

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

**Препринт**

**АНАТОМО—ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА  
ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ ХИБИН**

**Апатиты**

**1993**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА" ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКИЙ  
БОТАНИЧЕСКИЙ САД-ИНСТИТУТ

Препринт

АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА  
ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ ХИБИН

Апатиты

1993

Печатается по Постановлению Президиума  
ордена Ленина Кольского научного центра РАН

УДК 581.45:581.132(470.21)

Булычева Т.М., Кудрявцева О.В. - Анатомо-физиологическая характеристика листьев растений Хибин.

Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1993, 42 с.

Ответственный редактор - Лукьянова Л.М., канд.биол. наук.

Представлены результаты исследования анатомического строения и некоторых физиологических показателей ассимилирующих органов широко распространенных в горно-тундровом поясе Хибин видов растений разных жизненных форм и феноритмотипов. Материалы могут быть использованы исследователями ботаниками - интродукторами, флористами, физиологами растений.

Библиография - II наименований, таблиц - I, рисунков - 33.

Bulycheva T.M., Kudryavtseva O.V.

Anatomical and physiological characteristics of the plants' leaves in Khibiny.

Apatity publishing house of the Kolar Scientific Russian Academy of Sciences, 1993, 42 p.

There are presented the results of investigations of the anatomical structure and some assimilating organs' physiological proofs of widespread plants' species of mountain-tundra belt of Khibiny having different life forms and phenorythmic types. More than 30 pictures of anatomical structure of the leaves and the tables, illustrated the results of the measuring are given in the preprint. These materials may be used by the researchers and specialists of the different fields of botany introduction and physiology of plants.

Bibliography - 11 names, table - 1, drawings - 33.

Флора Мурманской области насчитывает 1162 вида растений (Флора ..., 1953, 1954, 1956, 1959, 1966; Раменская, Андреева, 1983). Своеобразие условий существования растений в Мурманской области, особенно в Хибинских горах, отмечено неоднократно (Серебряков, Куваев, 1952; Андреев, 1975; Филиппова, 1981; Лукьянова и др., 1986 и др.). Поэтому накопленные за годы исследований материалы, характеризующие строение ассимилирующих органов дикорастущих видов Хибин представляют интерес для исследователей ботаников, экологов, физиологов, интродукторов.

Описания растений чаще всего делают по морфологическим признакам, но для более полного познания закономерностей адаптации к экстремальным условиям важно знать и физиологические, и анатомические признаки, которые также характеризуют экологические приспособления (Дархер, Нахуцришвили, 1982). Несмотря на большой интерес к этому вопросу и значительное число публикаций, на уровне анатомических структур сведений об адаптации растений немного (Горьшина, 1989; Лукьянова и др., 1992).

Образцы для получения анатомических и физиологических показателей ассимилирующих органов отбирали в периоды начала цветения или полного завершения роста листьев у видов, произрастающих в горной кустарничковой тундре г. Расвумчорр (600 м н.у.м.). Содержание хлорофиллов определяли спектрофотометрическим методом (Lichtenthaler, Wellburn, 1983); интенсивность фотосинтеза — инфракрасным газоанализатором Infracalyt-4; площадь листьев — с помощью отпечатков на светочувствительной бумаге; анатомические показатели измерены и подсчитаны на поперечных и тангентальных срезах (световой микроскоп МБИ-3) в 10–30 кратной повторности (Мокроносков, Борзенкова, 1978; Горьшина, 1989). Рисунки сделаны с помощью рисовального аппарата РА-6, увеличение 20х20х1,5 (соответственно объектив, окуляр, рисовальный аппарат). Некоторые несовпадения рисунков и расчетных показателей объясняются выбором для зарисовки наиболее тонких, хорошо просматриваемых срезов.

СПИСОК ИЗУЧЕННЫХ ВИДОВ

Вечнозеленые кустарнички

*Dryas octopetala* L.  
*Empetrum hermaphroditum* Hager.  
*Loiseleuria procumbens* (L.) Desv.  
*Phyllodoce caerulea* (L.) Bab.  
*Andromeda polifolia* L.  
*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.  
*Vaccinium vitis-idaea* L.  
*Diapensia lapponica* L.  
*Linnaea borealis* L.

Листопадные кустарнички

*Salix reticulata* L.  
*S. polaris* Wahl.  
*Betula nana* L.  
*Sibbaldia procumbens* L.  
*Arctous alpina* (L.) Niedenzu  
*Vaccinium uliginosum* L.  
*V. myrtillus* L.

Летнезеленые травянистые многолетники

*Oxuria digyna* (L.) Hill.  
*Polygonum viviparum* L.  
*Trollius europaeus* L.  
*Papaver lapponicum* (A.Folm.) Nordh.  
*Alchemilla glomerulans* Bus.  
*Oxytropis sordida* (Willd.) Pers.  
*Geranium sylvaticum* L.  
*Viola montana* L.  
*Chamaenerion angustifolium* L. Scop.  
*Trientalis europaea* L.  
*Bartsia alpina* L.  
*Solidago lapponica* Wither.  
*Antennaria dioica* (L.) Gaertn.  
*Gnaphalium norvegicum* Gunn.  
*Taraxacum lapponicum* Hand.-Mazz.  
*Hieracium alpinum* L., coll.  
*Poa alpina* L.  
*Carex bigelowii* Torr. ex Schwein

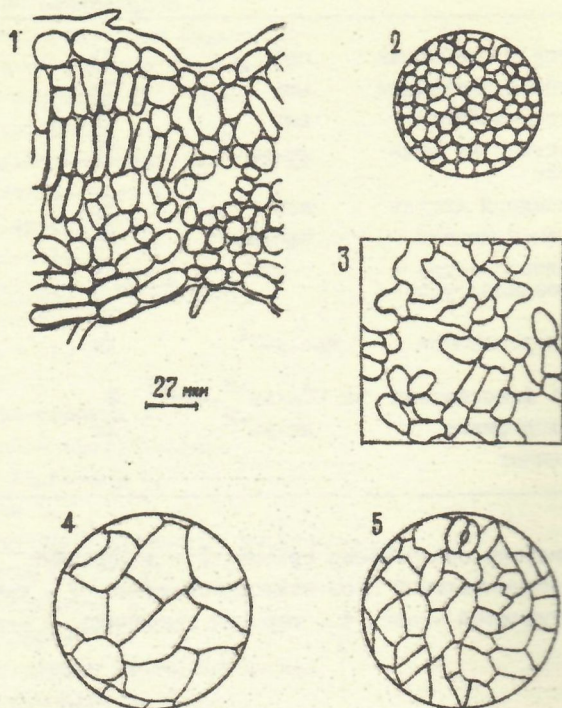
Количественные показатели  
фотосинтетического аппарата листа

Показатель	! Размерность !	Условное обозначение
I. Площадь листовой пластинки	см <sup>2</sup>	Пл
2. Толщина листовой пластинки	мкм	Тл
3. Толщина всего мезофилла	мкм	Тм
4. Количество устьиц на нижнем эпидермисе	шт·мм <sup>-2</sup>	у*
5. Диаметр палисадной клетки	мкм	Дпк
6. Объем палисадной клетки	тыс·мкм <sup>3</sup>	Опк
7. Количество хлоропластов в клетке (палисадной/губчатой)	шт	Хк
8. Количество хлоропластов в мезофилле	тыс·мм <sup>-2</sup>	Хм
9. Интенсивность фотосинтеза	мг СО <sub>2</sub> ·дм <sup>-2</sup> ·час <sup>-1</sup>	Ф
10. Содержание хлорофилла	мг·дм <sup>-2</sup>	Хл
11. Отсутствие данных		-

На каждом рисунке обозначения срезов: 1 - поперечный срез листа, 2 - тангентальный срез палисадной ткани, 3 - тангентальный срез губчатой ткани, 4 - верхний эпидермис, 5 - нижний эпидермис.

\* Наличие устьиц на верхнем эпидермисе.

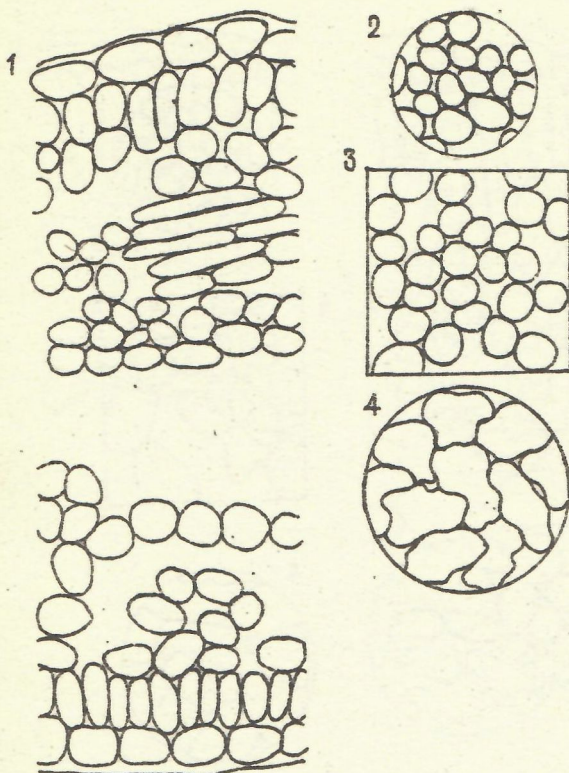
*Dryas octopetala*  
(арктоальпийский циркумполярный  
вид горного происхождения)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.6	186	163	62	11.0	3.1	11/10	331	6.9	4.1

Стелющийся кустарничек с ветвистым корневищем. Лист дорсо-вентрального типа, опушенный, коэффициент палисадности 0.60. Палисадная паренхима 2-3-слойная, клетка вытянутая, высота до 33 мкм, плотность 24.3 тыс·мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 3-слойная, клетки мелкие, в основном изодиаметрической формы, плотность 6.4 тыс·мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки прямолинейной конфигурации, клетки верхнего эпидермиса крупнее, чем нижнего и имеют толстую кутикулу. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.27·10<sup>-6</sup> мкг.

*Empetrum hermaphroditum*  
(гипоарктический евразийский вид)

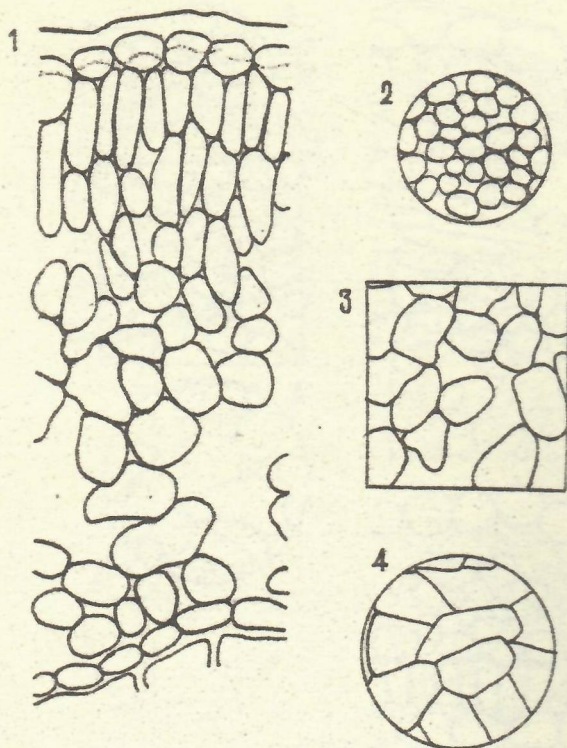


Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.04	490	452	-	19	9.9	23/20	178	4.6	3.1

Вечнозеленый кустарничек. Лист изолатерального типа, коэффициент палисадности 0.16. Палисадная паренхима I-слоиная, клетка вытянутая, на верхней стороне крупнее, чем на нижней, высота до 35 мкм, плотность 2.8 тыс·мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима многослойная с большим объемом межклетников, клетка мелкая, изодиаметрической формы, плотность 5.7 тыс·мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки слабо извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.73·10<sup>-6</sup> мкг.

*Loiseleuria procumbens*

(арктоальпийский суббореальный циркумполярный вид)

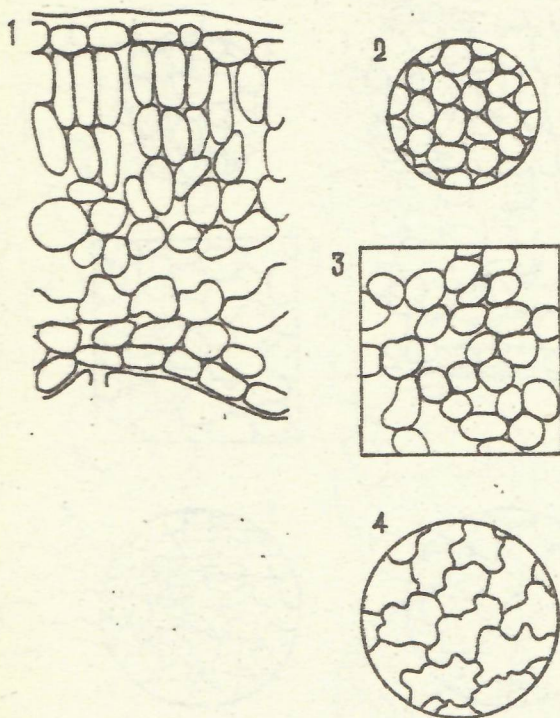


Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.12	318	309	-	17.3	9.1	21/19	278	4.6	3.5

Вечнозеленый кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.40. Палисадная паренхима 2-3-слойная, клетка вытянутая, высота до 39 мкм, плотность 10 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-5-слойная с крупными межклетниками, клетки крупные, изопалисадной и удлинённой параллельно поверхности формы, плотность 3.6 тыс.мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки прямолинейной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.21·10<sup>-6</sup>мкг.

*Phyllocladus saccubus*

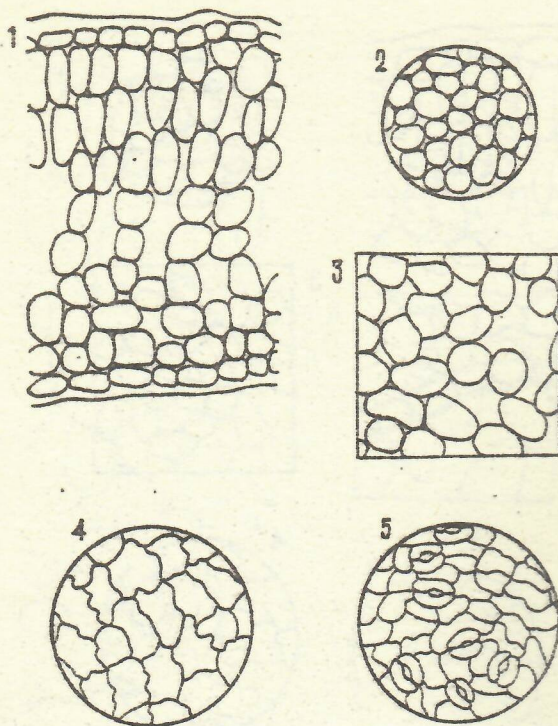
(арктоальпийский суббореальный циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.06	310	146	-	14.5	6.5	12/10	135	2.1	2.3

Вечнозеленый кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.50. Палисадная паренхима 2-слойная, клетка вытянутая, высота до 40 мкм, плотность  $11.3 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима 3-слойная, клетки мелкие, изодиаметрической формы, плотность  $9.5 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $1.70 \cdot 10^{-6}$  мкг.

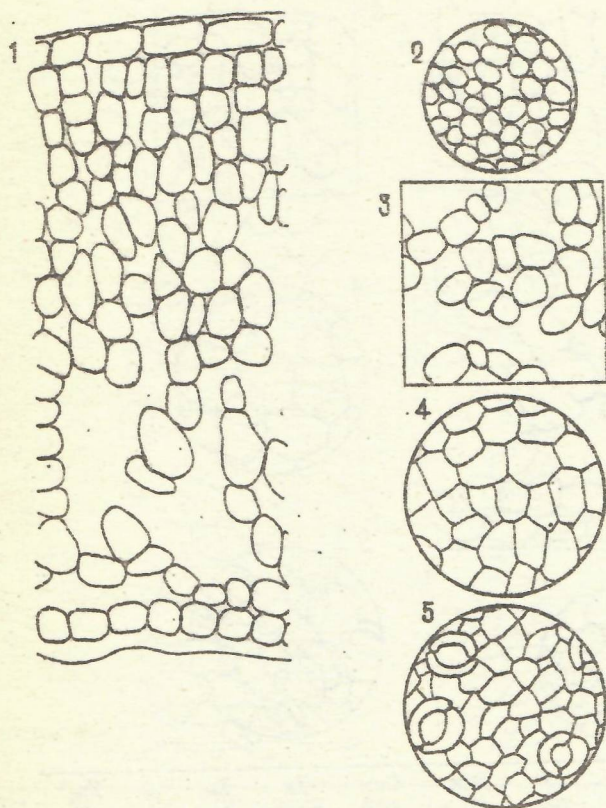
*Andromeda polifolia*  
(гипоарктический циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Длк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.20	256	217	198	15	7.0	21/17	270	6.8	6.6

Вечнозеленый кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.50. Палисадная паренхима 2-3-слойная, клетка вытянутая, высота до 40 мкм, плотность  $8.9 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима 4-5-слойная, клетки крупные изодиаметрической формы, плотность  $4.4 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки извилистой конфигурации, клетки верхнего эпидермиса крупнее, чем нижнего. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $2.44 \cdot 10^{-6} \text{ мкг}$ .

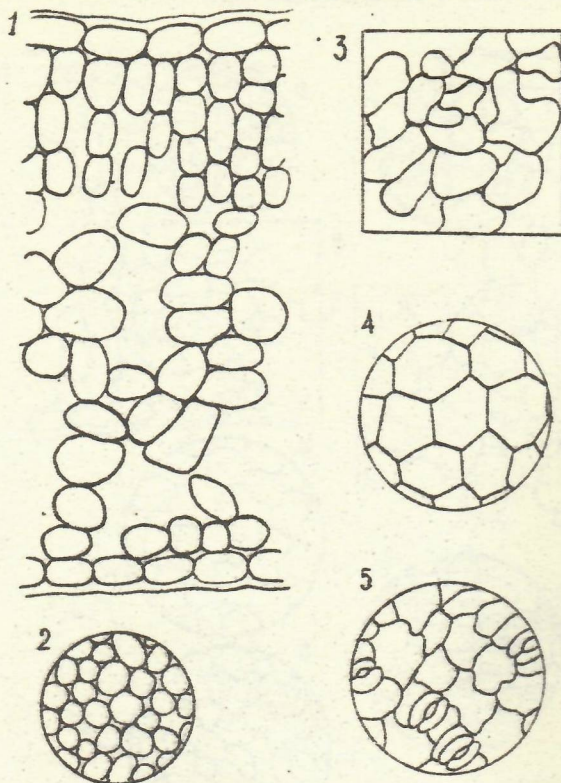
*Arctostaphylos uva-ursi*  
(бореальный циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Ул
0.90	543	466	85	18.6	6.8	23/19	742	8.9	3.6

Вечнозеленый стелющийся кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.38. Палисадная паренхима 3-4-слойная, клетка округлой формы, высота до 25 мкм, плотность  $11.6 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима многослойная с большими межклетниками, клетки крупные, изодиаметрической формы, плотность  $25 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки прямолинейной конфигурации, клетки верхнего эпидермиса крупнее, чем нижнего. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $0.47 \cdot 10^{-6} \text{ мкг}$ .

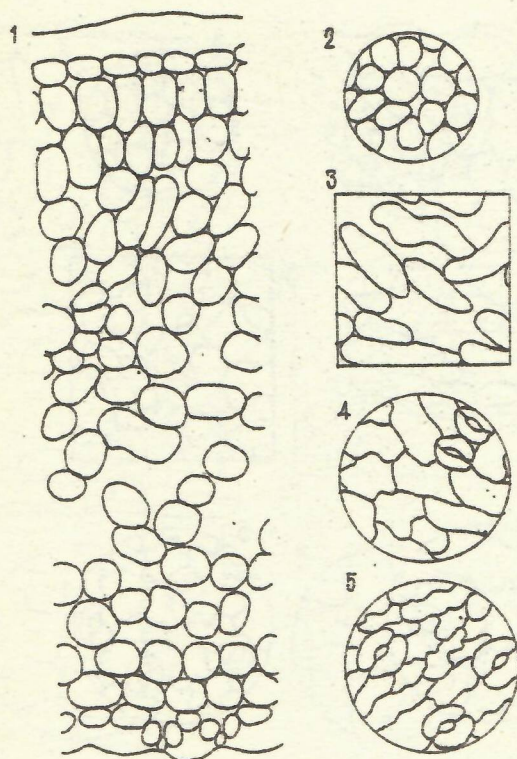
*Vaccinium vitis-idaea*  
(гипоарктический циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.50	357	317	262	15.3	5.7	11/14	218	4.5	2.4

Корневищный вечнозеленый кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.38. Палисадная паренхима 3-4-слойная, клетка слабовытянутой формы, высота до 31 мкм, плотность 10.3 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима многослойная, клетки крупные изодиаметрической и удлиненной параллельно поверхности формы, плотность 7 тыс.мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки верхнего эпидермиса прямолинейной конфигурации, а нижнего - слабоизвилистой. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.1·10<sup>-6</sup>мкг.

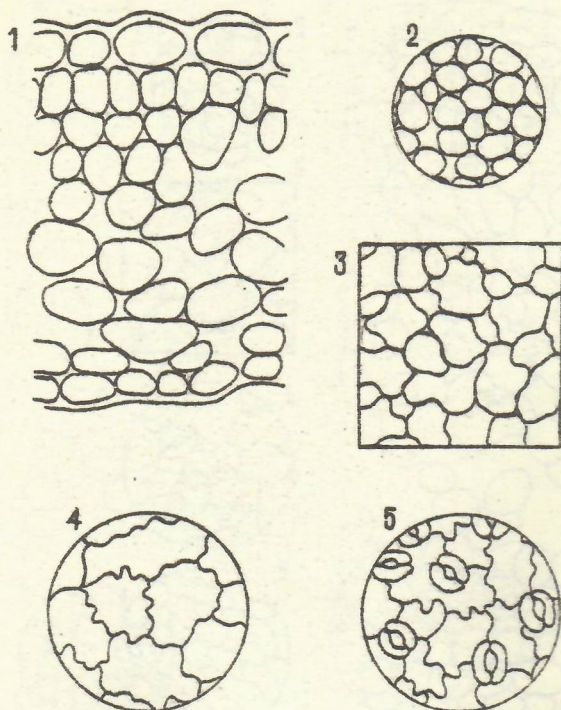
*Diapensia lapponica*  
(арктогорно-тундровый амфитлантический арктический вид)



Пл	Тл	Тм	у*	Длк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.34	480	411	282	19.5	9.6	25/22	362	-	1.9

Вечнозеленый кустарничек, образующий подушки. Лист дорсо-вентрального типа, коэффициент палисадности 0.27. Палисадная паренхима 2-3-слойная, клетки слабовытянутой формы, высота до 32 мкн, плотность 7.8 тыс·мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима многослойная, клетки крупные, удлиненные параллельно поверхности, плотность 7.6 тыс·мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки извилистой конфигурации, клетки верхнего эпидермиса крупнее, чем нижнего. Содержание хлорофилла в хлоропласте 0.52·10<sup>-6</sup> мкг.

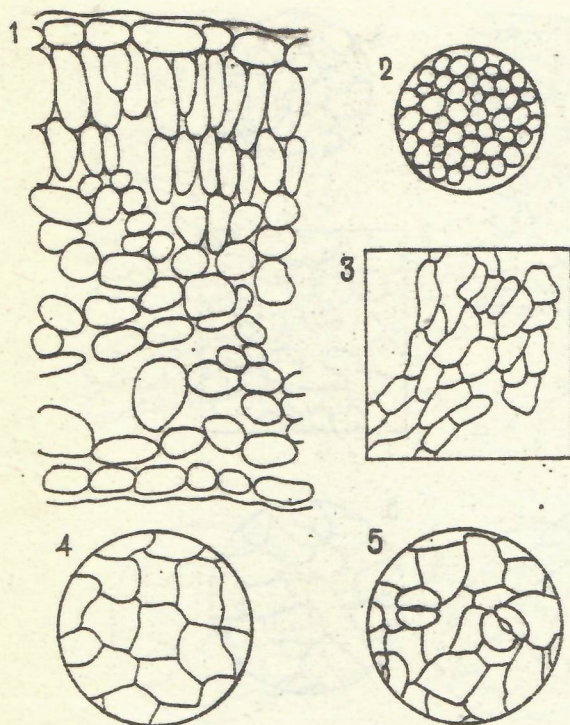
*Linnaea borealis*  
(бореальный циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Длк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.51	192	143	427	17.6	7.3	16/20	138	2.3	1.2

Стелющийся кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.42. Палисадная паренхима 2-слоиная; клетка небольшая, высота до 30 мкм, плотность  $6.5 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима 3-слоиная; клетки крупные, удлиненные параллельно поверхности, плотность  $1.5 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $0.90 \cdot 10^{-6} \text{ мкг}$ .

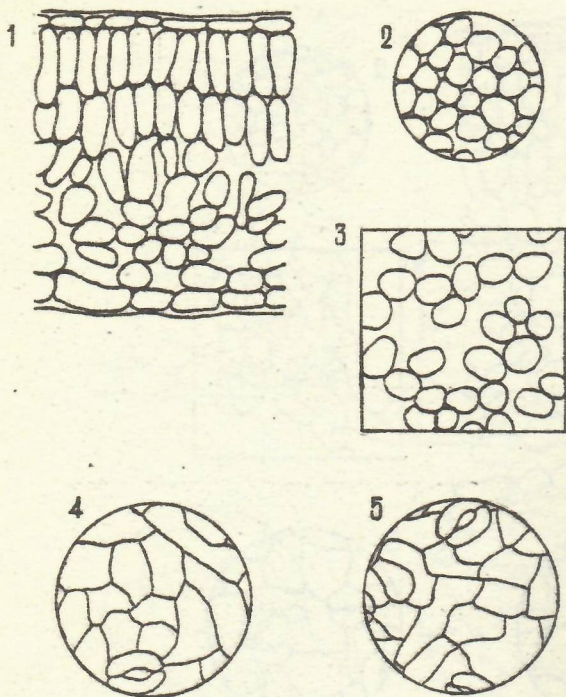
*Salix reticulata*  
(арктоальпийский циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
4.30	289	256	85	14	6.5	13/13	296	7.5	3.4

Листопадный карликовый кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.33. Палисадная паренхима 2-слойная, клетка удлиненная, высота до 42 мкм, плотность 10.2 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 6-слойная, клетки мелкие, изодиаметрической и удлиненной параллельно поверхности формы, плотность 12.1 тыс.мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки прямолинейной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.15·10<sup>-6</sup> мкг.

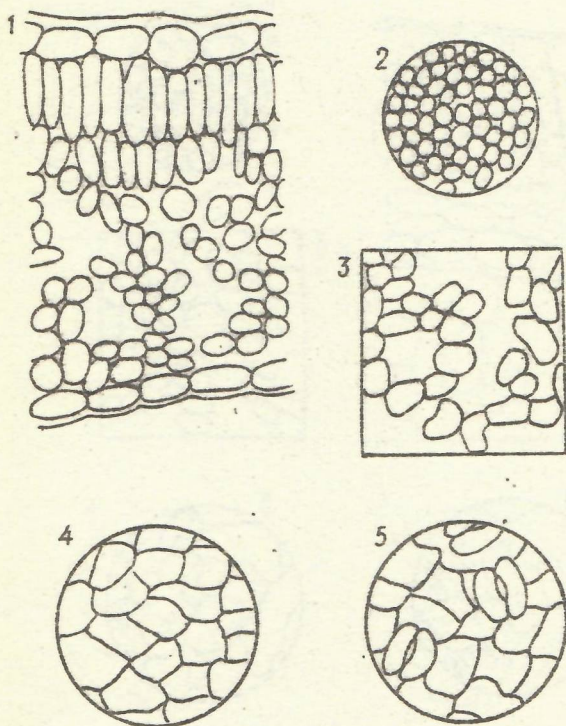
*Salix polaris*  
(арктоальпийский циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	у*	Длк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
1.60	147	123	92	17	6.8	17/13	215	9.2	3.0

Листопадный карликовый кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.58. Палисадная паренхима 2-слойная, клетка вытянутая, высота 30 мкм, плотность 8.6 тыс. мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 3-4-слойная, клетки мелкие, изодиаметрической формы, плотность 5 тыс. мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки прямолинейной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.40 · 10<sup>-6</sup> мкг.

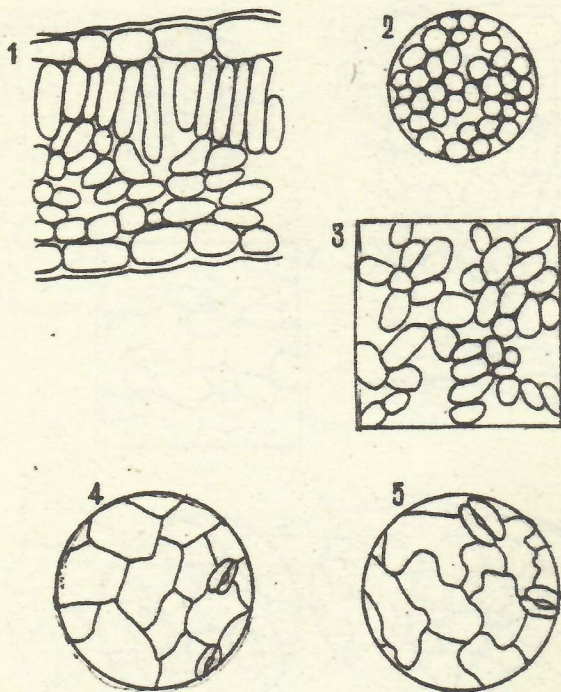
*Betula nana*  
(гипоарктический амфиатлантический вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.90	249	194	106	11.0	3.8	13/10	334	6.1	3.3

Листопадный кустарник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.41. Палисадная паренхима 2-слояная, клетки узкая, вытянутая, высота до 40 мкм, плотность 16.5 тыс·мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 5-6-слояная с большими межклетниками, клетки мелкие, изодиаметрической формы, плотность 11.6 тыс·мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки прямолинейной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 0.98·10<sup>-6</sup> мкг.

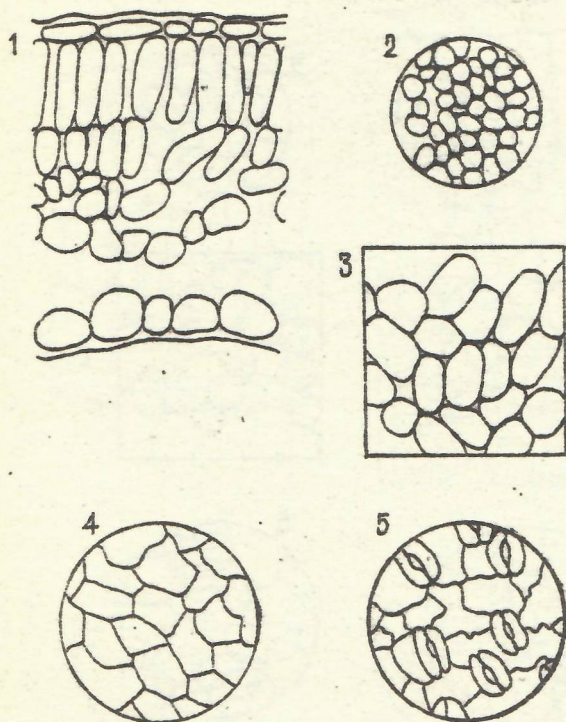
*Sibbaldia procumbens*  
(арктоальпийский циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	у*	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
-	136	100	123	10	3.8	13/14	393	3.0	3.2

Листопадный полукустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.48. Палисадная паренхима 1-слоистая, клетка узкая, вытянутая, высота до 48 мкм, плотность 10.0 тыс. мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 3-слоистая; клетки мелкие, удлиненной параллельно поверхности формы, плотность 18.7 тыс. мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки крупные, прямолинейной конфигурации, на нижней стороне чуть извилистой. Содержание хлорофилла в хлоропласте 0.83 · 10<sup>-6</sup> мкг.

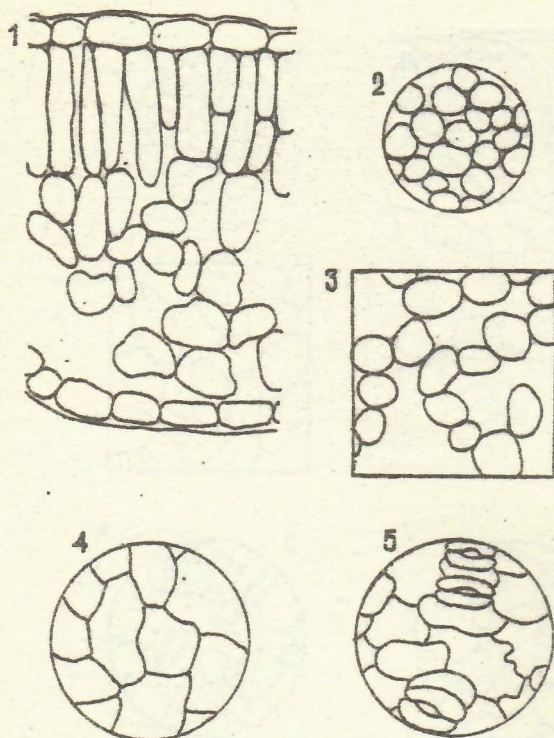
**Arctous alpina**  
(гипсарктический циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
1.3	209	170	401	10	3.3	21/23	437	10.2	3.2

Листопадный стелющийся кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.37. Палисадная паренхима 1-2-слойная, клетка вытянутая, высота до 42 мкм, плотность 15 тыс.  $\text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима 3-слойная с большими межклетниками, клетки крупные, удлинённой параллельно поверхности формы, плотность 5 тыс.  $\text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки небольшие, прямолинейной конфигурации на верхнем эпидермисе и чуть извилистой на нижнем. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $0.73 \cdot 10^{-6}$  мкг.

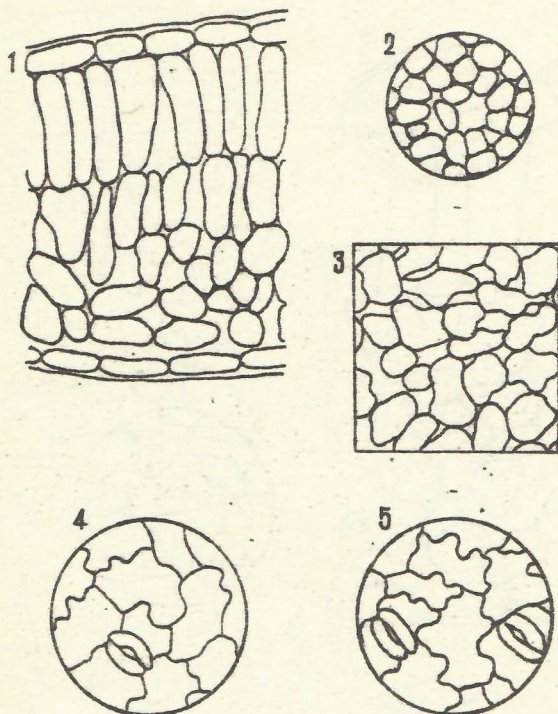
*Vaccinium uliginosum*  
( гипоарктический циркумполярный вид )



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.9	212	163	198	16.9	11.9	24/17	145	3.0	3.3

Листопадный кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.42. Палисадная паренхима 1-2-слойная, клетка очень вытянутая, высота до 70 мкм, плотность  $4.5 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима 3-4-слойная, с большими межклетниками, клетки крупные, удлиненной перпендикулярно поверхности формы, плотность  $2.1 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки крупные, прямолинейной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $2.27 \cdot 10^{-6}$  мкг.

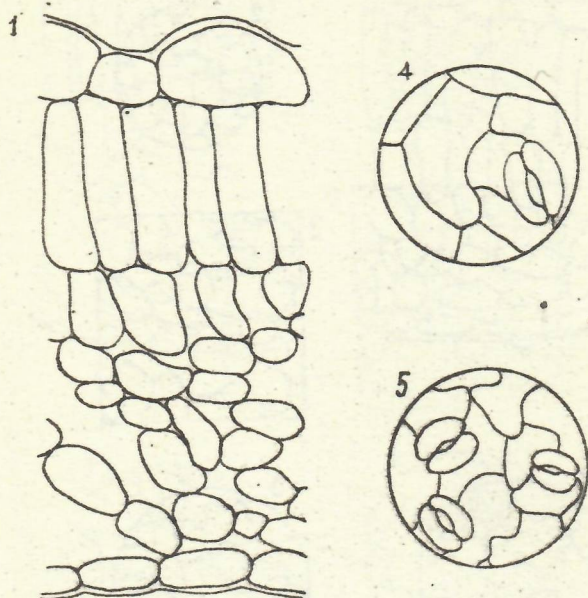
*Vaccinium myrtillus*  
( бореальный циркумполярный вид )



Пл	Тл	Тм	у*	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.30	163	125	154	12.5	6.1	11/9	189	6.8	1.8

Листопадный кустарничек. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.40. Палисадная паренхима 1-2-слойная, клетка очень вытянутая, высота до 50 мкм, плотность 12.8 тыс. · мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 2-3-слойная, клетки удлиненной перпендикулярно и параллельно поверхности формы, плотность 5.2 тыс. · мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки извилистой конфигурации, крупные. Содержание хлорофилла в хлоропласте 0.9 · 10<sup>-6</sup> мкг.

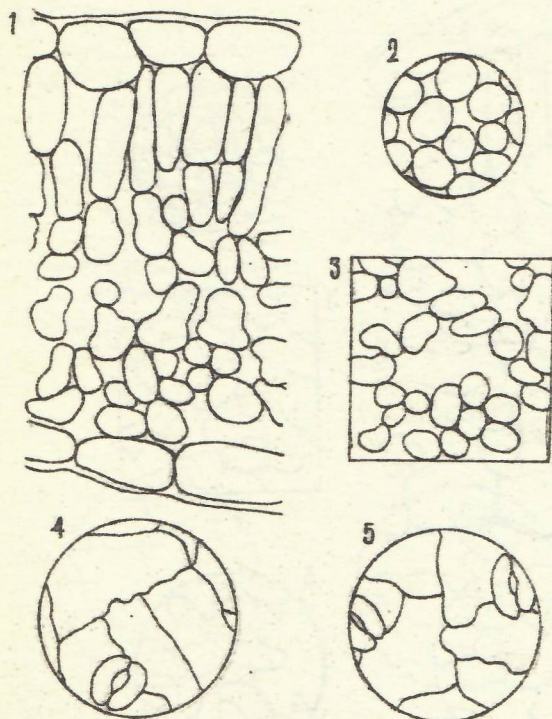
*Oxuria digyna*  
(арктоальпийский циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	у*	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
4.50	405	343	154	31	54.7	59/30	224	9.7	2.5

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.42. Палисадная паренхима 2-слойная, клетка очень крупная, высота клеток I ряда до 85 мкм, плотность 1.1 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-5-слойная, клетки крупные, удлиненной параллельно поверхности формы, плотность 5.2 тыс.мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки крупные, прямолинейной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.11·10<sup>-6</sup>мкг.

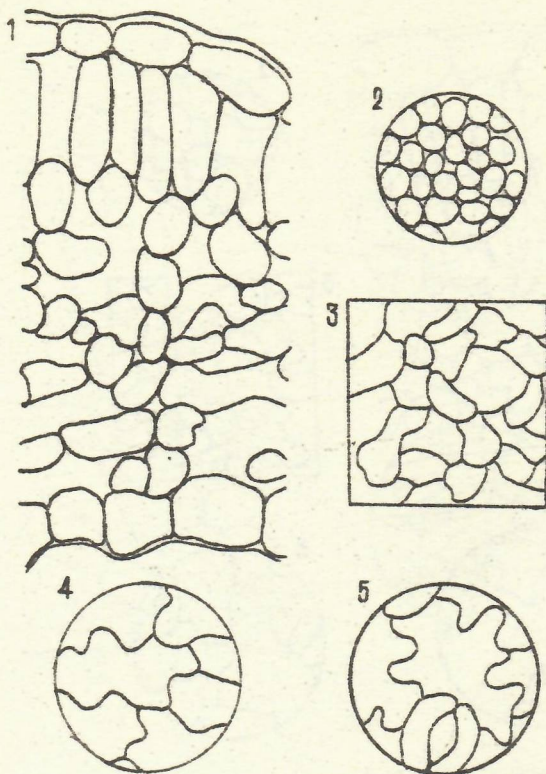
*Polygonum viviparum*  
(циркумполярный арктоальпийский вид)



Пл	Тл	Тм	у*	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
3.5	280	2II	3II	16	13.6	21/15	242	11.0	6.2

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.42. Палисадная паренхима I-2-слойная, клетка крупная, вытянутая, высота I ряда до 65 мкм, плотность  $5.5 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима 4-5-слойная, клетки мелкие, изодиаметрической и удлиненной перпендикулярно поверхности формы, плотность  $8.5 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки крупные, прямолинейной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $2.56 \cdot 10^{-6}$  мкг.

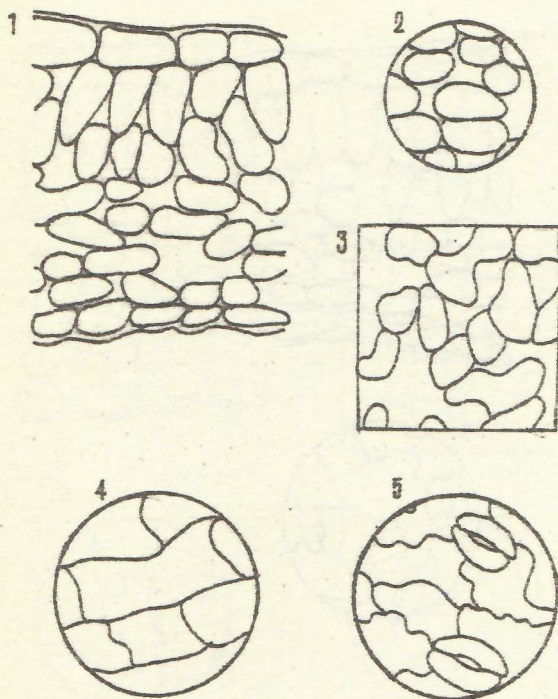
*Trollius europaeus*  
(бореальный европейский вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
33.0	305	248	79	23.8	32.0	27/27	129	6.1	2.9

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.29. Палисадная паренхима 1-слоеная, клетка крупная, вытянутая, высота до 72 мкм, плотность 1.8 тыс·мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-5-слоеная, клетки изодиаметрической и удлиненной параллельно поверхности формы, плотность 3.0 тыс·мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки крупные, извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $2.24 \cdot 10^{-6}$  мкг.

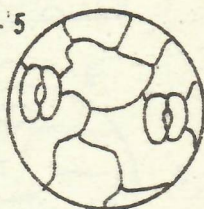
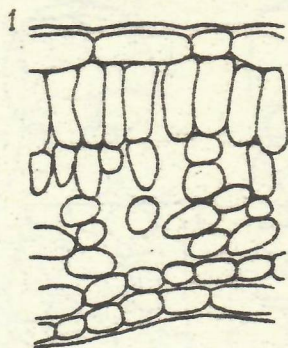
*Paraver laponicum*  
(эндем Кольского полуострова)



Пл	Тл	Тм	У	Длк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
1.0	348	310	92	25	24.1	46/28	271	14.0	3.6

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.43. Палисадная паренхима 2-слойная, клетка крупная, высота до 50 мкм, плотность 3.2 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-слойная, клетки удлинённой параллельно поверхности формы, плотность 4.4 тыс.мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки крупные, на верхнем эпидермисе прямолинейной конфигурации, на нижнем - извилистой. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $1.4 \cdot 10^{-6}$  мкг.

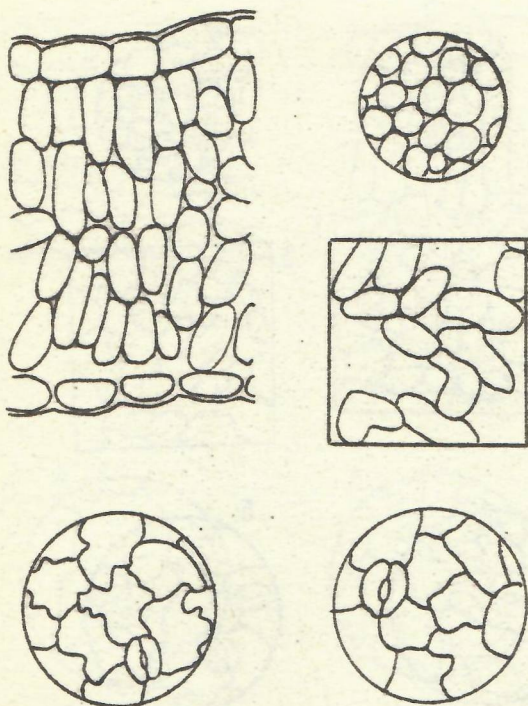
*Alchemilla glomerulans*  
(амфиатлантический вид)



Пл	Тл	Тм	У*	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
-	162	123	86	16.2	9.5	37/30	308	11.8	3.1

Летнезеленый травянистый корневищный многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.41. Палисадная паренхима 1-2-слойная, клетка крупная, вытянутая, высота до 46 мкм, плотность 3.8 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-5-слойная, клетки изодиаметрической формы и удлиненной параллельно поверхности. Эпидермальные клетки извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.02·10<sup>-6</sup>мкг.

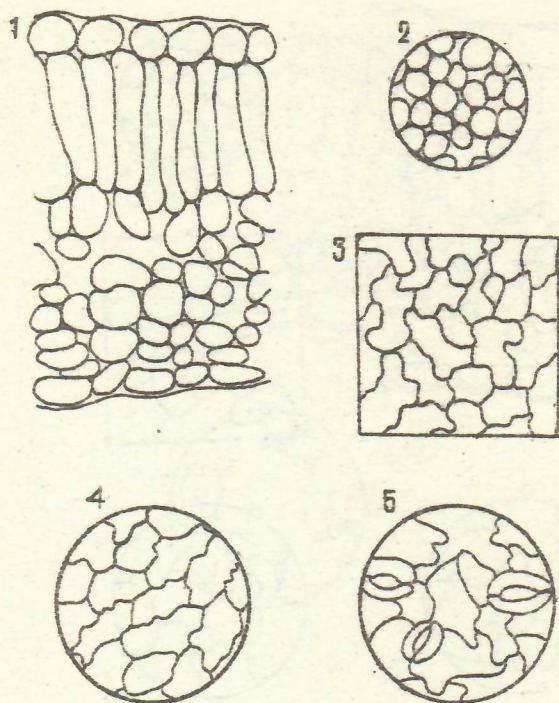
*Oxytropis sordida*  
(арктоальпийский евразийский вид)



Пл	Тл	Тм	у*	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
-	220	171	93	17	9.7	28	387	12.0	5.5

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист изопалисадного типа. Паренхима 4-5-слойная, клетка крупная, высота до 50 мкм, плотность 13.8 тыс·мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки крупные, изви-  
листой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $1.4 \cdot 10^{-6}$  мкг.

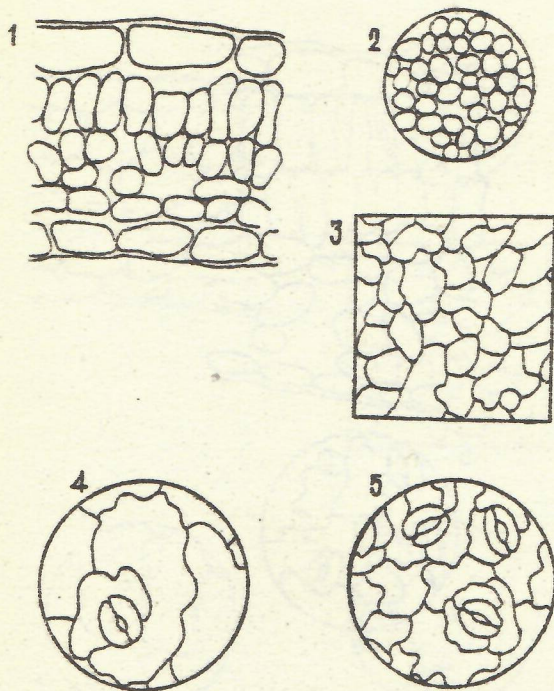
*Geranium sylvaticum*  
(бореальный евразийский вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Опк	Хп	Хм	Ф	Хл
-	193	156	160	17.0	16.5	25/17	124	7.2	3.4

Летнезеленый травянистый многолетник, корневищный. Лист дорсвентрального типа, коэффициент палисадности 0.47. Палисадная паренхима 1-слойная, клетка крупная, высота до 70 мкм, плотность 3.6 тыс. мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-5-слойная, клетки мелкие, удлинённой параллельно поверхности формы. Эпидермальные клетки извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 2.8 · 10<sup>-6</sup> мкг.

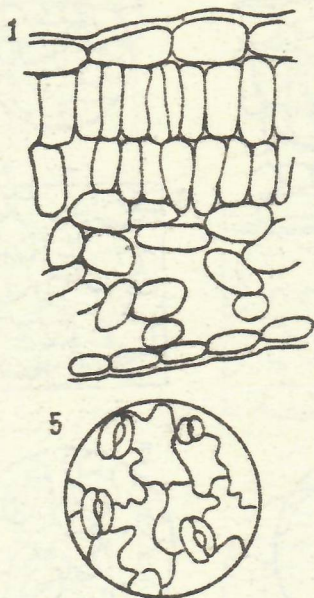
*Viola montana*  
(бореальный евразийский вид)



Пл	Тл	Тм	У*	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
1.9	200	136	108	15	6.1	25/28	250	2.9	2.1

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.58. Палисадная паренхима 1-2-слойная, клетка мелкая, слабовытянутая, высота до 35 мкм, плотность 7.2 тыс·мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 2-слойная, клетки мелкие, удлиненной параллельно поверхности формы. Эпидермальные клетки крупные, извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 0.8·10<sup>-6</sup>мкг.

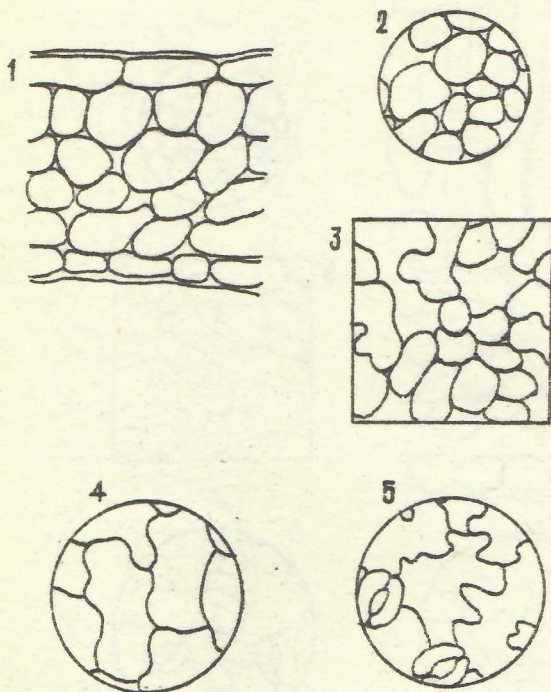
*Chamaenerion angustifolium* L. Scop  
(бореальный циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Длп	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
4.2	195	162	-	21.6	17.6	18/13	315	9.3	2.3

Летнезеленый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.58. Палисадная паренхима 2-слойная, клетка крупная, вытянутая, высота до 48 мкм, плотность 13.1 тыс·мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 3-4-слойная, клетки удлиненной параллельно поверхности формы, плотность 5.6 тыс·мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 0.73·10<sup>-6</sup> мкг.

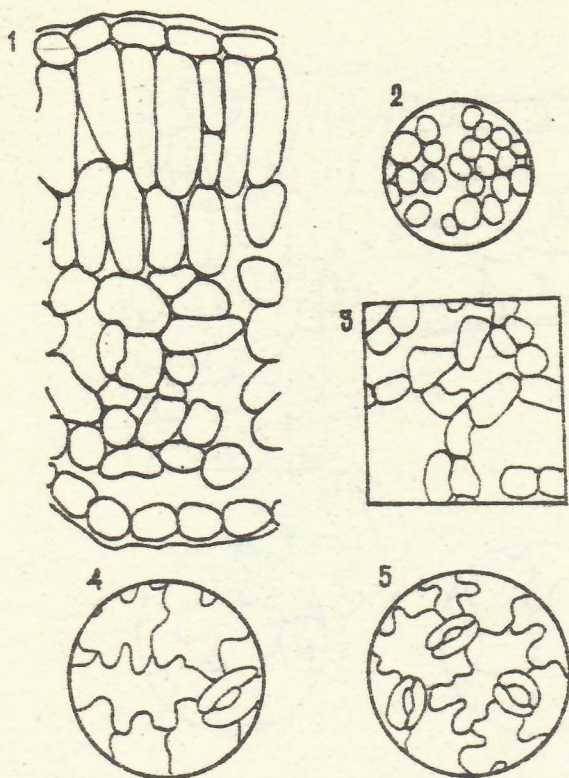
*Trientalis europaea*  
(бореальный евразийский вид)



Пл	Тл	Тм	У	Длк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
1.8	90	70	208	-	-	47	400	0.8	2.0

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист изоморфно-губчатого типа. Паренхима 4-слойная. Клетки верхнего слоя изодиаметрической формы, а нижних слоев - удлиненной параллельно поверхности формы. Эпидермальные клетки крупные, извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $0.5 \cdot 10^{-6}$  мг.

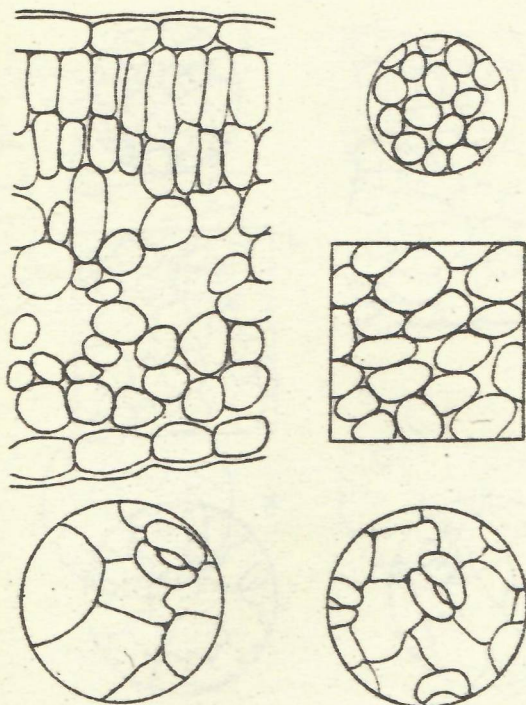
*Bartsia alpina*  
(арктоальпийский циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У <sup>ж</sup>	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
1.9	261	223	92	17.5	10.5	26/22	268	5.1	2.8

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.45. Палисадная паренхима 2-слойная, клетки крупная, вытянутая, высота до 50 мкм, плотность 7.6 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-слойная, клетки некрупные, удлиненной перпендикулярно и параллельно поверхности формы, плотность 3.4 тыс.мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $1.0 \cdot 10^{-6}$  мкг.

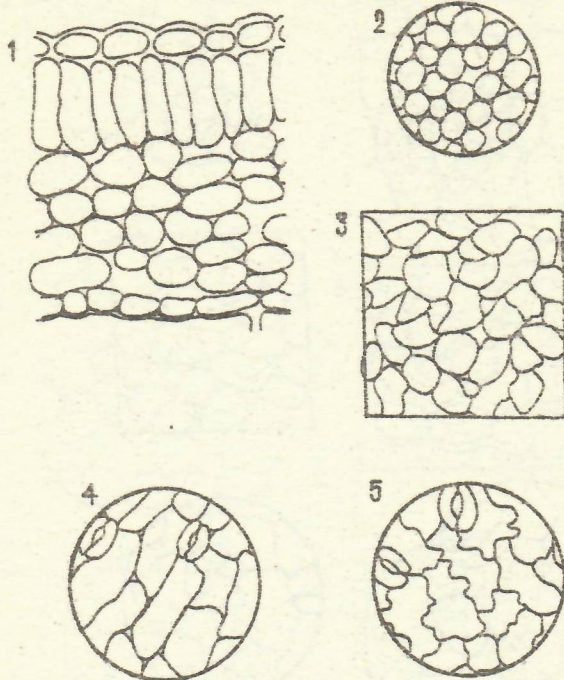
*Solidago lapponica*  
(эндем Северной Финноскандии)



Пл	Тл	Тм	У*	Длк	Олк	Хк	Хм	Ф	Хл
16.0	218	173	127	15.6	7.6	14/14	376	6.5	3.6

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.43. Палисадная паренхима 2-слоенная, клетка вытянутая, высота до 40 мкм, плотность 17.4 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 5-7 слоенная, клетки мелкие, изодиаметрической формы, плотность 8.7 тыс.мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки крупные, почти прямоугольной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.0·10<sup>-6</sup>мкг.

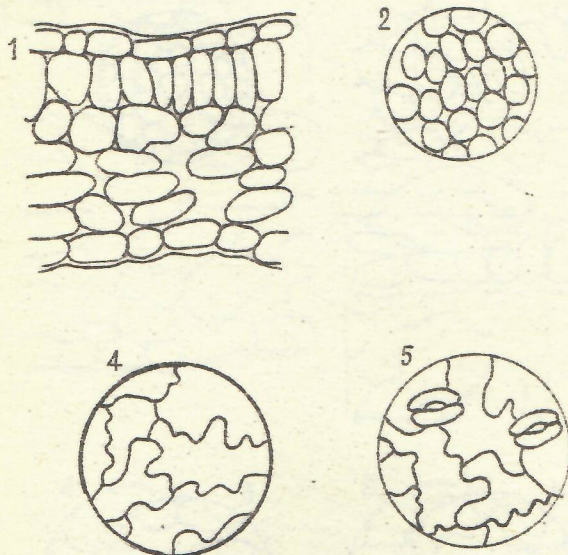
*Antennaria dioica*  
(плоризональный евразийский вид)



Пл	Тл	Тм	$y^*$	Дпк	Спк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.3	218	188	69	15	8.8	18/17	121	5.4	4.1

Летнезимнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсо-вентрального типа, коэффициент палисадности 0.38. Палисадная паренхима 1-2 слойная, клетка вытянутая, высота до 50 мкм, плотность  $6.7 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима 4-5 слойная, клетки некрупные, удлиненной параллельно поверхности формы, плотность  $10 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки верхнего эпидермиса прямолинейной, а нижнего извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $1.4 \cdot 10^{-6}$  мкг.

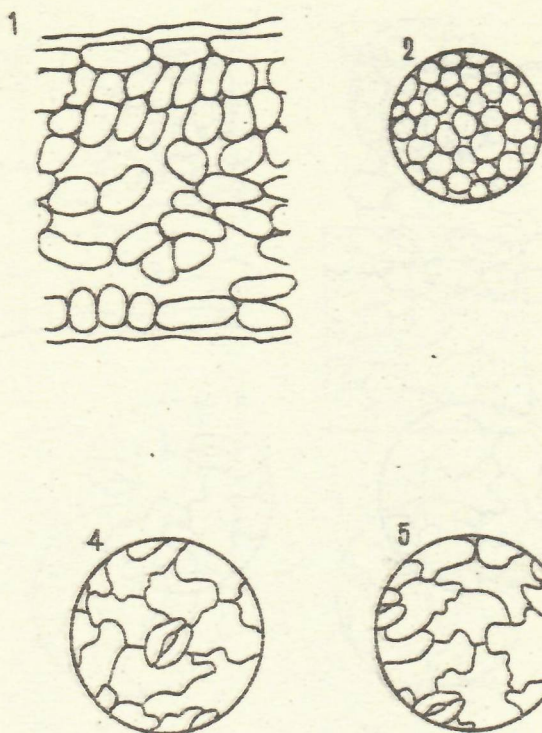
*Gnaphalium norvegicum*  
(гипоарктический циркумполярный вид)



Пл	Тл	Тм	У	Длп	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
-	185	148	41	21	13.8	-	-	3.6	3.0

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.26. Палисадная паренхима 1-слойная, клетка небольшая, удлинённая, высота до 40 мкм, плотность  $20.9 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Губчатая паренхима 4-слойная, клетки крупные, удлинённой параллельно поверхности формы, плотность  $10 \text{ тыс} \cdot \text{мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки крупные, извилистой конфигурации.

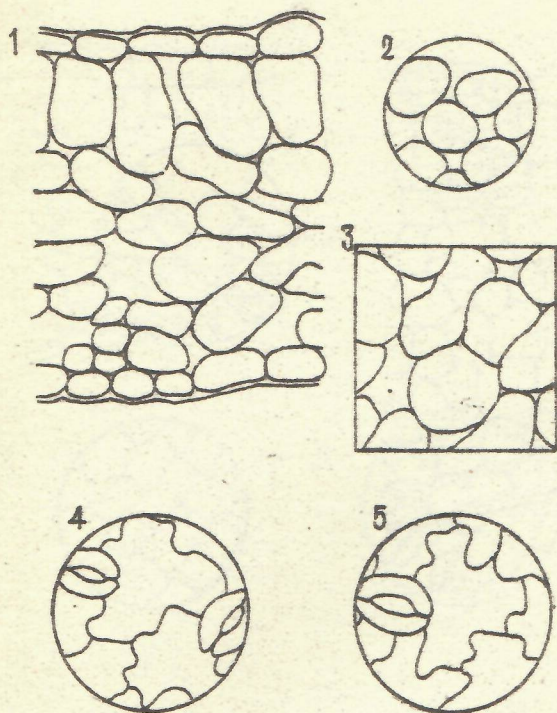
*Tagaxasum lapponicum*  
(европейский вид)



Пл	Тл	Тм	у <sup>ж</sup>	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
9.2	218	176	123	21	10.4	29/31	244	8.7	4.5

Летнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.26. Палисадная паренхима 1-2-слойная, клетка мелкая, высота до 30 мкм, плотность 3.3 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-слойная, клетки удлиненной параллельно поверхности формы, плотность 4.8 тыс.мм<sup>-2</sup>. Эпидермальные клетки извилистой конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте 1.9·10<sup>-6</sup> мкг.

*Hieracium alpinum*  
(арктоальпийский амфиатлантический вид)

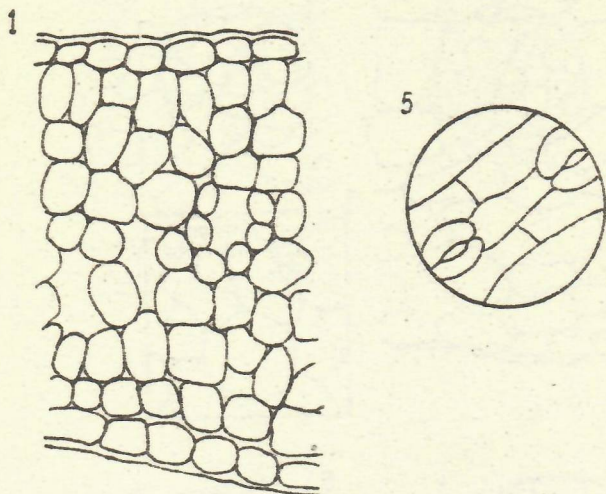


Пл	Тл	Тм	У*	Дпк	Опк	Хк	Хм	Ф	Хл
2.3	330	295	84	26	31.8	53/40	247	8.2	3.8

Легнезеленый травянистый многолетник. Лист дорсовентрального типа, коэффициент палисадности 0.41. Палисадная паренхима 1-2-слойная, клетка очень крупная, удлиненная, высота до 60 мкм, плотность 3 тыс.мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима 4-слойная, клетки крупные, удлиненной параллельно поверхности формы. Эпидермальные клетки извилистой формы с устьицами на двух сторонах. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $1.5 \cdot 10^{-6}$  мкг.

*Poa alpina* L.

(арктоальпийский циркумполярный вид)

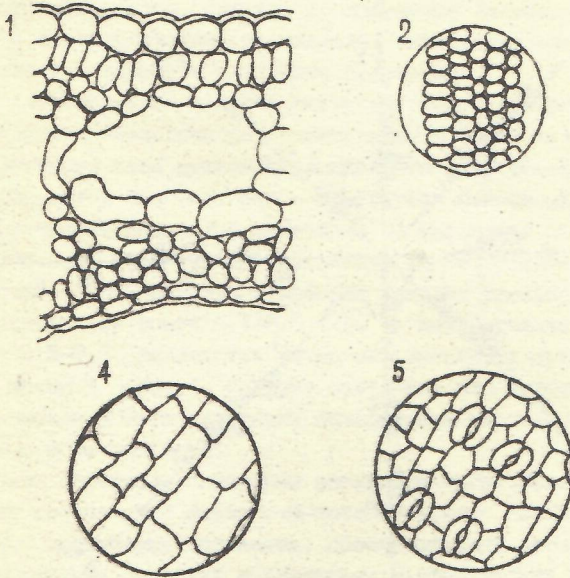


Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Спк	Хк	Хм	Ф	Хл
3.1	225	181	52	-	-	38	641	2.3	2.2

Рыхлодерновинный гемикриптофит, злак. Лист изоморфный. Паренхима 6-слойная, клетки крупные изодиаметрической формы, плотность  $16.7 \text{ тыс. мм}^{-2}$ . Эпидермальные клетки прямолинейной конфигурации. Содержание хлорофилла в хлоропласте  $0.91 \cdot 10^{-6}$  мкг.

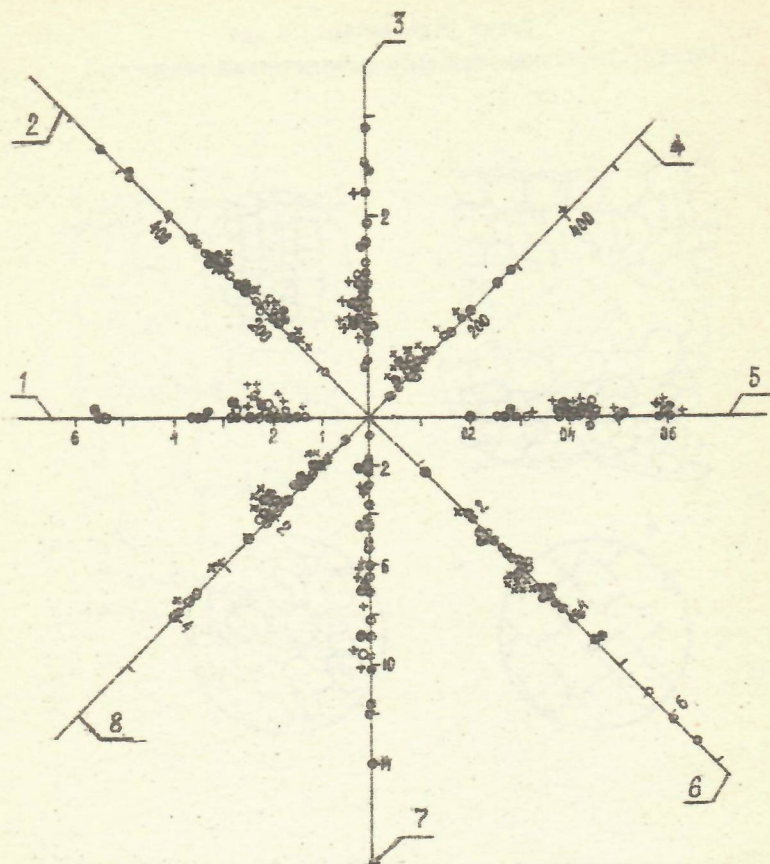
*Carex bigelowii*

(арктогорно-тундровый амфиатлантический вид)



Пл	Тл	Тм	У	Дпк	Спк	Хк	Хм	Ф	Хл
0.75	225	194	263	13	2.5	13	-	1.8	2.7

Летне-зимнезеленый корневищный геофит. Лист изолатерального типа. Палисадная паренхима 1-слойная, клетка мелкая, высокая, высота 19 мкм, плотность 5.9 тыс-мм<sup>-2</sup>. Губчатая паренхима многослойная, клетка мелкая, изодиаметрической формы. Эпидермальные клетки мелкие, прямолинейной конфигурации.



Распределение величин некоторых анатомо-физиологических показателей листа растений Хибин.

1 - удельный вес листа ( $\text{г сырой массы} \cdot \text{дм}^{-2}$ ); 2 - толщина листа ( $\text{мм}$ ); 3 - содержание хлорофилла в хлоропласте ( $\text{п} \cdot 10^{-6} \text{ мкг}$ ); 4 - количество устьиц на нижнем эпидермисе ( $\text{шт} \cdot \text{мм}^{-2}$ ); 5 - коэффициент палисадности; 6 - содержание хлорофилла ( $\text{мг} \cdot \text{дм}^{-2}$ ); 7 - интенсивность фотосинтеза ( $\text{мг} \text{CO}_2 \cdot \text{дм}^{-2} \cdot \text{час}^{-1}$ ); 8 - ассимиляционное число (7:6).

- - вечнозеленые кустарники и кустарнички
- + - летнезеленые кустарники и кустарнички
- - летнезеленые травянистые многолетники

В настоящей работе приведены результаты исследования 35 видов растений, т.е. относительно небольшой процент видового состава флоры Мурманской области. Поэтому не представляется возможным сформулировать четкие выводы о проявлении тех или иных закономерностей. Однако, исследование анатомо-морфологических и физиологических показателей жизнедеятельности растений позволяет отметить следующие положения.

Ассимиляционный аппарат растений горной тундры Хибин характеризуется экологической пластичностью таких показателей, как - интенсивность дыхания, наблюдаемого фотосинтеза, содержание пигментов пластид. Это - показатели функционального состояния растений, наиболее зависящие от изменения факторов внешней среды. Структурные показатели листа отличаются стабильностью. Так, диапазон колебаний величин удельного веса листа составляет всего -  $1-3.5 \text{ г}\cdot\text{дм}^{-2}$ , коэффициента палисадности -  $0.3-0.6$ , количества устьиц на нижнем эпидермисе листа -  $60-250 \text{ шт}\cdot\text{мм}^{-2}$  (рис.). Следует отметить, что наибольший диапазон изменений всех изученных показателей характерен для вечнозеленых форм растений.

Таким образом, полученные материалы могут быть использованы для составления эколого-физиологического "паспорта" вида, выявления адаптивных признаков, обеспечивающих распространение и выживание растений в различных экологических условиях Крайнего Севера.

Андреев Г.Н. Интродукция травянистых растений в Субарктику. Л.: Наука, 1975. 167 с.

Васильев В.Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон. Л.: Изд-во ЛГУ, 1988. 206 с.

Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 203 с.

Ларжер В., Нахуцришвили Г.Ш. О фено- и трофитмотипах высокогорных растений // Экология. 1982. № 4. С. 13-20.

Дукьянова Л.М., Доктева Т.Н., Булычева Т.М. Газообмен и пигментная система растений Кольской Субарктики. Апатиты: Изд-во Кольского фил. АН СССР, 1986. 127 с.

Дукьянова Л.М., Шамова Н.Ю., Пономаренко Т.Н., Булычева Т.М., Кудрявцева О.В., Бурдинская Л.Н. Роль Углекислотного газообмена в продукционном процессе растений Кольской Субарктики. Фонды ПАВСИ. 1992. 207 с.

Мокроносов А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов // Тр. прикл. бот., генет. и селек. 1978. Т. 61. № 3. С. 119-133.

Раменская М.Л., Андреева В.Н. Определитель высших растений Мурманской области и Карелии. Л.: Наука, 1982. 432 с.

Серебряков И.Г., Куваев В.Б. Материалы о высотном распространении растений в условиях Хибинских гор // Учен. записки Моск. пед. ин-та. 1952. Т. XIX. Вып. I. С. 49-74.

Филиппова Л.Н. Биология северных растений при введении их в культуру. Л.: Наука, 1981. 118 с.

Флора Мурманской области. М.-Л.: Наука, 1953-1966. Вып. 1-5.

Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. 1983. V. 11. N 5. P. 591-592.