	0,280	0,138	0,178	0,007	0,164	0,047	0,149	0,039	0,032	0,033	0,046	0,081
Эмпирическое t значение	13,522	12,107	15,272	5,896	2,086	7,117	0,759	2,528	0,924	0,587	10,178	73,501
Пороговое t значение	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960
Достоверное различие	есть	есть	есть	есть	есть	есть	нет	есть	нет	нет	есть	есть
<i>Ssp. minus – промежуточная группа</i>												
Разница ср. знач.	2,013	0,426	0,925	0,020	1,260	0,053	1,591	0,322	0,042	0,150	0,308	1,638
Общая ошибка среднего	0,173	0,099	0,106	0,007	0,133	0,042	0,124	0,032	0,022	0,027	0,034	0,095
Эмпирическое t значение	11,624	4,299	8,756	3,051	9,454	1,261	12,851	10,159	1,929	5,462	9,113	17,325
Пороговое t значение	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960	1,960
Достоверное различие	есть	есть	есть	есть	есть	нет	есть	есть	нет	есть	есть	есть

Из таблиц 2 и 3 можно сделать вывод, что нет разницы в количестве боковых жилок на нижней стороне листьев группы *ssp. vitis-idaea* и промежуточной. В остальных случаях показано достоверное различие, значит, признак отчасти отвечает критерию специфичности. Но, если округлить до целых чисел количество жилок по группе, максимальная разница между *ssp. vitis-idaea* и *ssp. minus* составляет примерно две жилки, отличие примерно в одну жилку прослеживается между промежуточными формами и основными подвидами. Из-за небольшой разницы растет риск, что ошибка при подсчете жилок, вероятность которой высока (речь об этом идет в следующем абзаце), повлияет на отнесение растения к тому или иному подвиду. Это значит, что признак о количестве боковых жилок на листе можно учитывать в процессе определения, но он ненадежен.

Также стоит упомянуть зависимость количества жилок от их видимости. Была получена достоверная корреляция между двумя параметрами, она равна 0,8, т.е. является сильной положительной. Следовательно, чем хуже видны жилки, тем меньше их можно насчитать, поэтому в случае плохой видимости вероятность неправильно сосчитать жилки высока. Это еще одна причина, по которой подсчет боковых жилок листа не эффективен.

Видимость на верхней стороне листа всех групп, если округлять до целых значений, плохая (примерное значение 1). Нет достоверных различий только между промежуточной группой и *ssp. minus*, а разница при других сравнения измеряется десятными долями. Параметр отчасти соответствует критерию специфичности, но трудность заключается в том, что малые количественные различия практически невозможно перевести в качественные, поэтому мы не можем заметить на практике разницу в видимости верхних боковых жилок между любыми формами. Значит, признак не эффективен.

Все группы имеют достоверные различия в видимости нижних боковых жилок (критерий специфичности соблюдается). Но при округлении значений промежуточная группа и группа *ssp. vitis-idaea* имеют плохую видимость (примерно 1), и, как в случае с видимостью на верхней стороне, разницу в 0,1 никак нельзя перевести в качественную разницу. То есть признак бесполезен, если целью является различение растения *ssp. vitis-idaea* от промежуточной формы. Также, если округлять до целых чисел, жилки у растений группы *ssp. minus* снизу не видны (значение 0). Разница по признаку между группой *ssp. minus* и промежуточной группой в совокупности с *ssp. vitis-idaea* выражается качественно: видны ли жилки или нет. Это значит, что растения, принадлежащие *ssp. minus*, возможно отличить по данному параметру от растений *ssp. vitis-idaea* и промежуточных форм. Главным недостатком признака является, то, что грань между плохой видимостью и отсутствием жилок определена у каждого наблюдателя по-разному.

В определителях также предлагается для таксономирования учитывать то, как хорошо заметна центральная жилка листа. В таблице 2 продемонстрировано, что растения из всех групп имеют хорошо заметную центральную жилку на обеих сторонах листов (среднее значение параметра приближается к 2). То есть фактически критерий вариативности не соблюдается, при этом ожидалось, что для растений *V. v. ssp. minus* будет характерна малозаметная центральная жилка. Соответственно, можно сделать вывод, что данный признак не стоит учитывать в процессе определения.

Выводы

На территории Хибин произрастают *Vaccinium vitis-idaea ssp. vitis-idaea* и *ssp. minus*. Первый подвид имеет более крупные листья, чем второй, встречается у подножия гор в лесном поясе. Характерен для ельников и березняков с примесью сосны. Для *Vaccinium vitis-idaea ssp. minus* соответственно характерны мелкие листья. Подвид распространен в субальпийской и альпийской зонах. Встречается в кустарничково-куртинных и лишайниково-кустарничковых тундрах. Имеются промежуточные формы, у которых листья крупнее, чем у *ssp. minus*, и меньше, чем у *ssp. vitis-idaea*. Их ареал расположен между областями распространения основных подвидов в березовых криволесьях субальпийской зоны.

Исследование предложенных нами признаков показало, что подсчет боковых жилок на обеих сторонах листа можно использовать для определения, но лишь в качестве вспомогательного, поскольку разница между подвидами мала, а вероятность допустить ошибку при измерении высока.

Использование признака о видимости верхних боковых жилок не эффективно. По этому признаку достоверно не отличаются растения *ssp. minus* и промежуточные формы, в остальных случаях обнаруживается количественная разница, которую нельзя выразить качественно. С помощью видимости нижних боковых жилок можно отличить растения *ssp. minus* от *ssp. vitis-idaea* и промежуточных форм. Последние растения относительно друг имеют достоверные различия, но разницу между ними нельзя представить качественно. Также признаки в некоторой степени субъективны.

Признак видимости центральной жилки из определителей на практике не работает, так как оба подвида и их промежуточные формы в среднем с обеих сторон имели хорошо выраженную жилку.

Список литературы

- [1]. Б. А. Мишкин Флора Хибинских гор, ее анализ и история. — Из-во академии наук СССР, Москва-Ленинград, 1953. — 112 с.
- [2]. В. Б. Куваев Флора субарктических гор Евразии и высотное распределение ее видов М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. — 568 с.
- [3]. Куваев В. Б. Особенности формообразования у растений в субарктических горах и арктической зоне// бюллетень московского общества испытателей природы 2000. Т. 105 Вып. 5, с. 53-59.
- [4]. Н. А. Аврорин. Сем. Черничные — Vacciniaceae Lindl. // Флора Мурманской области. Вып. IV. Отв. ред. Пояркова А. И. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1959. С. 305–320.
- [5]. Виноградова В. М., Юрцев Б. А. Род *Vaccinium* L. — черника (брусника) // Арктическая флора СССР. Вып. VIII. Ред. Юрцев Б. А. Л., «Наука», 1980. С. 144–155.
- [6]. Виноградова В. М. Род черника — *Vaccinium* L. // Флора Европейской части СССР. Т. V. Отв. ред. Федоров Ан. А. Л., «Наука», 1981. С. 50–52.
- [7]. Кобелева Т. П. Сем. Vacciniaceae S. F. Gray — Брусничные // Флора северо-востока европейской части СССР. Т. IV. Семейства Umbelliferae–Compositae. Ред. Толмачев А. И. Л., «Наука», 1977. С. 43–47.
- [8]. Флора Сибири. Т. 11: *Rybolaseae* — *Lamiaceae* (*Labiatae*) / Сост. В.М. Доронькин, Н.К. Ковтонюк, В.В. Зуев и др.: В 14 т. — Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1997. — 296с.
- [9]. Атлас Мурманской области. М., 1971. 33 с.