

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ВОПРОСЫ  
БОТАНИКИ  
И  
ПОЧВОВЕДЕНИЯ  
МУРМАНСКОЙ  
ОБЛАСТИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
КОЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ имени С. М. КИРОВА  
ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД

ВОПРОСЫ  
БОТАНИКИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ  
В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА 1962 ЛЕНИНГРАД

О т в е т с т в е н н ы й   р е д а к т о р

*Н. А. АВРОРИН*

ВОПРОСЫ БОТАНИКИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

\*

*Утверждено к печати  
Кольским филиалом им. С. М. Кирова  
Академии наук СССР*

Редактор Издательства *О. Л. Петровичева*. Художник *Д. С. Данилов*  
Технический редактор *Л. М. Галиганова*  
Корректоры *Л. Б. Данилова* и *Ф. Я. Петрова*

\*

Сдано в набор 15/II 1962 г. Подписано к печати 22/VI 1962 г. РИСО АН СССР № 144-67. Формат  
бумаги 70х108/16. Бум. л. 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>. Печ. л. 13<sup>1</sup>/<sub>4</sub> = 18.15 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 20.02. Изд. № 1517.  
Тип. зак. № 561. М-37382. Тираж 1000. Цена 1 р. 50 к.

Ленингр. отд. Издательства Академии наук СССР. Ленинград, В-164, Менделеевская лин., д. 1

---

1-я тип. Издательства Академии наук СССР. Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

## ОТ РЕДАКТОРА

Полярно-альпийский ботанический сад Кольского филиала им. С. М. Кирова АН СССР расположен в окрестностях г. Кировска Мурманской области, в 120 км к северу от полярного круга, в центре Хибинских гор. За тридцать лет своего существования (основан 26 августа 1931 г.) Сад сформировался как комплексный зональный научно-исследовательский институт, в котором представлены в тесной взаимосвязи различные отрасли ботаники и почвоведения.

Значение его исследований как единственного в мире ботанического сада в полярных широтах выходит далеко за пределы Мурманской области. Семена и саженцы растений, испытанных и рекомендованных им для озеленения Крайнего севера, рассылаются уже много лет по городам и поселкам Советского севера и по ботаническим садам СССР и большинства стран мира. Получил признание в советских и международных ботанических кругах близкий к завершению коллективный труд сотрудников Сада — пятитомная «Флора Мурманской области». Карты растительности (составитель Е. Г. Чернов) и почв (составитель Н. П. Белов) Мурманской области вошли в государственные карты СССР и переданы для работы в земельные органы области. Пользуются известностью научные издания, подготовленные сотрудниками Сада: «Флора Хибинских гор» Б. А. Мишкина (1953 г.), пособие для школ — «Гербарий тундры» М. Х. Качурина (1937 г.), а также «Важнейшие дикорастущие полезные растения Мурманской области» Р. Н. Шлякова (1956 г.), «Чем озеленять города и поселки Мурманской области» Н. А. Аврорина (1941 г.), брошюры об использовании лишайников на патоку А. Л. Курсанова и Н. Н. Дьякова (1945 г.), по озеленению — Т. Г. Тамберг (1950 г.), о болезнях растений — В. К. Неофитовой (1951 г.), по пересадке деревьев — Л. Н. Горюновой (1955 г.), о смородине — Л. И. Качуриной (1956 г.), о комнатных растениях — Т. А. Козупеевой (1958 г.), о сорняках — Е. В. Шляковой (1958 г.) и др.<sup>1</sup>

Многолетний эксперимент Сада по переселению растений из различных природных областей СССР и зарубежных стран, охвативший около 4000 видов в открытом грунте и около 1000 видов в теплицах, позволил выявить некоторые, особенно четко проявившиеся в крайних условиях севера, закономерности переноса и акклиматизации растений и отобрать наиболее выносливые виды для озеленения, ягодоводства и кормодобывания на Крайнем севере. Ценность растений уникальной коллекции Сада повышается с каждым годом, так как появление новых форм в результате глубокой перестройки (акклиматизации) растений в новой среде возможно только при долговременном выращивании растений в нескольких поколениях (работы Н. А. Аврорина, Л. А. Шаврова, П. Г. Жуковой и др.).

В 1959 г. вышел в свет первый сборник — «Декоративные растения для Крайнего Севера СССР» и готовится к изданию второй. В них даны описания растений, рекомендуемых Полярно-альпийским ботаническим садом для озеленения городов за полярным кругом, и рассматриваются важнейшие вопросы планировки и агротехники озеленительных насаждений в условиях севера. В ближайшее время должна выйти из печати сводка-справочник по всем видам растений, испытанным в открытом грунте Сада за первые 25 лет (1932—1956 гг.).

Статьи сотрудников Сада по более узким, специальным вопросам публикуются

---

<sup>1</sup> См.: Библиография трудов Кольского филиала им. С. М. Кирова АН СССР (1930—1950) пос. Апатиты, 1960.



в журналах: «Бюллетень Главного ботанического сада», «Ботанический журнал», «Физиология растений», «Микробиология», «Почвоведение», «Доклады Академии наук СССР» и др.

Настоящий сборник в значительной степени отражает многообразие и взаимную связь исследований Полярно-альпийского ботанического сада. В нем представлены экспериментальные ботанические работы по изучению кормовой ценности дикорастущих трав области, экологическому и биохимическому анализу кормовых растений, по развитию и изменчивости растений в полярных условиях, по повышению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности декоративных растений с помощью гиббереллина и др. В ряде статей решаются вопросы почвоведения — о влиянии лесного опада на формирование почвенного профиля в разного типа местообитаниях Кольского полуострова и окультуривания почв на повышение их плодородия, приводятся сведения о северном азотобактере.

Изучение многих из этих вопросов начато в Полярно-альпийском ботаническом саду еще в 1954—1957 гг. и продолжается в настоящее время. И хотя значительная часть включенных в настоящий сборник статей отражает лишь первый этап исследований, они содержат большой материал и дают основание для многих интересных выводов.

Будем надеяться, что этот сборник окажется действенным средством внедрения достижений научного коллектива Полярно-альпийского ботанического сада в практику народного хозяйства на севере и включения их в общее русло развития советской науки.

---

## **КОРМОВЫЕ ТРАВЫ ДЛЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОЧВ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В 1952—1957 гг. в Биологическом отделе Кольского филиала АН СССР было испытано больше 700 образцов видов и сортов злаковых и бобовых, преимущественно многолетних кормовых трав (П. М. Медведев), а в 1956—1957 гг. в Полярно-альпийском ботаническом саду филиала определен химический состав некоторых из них (П. Д. Бухарин).

Испытание проводилось в окрестностях Кировска на Приимандровской равнине, на недавно освоенном участке. Питомник кормовых трав расположен на пологом юго-западном склоне и составляет часть экспериментального участка Полярно-альпийского ботанического сада. Почва питомника — гумусово-железистый песчаный подзол, переходящий в железистый песчаный подзол. В пахотном горизонте и особенно на поверхности почвы много гальки и гравия, а в подпочве встречаются линзы глины; pH водной вытяжки 4.5—5.5.

Перед закладкой питомника (1952 г.) в почву внесены: известь из расчета 0.75 т/га, навоз — 60 т/га и  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Посев злаков проведен 19 и 20 VI, бобовых — 21 VI 1952. В 1953 г. дважды проведен дополнительный посев: летний 21 VI—2 VII и подзимний 28 IX—7 X. При посевах внесены только NPK. В 1954 г. питомник расширен и на добавленную площадь внесено из расчета на 1 га: извести 1.5 т, навоза 50 т и  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Посев проведен 23—29 VI. Ежегодно весной на всей площади питомника осуществлялась подкормка растений  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

Всходы растений, их дальнейший рост, плодоношение, перезимовка в значительной степени зависели от двух важнейших факторов — температуры и влажности воздуха и почвы. Влажность легких минеральных почв питомника с плохой водоудерживающей способностью и при низком стоянии грунтовых вод обуславливается количеством осадков и частотой их выпадения. Средняя месячная температура воздуха и количество осадков за июнь—август 1952—1958 гг. представлены в табл. 1.

Погода 1952 г. была очень неблагоприятной для прорастания и первоначального роста трав (засушливая в начале лета), плодоношения (холодная и дождливая в конце лета) и для перезимовки (бесснежная, с морозами до  $-20^{\circ}$  в октябре—начале ноября). При высоте снежного покрова (на метеорологической станции «Апатиты») даже в третьей декаде декабря лишь до 20 см почва промерзла к этому времени до 87 см. Первый год жизни трав можно считать очень трудным для их роста, а потому очень удачным для испытания, так как суровые климатические условия этого года способствовали быстрому отбору морозостойких и засухоустойчивых растений. Отбор, особенно на засухоустойчивость, происходил и в следующие годы, так как летом растения очень заметно повреждались засухой. В последующие годы растения были защищены от морозов мощным (до 1 м и больше) снежным покровом.

Из высеянных семян в 1952 г. не дали всходов 36 образцов (25 видов) растений, в том числе большая группа южных видов злаков, требующих для прорастания высокой (до  $30-40^{\circ}$ ) температуры; 56 образцов (39 видов) дали всходы, которые погибли при первой же перезимовке. Продолжали жить и давать урожай вегетативной массы, а некоторые и семян, около 40 видов злаков и несколько видов бобовых.

Средняя месячная температура воздуха и количество осадков по данным метеорологической станции Апатиты

Годы	Месяцы			
	VI	VII	VIII	VI—VIII
Осадки (в мм)				
1952	10.5	76.6	70.7	157.8
1953	20.4	34.9	75.7	131.0
1954	115.3	58.3	59.7	233.3
1955	52.7	43.0	28.4	124.1
1956	35.5	42.1	25.7	103.3
1957	62.9	55.5	70.9	189.3
1958	18.1	37.1	—	—
Среднее за 25 лет (1932—1956) •••	44.1	53.1	59.2	156.4
Температура воздуха (в °)				
1952	11.9	14.6	9.4	12.0
1953	14.3	13.1	13.1	13.5
1954	10.4	16.8	11.8	13.0
1955	7.2	13.0	12.3	10.8
1956	12.5	11.7	9.7	11.3
1957	8.6	16.6	13.2	12.8
1958	9.9	12.0	—	—
Среднее за 25 лет (1932—1956) •••	10.8	14.1	12.2	12.4

В табл. 2 представлены данные о росте и урожайности примерно 30 наиболее урожайных видов с учетом происхождения их семян и сроков посева (укосы и взвешивания проведены в 1954 и 1955 гг. Н. С. Грандиловской и в 1956 г. — П. Д. Бухариным). Урожайность трав разных видов, сортов и разного возраста очень пестрая. Намечается некоторое превосходство в урожае трав из семян местных дикорастущих растений — лисохвоста лугового и мятлика лугового. Выделяются по урожайности некоторые сорта, выведенные на Полярной опытной станции Всесоюзного института растениеводства (ПОСВИР) — волоснец сибирский и овсяница красная. Урожайность тимopheевки луговой сорта 'ПОСВИР 1255' не выше урожайности тимopheевки из других мест. Вообще урожаи тимopheевки луговой разного происхождения почти одинаковы. В урожае овсяницы луговой тоже нет особо заметной разницы между сортами. Чтобы яснее представить урожайность отдельных видов, приводим в табл. 3 данные обобщенной средней годовой урожайности растений. Из табл. 2 и 3 видно, что по урожаю травы на первом месте стоит костер безостый, а другие наиболее известные и используемые в хозяйствах травы дают значительно меньший урожай. Так, овсяница луговая заняла третье место, лисохвост луговой — шестое, тимopheевка луговая — девятое, волоснец сибирский — десятое. Наименьшим долголетием выделился волоснец сибирский, резко сокративший урожайность в 1955 г., т. е. на четвертый год жизни, и в 1956 и 1957 гг. почти полностью выпавший. В эти же годы резко упала урожайность и произошло сильное изреживание овсяницы луговой и овсяницы красной. Тимopheевка луговая особенно сильно пострадала в первый год жизни при перезимовке в 1952—1953 гг., а в 1958 г. сильно изредилась, имела лишь пастбищный травостой в 10—15 см высотой и к середине августа не выколосилась (сорт 'Игарская 154', посев 1954 г.).

Интересно, что в Киргизии на высотах 2300—4000 м над ур. м., где

климатические условия близки к субарктическим и с высоты 3200—4000 м начинается уже пояс современного оледенения, разведывательные посевы (Выходцев, 1956) показали, что костер безостый — наиболее перспективный урожайный морозостойкий вид, а овсяница луговая и особенно тимopheевка луговая — наименее морозостойкие. Овсяница луговая не везде там давала зрелые семена, а тимopheевка луговая совсем не плодоносила. В лесной зоне Мурманской области, а также в Коми АССР (сб. «Опыт совхоза Кочмес») тимopheевка луговая дает зрелые семена не каждый год, для тундры (по опытам Института полярного земледелия — А. В. Прянишников, 1954) она полностью не пригодна.

Из злаков для Мурманской области наибольшего внимания заслуживает костер безостый — самый урожайный, засухо- и морозоустойчивый, долголетний, с хорошей отавностью корневищный злак. Он хорошо растет на рыхлой песчаной и супесчаной почвах. Число вегетативных побегов достигает 75% от числа всех побегов, а листья по весу составляют 53% общего веса образца. Костер безостый ‘Омский 1585’ даже в первый год жизни (1954 г.) достиг 60 см высоты и дал с каждого квадратного метра по 1.1 кг травы, или 0.3 кг сена, а на второй и третий год жизни (в 1955 и 1956 гг.) урожай составлял 2.7 кг травы, или 1.2 кг сена. Костер дает зрелые семена не каждый год, зато вполне успешно растет, будучи посеян привозными семенами. Костру безостому в последнее время у нас уделяется все больше внимания [Андреев, 1949; Ларин, 1950; Черкасова, 1951; Шайн, 1951а, 1951б; Годлевская, 1956; также опыты Г. М. Стрекопытова в ПОСВИРе Мурманской области и опыты некоторых ученых в Америке (Prince, 1956)].

Хорошим пастбищным злаком для песчаных и супесчаных почв является также овсяница песчаная. Она содержит много протеина и жира (табл. 4). В диком виде этот злак растет большими массивами на сыпучих песках морских побережий, особенно на Терском берегу в районе пос. Кузомень. Там же встречается и другой закрепитель песков — волоснец (или элимус) песчаный; он содержит довольно много растворимых углеводов. Оба злака хорошо растут в питомнике, морозостойки, засухоустойчивы и ежегодно дают зрелые семена. Урожай их травы составляет 2—3 кг, или сена до 1 кг, с 1 м<sup>2</sup>.

Хорошо растет на минеральной почве канареечник тростниковидный. Он, как и волоснец песчаный, имеет много растворимых углеводов. В Мурманской области естественные заросли канареечника тростниковидного приурочены обычно к долинам рек и другим хорошо увлажненным местам. Являясь растением влажных мест, он довольно хорошо переносит сухие условия питомника, но дает мало генеративных побегов и не завязывает семян, что успешно происходит в природе.

Заслуживает введения в культуру регнерия собачья и регнерия сорта ‘Карабалыкская’. На минеральной почве они дают от 0.8 до 3.7 кг травы, или от 0.6 до 1.5 кг сена, с 1 м<sup>2</sup>.

Для минеральных почв к перспективным травам следует отнести многие виды бобовых, которые совмещают в себе высокую урожайность с большим

## Рост и урожайность многолетних кормовых

Растения	Год посева	Происхождение семян и сорт
Пырей ползучий — <i>Agropyrum repens</i> (L.) P. B. ....	1952	Минск.
Пырей бескорневищный — <i>A. tenerum</i> Vasey.	1952	То же.
	1954	Омск.
	1952	Мурм. обл., дикорастущий.
	1953	Минск, институт мелиорации.
	1953	Перм. опыт. ст.
	28 XI	
Лисохвост луговой — <i>Alopecurus pratensis</i> L.	1953	То же.
	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 6'.
	1954	Мурм. обл., дикорастущий.
	1954	Игарка, 'Игар. 192'
	1954	Перм. опыт. ст.
	19 X	
	1954	'Хибинский 438'
Костер безостый — <i>Bromus inermis</i> Leyss.	1952	Смесь.
	1952	Алма-Ата.
	1953	Куйбышев.
	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 28'
	1954	Омский, 1585.
Вейник ланцетный — <i>Calamagrosti lanceolata</i> Roth .....	1952	Горький
Волоснец песчаный — <i>Elymus arenarius</i> L. ....	1952	Мурм. обл., дикорастущий.
	1952	Ленингр., из Монголии.
	1952	'Онохойский 4'
	1952	Мурм. обл., ПОСВИР.
Волоснец песчаный — <i>E. sibiricus</i> L.	25 IX	
	1953	То же.
	1954	'Онохойский 4'.
	1954	То же, наша репрод.
	1954	Мурм. обл., ПОСВИР, наша репрод.
Овсяница песчаная — <i>Festuca arenaria</i> Osbec.	1952	Мурм. обл., дикорастущая.
	1954	То же.
	1954	Мурм. обл., наша репрод.
Овсяница жестколистная — <i>F. duriuscula</i> L. ....	1954	Алма-Ата, наша репрод.
	1952	Благовещенск, 'Амурск. 279'
	1952	Туруханск. опыт, ст., 1029
	1952	Немчиновка, 'Камалинская 95'
	1952	Алтай, Лениногорск.
	1953	Перм. опыт. ст.
Овсяница луговая — <i>F. pratensis</i> Huds.	1953	Вост. Казахст., репрод. Института кормов 402.
	28 IX	
	1953	Горьк. опыт. ст.
	1954	'Амурск. 279' наша репрод.
	1954	'Турская 1029' наша репрод.
	1954	'Камалинская 95' наша репрод.
	1954	Алма-Ата, наша репрод.
	1954	'Хибинская 806' Игарская репрод.
Овсяница луговая — <i>F. pratensis</i> Huds.	1954	'Амурская 279'
	1954	Институт кормов.
	1954	Горьк. опыт. ст.
	1954	Турск. опыт, ст., 1029.
	1954	Лениногорск, наша репрод.



Таблица 2

трав разного происхождения и возраста

Высота (в см)		Вес (кг с 1 м <sup>2</sup> ) за 1 укос и колебания его в 1954—1956 гг.		Вес семян (в г с 1 м <sup>2</sup> )
4-9 VIII 1954	11—15 VIII 1955	трав	сено	
120	82	0.8—1.0	0.3—0.4	—
104	98	0.8	0.4	24
35	98	0.9	0.5	—
132	110	1.2—2.1	0.7—1.0	14—32
123	108	0.5—1.2	0.3—0.4	22—50
108	112	1.5	—	22—33
28	118	0.9	0.3	15
35	112	0.7	0.4	—
21	95	0.9—5.3	0.6—1.3	—
29	115	0.8	0.5	—
36	105	0.9	0.5	—
—	51	1.2	0.3	—
146	145	1.9—2.7	0.7—1.7	10—17
137	132	2.5—2.7	0.9—1.6	—
78	100	0.9—1.3	0.4—1.0	—
—	—	1.3	0.8	—
60	125	2.7	1.2	—
158		1.7—1.9	0.6—0.9	—
80	120	2.9	1.0	—
110	110	0.8—1.6	0.4—0.7	43-55
110	90	0.5—0.6	0.3—0.5	56
110	120	0.5—1.1	0.2—0.5	—
75		0.4	0.2	—
30	90	0.6	0.3	—
35	110	1.0	0.6	—
30	100	1.8—2.4	1.0—1.1	—
70	60	1.8—2.4	0.4—0.9	9-56
13	60	1.5—2.4	0.6	—
19	60	1.8	0.6	—
10	87	1.0	0.5	—
112	97	1.8—2.3	0.6—0.8	8—26
106	105	1.8—2.2	0.4—1.0	72
118	112	1.2—2.1	0.5—1.1	16—77
118	130	1.6—2.5	0.8	98—129
70	102	1.3	0.5	27
88	113	0.9	0.4	24
36	103	1.1	0.4	22
22	108	2.4	1.0	—
20	115	1.5	0.5	—
17	101—125	1.5—2.5	0.6—0.7	—
20	118	2.9	0.8	—
23	105	1.1	0.5	—
29	105	2.0	0.9	—
31	100	1.6	0.6	—
20	95	1.4—2.2	0.4—0.8	—
28	105	1.9	0.7	—
23	105	2.2—2.8	0.9—1.2	—

Растения	Год посева	Происхождение семян и сорт
Овсяница красная — <i>F. rubra</i> L.	1952	Немчиновка, 4248.
	1952	Благовещенск, Амурск.
	1952	Турск. опыт, ст., 189.
	1952	Минск.
	1952	Латв. ССР, 'Приекульская 115'.
	1953	Мурм. обл., ПОСВИР.
Овсяница овечья — <i>F. ovina</i> L.	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 47'
	1952	Мурм. обл., дикорастущая.
	1954	Мурм., обл., дикорастущая, наша репрод.
Овсяница пестрая — <i>F. varia</i> Haenke	1954	Хибинские горы, дикорастущая.
Тонконог польский — <i>Koeleria polonica</i> Domin. •••••	1952	Немчиновка.
Канареечник тростниковидный — <i>Digraphis arundinacea</i> (L.) Trin.	1952	Москва.
	1952	Латв. ССР, 'Приекульский 2'
	1953	Кемер. дикорастущий, репрод.
Тимофеевка альпийская — <i>Phleum alpinum</i> L. •••••	1953	Институт кормов, 1108-а.
	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 1'
Тимофеевка луговая — <i>Ph. pratense</i> L.	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 1'
	1954	Мурм. обл., дикорастущая, наша репрод.
	1952	Алма-Ата.
	1952	Горький.
	1953	Казанск. селекц. станц.
	1953	Институт кормов, 297.
	1953	Горьк. опыт. ст. 'Краснозорьская 319 (б)'
	1953	Перм. опыт. ст.
	1953	Мурм. обл., 'ПОСВИР 1255'
	1954	Горьк. опыт. ст. 'Краснозорьская, 319 (б)'
	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 54-II'
	1954	Краснодар, селекц. ст.
	1954	'Игарская 154'
	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 54'
Мятлик болотный — <i>Poa palustris</i> L.	1954	Марусин, селекц. ст., 297.
	1952	Минск.
	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 463'
Мятлик луговой — <i>P. pratensis</i> L.	1952	Мурм. обл., дикорастущий.
	1952	Мурм. обл., ПОСВИР.
	1953	Минск, Институт мелиорации АН БССР.
	1953	Мурм. обл., 'ПОСВИР 515'
	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 8'
	1954	Эст. ССР, 'Йыгева 1'
Регнерия собачья — <i>Roegneria canina</i> (L.) Nevski •••••	1954	Мурм. обл., дикорастущий.
Регнерия (карабалыкская?) — <i>Roegneria</i> sp •••••	1954	Ленингр., наша репрод.
Регнерия волокнистая — <i>R. fibrosa</i> (Schrenk) Nevski •••••	1952	Кустан. обл., 'Карабалыкская 1037'
Регнерия угамская — <i>R. ugamica</i> (Drob.) Nevski •••••	1953	Омская репрод. Института кормов, 1503 а.
	1952	Горький.

Таблица 2 (продолжение)

Высота (в см)		Вес (кг с 1 м <sup>2</sup> ) за 1 укос и колебания его в 1954—1956 гг.		Вес семян (в г с 1 м <sup>2</sup> )
4-9 VIII 1954	11—15 VIII 1955	травя	сено	
87	50	1.0	0.3—0.5	21
89	70	1—1.2	0.6	
84	85	1.4	0.6	60
86		1.4	0.4—0.8	54
88	50	1.7—2.0	0.7—0.9	
30	80	2.0—3.2	0.5	54
		1.2	0.7	
54	64	0.5—1.3	0.9	43
8	52	1.0	0.6	
12	72	1.3	0.4—0.7	—
81	92	1.1—1.4	0.8	43
110	112	2.0	0.9—1.3	52
118	132	1.2—2.8	1.0	
57	140	1.8—2.9	0.6	
29	73	1.4	0.5	
8	49	1.8	0.4	—
107	100	0.8	0.5	—
104	110	1.1	0.3	
100		0.7	0.9	
	90	1.6	0.4	
78	105	0.8	0.9	
97	105	1.6	0.3	—
		0.8	0.3—0.4	—
10	82	0.8—1.1	0.4	—
19	80	0.9	0.3	
25	80	0.6	0.6	
9	95	1.2	0.4	
20	95	0.9	0.6	
20	95	1.1	0.2—0.6	—
80	52	0.7—0.9	0.6	18
18	70	1.1	0.3—0.7	
50—77	80	0.7—1.2	0.7	23
74	88	0.7—1.3	0.2	10—23
76	100	0.5	0.2	
27	76	0.4	0.4	
10	100	0.9	0.3	
10—13	89—93	0.6	0.4	
10	62	1.2	1.5	—
28	125	0.8—3.7	0.6—1.0	—
105	100	1.4—2.1	0.5	58
86	92	1.0	0.5	4—40
110	115	1.1		10

Растения	Год посева	Происхождение семян и сорт
Астрагал субарктический — <i>Astragalus subpolaris</i> Boriss. et Schischk ••••	1952	Мурм. обл., дикорастущий.
Люцерна желтая — <i>Medicago</i> sp.	1952	Новосибир. селекц. ст.
	1952	Онохойск. селекц. ст.
	1952	Дединовская.
	1952	‘Марусинская 425’
	1954	‘Дединовская’
Люцерна пестрая — <i>Medicago</i> sp. •••	1954	Оренбургский научно-иссл. инет.
Люцерна — <i>Medicago</i> sp	1952	Немчиновка, ‘Камалинская 530’
	1953	‘Якутская гибридная 390’ Институт кормов.
	1954	Манычская.
Остролодочник грязноватый — <i>Oxypetris sordida</i> (Willd.) Pers. ••••••••	1952	Мурм. обл., дикорастущий.

Примечание. В 3-й графе для ботанических садов указан только город. В 6-й и 7-й графах содержанием протеина (10.7—22.6%), жира и сравнительно малым количеством клетчатки.

Лисохвост луговой на сухой минеральной почве сильно повреждается в засушливые периоды, которые повторяются почти ежегодно, но даже и при этих условиях он отличается долголетием.

Хорошо растут и вполне перспективны для хозяйственного использования и другие виды злаков и бобовых. К ним можно отнести из злаков: ежу сборную ‘Енисейскую 772-а’; бор развесистый — местный дикорастущий злак; песколюб балтийский — сильно разрастающийся корневищный злак с дюн балтийского побережья, содержащий 13.3% протеина, 2.6% жира и очень много — 34.6% — клетчатки. Песколюб может использоваться на сено и силос. Из бобовых выделяются: копеечник альпийский (до 80—100 см высоты), дающий обильный урожай зрелых семян; люпин многолистный (семена в условиях Мурманской области вызревают; в 1954 г. дали всхожесть 55%); клевера белый, средний и сходный, которые интересны своей способностью вегетативного размножения, а люпиновидный и горный — своим долголетием; дикорастущие копеечник арктический, чина луговая, вики (лесная, мышиный и заборный горошки) и астрагал субарктический. Последний отличается большим содержанием жира и протеина. Все указанные местные дикорастущие бобовые травы дают зрелые семена. Раньше всех из вик созревают семена вики лесной и вики заборной, позднее — мышинного горошка. Семена чины луговой созревают позднее вик. Постепенное одновременное созревание семян вик на отдельных растениях каждого из указанных видов и легкое осыпание их не могут служить непреодолимым препятствием для сбора семян и широкого внедрения в культуру этих высокоурожайных, питательных, обогащающих почву азотом долголетних и легко распространяющихся трав. В теплую и влажную осень 1957 г. семена всех трав вик созрели даже в суровых климатических условиях Полярно-альпийского ботанического сада (312—330 м над ур. м.). Наблюдалось массовое созревание семян, но не было массового растрескивания бобов. Урожай вики лесной в 1955 г., на четвертом году жизни, несмотря на холодное лето, составил с 1 м<sup>2</sup> 2.6 кг травы,, или 0.9 кг сена, и семян 72 г (сбор семян проводился в основном два раза). Не меньшую урожайность дают и другие указанные бобовые травы.

Таблица 2 (продолжение)

Высота (в см)		Вес (кг с 1 м²) за 1 укос и колебания его в 1954—1956 гг.		Вес семян (в г с 1 м²)
4-9 VIII 1954	11—15 VIII 1955	травы	сено	
15	28	1.8	0.4	
80	60	0.7	0.2	
110	70	0.9	0.2	
90	60	1.4	0.3	
81	62	0.9	0.2	
15	80	0.8—2.4	0.3—0.6	—
16	70	1.6	0.5	—
75	92	0.6—4.3	0.1—1.3	
63	78	0.6	0.1	—
20	75	0.7	—	—
22	39	2.3	0.5	—

не учитывается вес в первый год жизни (год посева).

Таблица 3

Средняя годовая урожайность (1954—1956 гг.) и отавность видов многолетних кормовых трав. Посев 1952 г.

Растение	Первый укос		Сырая отава (в % от первого укоса)	Место по урожаю травы
	Трава (в кг с 1 м2)	Сено (в кг с 1 м2)		
Костер безостый	2.3	1.2	33	1
Овсяница песчаная	2.1	0.6	24	2
Овсяница луговая	1.9	0.7	30	3
Вейник ланцетный	1.8	0.7	12	4
Канареечник тростниковидный	1.7	—	—	5
Регнерия, сорт ‘Карабалыкская 1037’	1.7	0.8	60	5
Лисохвост луговой	1.6	0.8	5	6
Овсяница красная	1.4	0.5	71	7
Овсяница пестрая	1.3	0.6	51	8
Люцерна желтая и др.	1.3	0.4	70—205	8
Тимофеевка луговая	0.9	0.4	—	9
Мятлик луговой	0.9	0.5	44	9
Пырей ползучий	0.9	0.4	14	9
Овсяница овечья	0.9	—	68	9
Волоснец сибирский	0.8	0.4	19	10
Мятлик болотный	0.8	0.4	—	10
Пырей бескорневищный	0.7	0.3	—	11
Овес посевной в хозяйствах в 1954 г.	2—3—3.5	0.8	—	—

Примечание. 1) Отавность определялась в 1954 г., сравнительно благоприятном для отрастания трав. Основной укос проведен 6 VII, а для некоторых трав 15 VII, укос отавы злаков 6 VIII, люцерны — 23 IX. 2) Для сравнения с урожайностью многолетних трав в конце таблицы приведена урожайность лучшего овса из совхоза «Индустрия», полученная на болотной почве (3.5 кг, 130 см высотой), и из колхоза «Ена» (2.3 кг, 125 см высотой, на минеральной почве).

Семеноводство кормовых трав в области не совсем надежно. Так, в 1956 г. не дала зрелых семян тимофеевка луговая, которая обычно одна и сеется в хозяйствах области. В 1956 г. не дали зрелых семян также овсяница луговая и костер безостый.



Таблица 4

## Химический состав некоторых перспективных для Мурманской области кормовых многолетних трав

Растение	Сорт и происхождение	Фаза	Вода (в %)	От абсолютно сухого вещества (в %)						
				зола	протеин	жир	клетчатка	без азотистые экстрактивные вещества	растворимые углеводы	крахмал и геми целлюлоза
Лисохвост луговой.	Мурм. обл., дикорастущий.	Цветение.	5.9	10.0	16.1	2.7	30.4	40.8	11.6	16.8
Песколюб балтийский. <sup>2</sup>	Латв. ССР.	Колошение.	5.8	4.8	13.3	2.6	34.6	44.7	10.2	21.5
Костер безостый.	Омский 1585.	»	6.6	3.5	6.9	0.6	28.9	60.1	18.8	8.8
Канареечник тростниковидный.	‘Кемеровский’, дикорастущий.	»	7.2	5.0	11.6	0.7	34.9	47.8	21.2	14.4
Волоснец песчаный.	Мурм. обл., дикорастущий.	Молочная спелость.	7.2	5.0	9.8	1.3	31.3	52.6	21.5	14.6
Волоснец сибирский.	Мурм. обл., ПОСВИР.	Начало цветения.	5.6	3.4	7.4	0.5	40.4	48.3	22.8	12.9
Овсяница песчаная.	Мурм. обл., дикорастущий.	Колошение.	6.6	8.0	16.7	4.1	31.2	40.0	9.4	17.9
Овсяница луговая.	Горький.	»	4.6	4.6	5.7	1.5	36.6	51.6	20.4	14.0
Тимофеевка луговая.	Таллин.	Цветение.	6.9	4.1	6.2	0.7	30.0	59.0	25.9	15.6
Мятлик луговой.	Мурм. обл., дикорастущий.	Колошение.	8.8	6.9	13.4	1.4	43.0	35.3	7.0	23.6
Регнерия собачья.	Ленингр., наша репрод.	»	3.7	4.1	7.3	1.6	39.7	47.3	13.8	—
Регнерия.	‘Карабалыкская’, наша репрод.	»	5.8	3.2	6.7	0.5	30.2	59.4	25.2	—
Астрагал холодный. <sup>3</sup>	Мурм. обл., дикорастущий.	Цветение.	7.8	6.4	22.3	3.2	33.6	34.5	6.4	21.2
Астрагал субарктический.	То же.	»	6.9	7.7	20.2	3.2	26.8	42.1	12.6	26.5
Люцерна пестрая.	Оренбург.	Начало бутонизации.	6.9	8.1	14.3	2.7	27.4	47.5	11.7	21.2
Люцерна желтая.	‘Дединовская’.	Начало цветения.	7.0	7.9	14.6	2.6	28.2	46.7	13.9	19.5
	Немчиновка, ‘Камалинская 530’.	Вегетация.	7.6	10.1	22.6	1.9	27.4	38.1	9.9	13.1
	То же.	Цветение.	3.9	7.3	10.7	3.2	37.4	41.4	10.6	14.8
Остролодочник грязноватый.	Мурм. обл., дикорастущий.	Конец цветения.	7.4	7.6	20.1	3.2	26.2	42.9	11.4	10.6

<sup>2</sup> *Ammophila baltica* Link.<sup>3</sup> *Astragalus frigidus* (L.) Bunge.

В некоторые годы, например в 1953 г., вызревшие семена имели плохую всхожесть (табл. 5).

В благоприятном для созревания семян 1954 г. в питомнике были собраны семена со 100 образцов многолетних трав, из них 89 образцов (38 видов) злаков и 11 образцов (10 видов) бобовых. Всхожесть большинства собранных семян оказалась разной. У костра безостого, овсяницы луговой, тимофеевки луговой, овсяницы красной всхожесть достигала 90% и более (считая от завязавшихся полнозерных семян). Большая часть видов, приведенных в табл. 2, дает зрелые семена почти во все годы.

Совсем не дают зрелых семян люцерны, хотя в 1957 г. наблюдалось массовое завязывание бобов, особенно у люцерны желтой Дединовской, и, возможно, что отдельные семена созрели. Следовательно, люцерну можно сеять только привозными семенами. Из большого набора видов и сортов люцерн, испытывавшихся на Кольском полуострове и в Коми АССР (в 1940—1941 гг. — Таранцом, а в 1949 г. — Игнатьевской), наилучшей по устойчивости и урожайности оказалась люцерна желтая Дединовская, но и ряд других люцерн немного уступал ей, а некоторые и превосходили ее по урожайности. Такое же явление наблюдалось и на наших опытных посевах в 1952—1957 гг. Для сухих минеральных почв севера люцерны — лучшее бобовое кормовое растение по своему долголетию, засухо- и морозоустойчивости. По массе она может не уступать клеверу, а по долголетию и засухоустойчивости превосходит его. Люцерна очень хорошо отрастает после скашивания.

Для пастбищных трав необходимым качеством должно быть хорошее отрастание, или отавность (табл. 3). В этом отношении выделяются прежде всего люцерны, дающие от 70 до 205% сырой массы отавы по сравнению с первым укосом. Высокой отавностью выделяются также овсяницы и регнерия карабалыкская — от 51 до 71%. Следующую группу составляют верховые злаки — костер безостый (33%) и овсяница луговая (30%). Из низовых злаков мятлик луговой показал 44%, а овсяница песчаная — 24%.

Наиболее поражались болезнями следующие виды: мятлик луговой (у посеянных разного происхождения и дикорастущих листья густо покрывались ржавчиной), волоснец сибирский ‘Онохойский4’ (страдал от пыльной головни, в то время как другие образцы не были поражены), лисохвост луговой посева 1954 г. (был поражен в июле 1955 г. *Mastigosporium album* Riess.). У разных образцов лисохвоста также наблюдалось поражение, а именно: у гибридного ‘Игарского 192’, ‘Иыгева 6’, лисохвоста Пермской областной опытной станции, образцов местной репродукции Кольского филиала АН СССР и у лисохвоста из окрестностей пос. Лесного Терского района Мурманской области. Мышиный горошек сильно поражается тлей. Сильного поражения болезнями и вредителями других видов трав не наблюдалось.

### Выводы

1. Из известных, введенных в культуру трав наиболее перспективными оказались костер безостый, лисохвост луговой, овсяница луговая, волоснец сибирский, канареечник тростниковидный, овсяница красная. Лучше всех по урожайности, засухоустойчивости, отрастаемости и продолжительности жизни оказался костер безостый.

Лисохвост луговой страдает от засухи. Овсяница и особенно волоснец сибирский недолговечны: на 4—5-й год они сильно изреживаются и вырождаются. Наименее перспективным видом в условиях питомника оказалась тимофеевка

Таблица 5

Всхожесть семян в 1953—1954 гг.

Растение	1953 г.	1954 г.
Овсяница луговая .....	60—90	89—92
Лисохвост луговой .....	14—27	40—62
Костер безостый .....	0	88—96

луговая как сильно страдающая от морозов и засухи. Среди бобовой особенно хорошей урожайности, устойчивость и отрастимость показали люцерны.

2. Из новых, не введенных еще в культуру кормовых трав выделились как высокоурожайные, морозо- и засухоустойчивые долголетние злаки — овсяница песчаная, волоснец песчаный и регнерия собачья. Из бобовых трав заслуживают введения в культуру копеечник альпийский и арктический, астрагал субарктический, остролодочник грязноватый, вики (мышинный горошек, заборная и лесная), чина луговая.

Перечисленные выше виды бобовых многолетних кормовых трав (кроме люцерны) и виды злаков (кроме тимopheевки луговой, овсяницы луговой и волоснеца сибирского) произрастают дико в Мурманской области.

3. Из новых трав для создания пастбищ перспективны овсяница песчаная, астрагал субарктический, остролодочник грязноватый; все остальные более пригодны для создания сенокосов, на зеленую подкормку и силос.

## ЛИТЕРАТУРА

- А н д р е е в Н. Г. 1949. Костер безостый. Сельхозгиз, М.
- В ы х о д ц е в И. В. 1956. Растительность пастбищ и сенокосов Киргизской ССР. Фрунзе.
- Г о д л е в с к а я Т. Р. 1956. К вопросу о составе травосмесей для кормовых севооборотов в условиях Ленинградской обл. Зап. Ленингр. с-х. инет., вып. 11.
- Л а р и н И. В. 1950. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР, т. 1, ГИЗ, М.—Л.
- Л е м а н н Е., Ф. А й х е л е. 1936. Физиология прорастания семян злаков. Пер. с немецк.
- О п ы т совхоза «Кочмес» по подбору видов многолетних трав для кормового севооборота и по использованию природных сенокосов. 1951. В кн.: Сельское хозяйство Коми АССР. Изд. АН СССР, М.
- П р я н и ш н и к о в А. В. 1954. Залужение тундры. Вotan, журн., № 1.
- Ч е р к а с о в а В. А. 1951. Костер безостый. Сб. «Многолетние травы в лугопастбищных севооборотах». Под ред. С. П. Смелова и Н. С. Конюшкова, Сельхозгиз, М.
- Ш а й н С. С. 1951а. Больше внимания костру безостому. Кормовая база, № 12.
- Ш а й н С. С. 1951б. Костер безостый в кормовых и полевых севооборотах. Соц. земледелие, 21 сентября.
- Prince F. S. 1956. Grassland farming in the Humid Northeast. New York.

---

*П. М. Медведев*

## **О ПРИЧИНАХ ИНВЕРСИЙ ГОРНО-ДОЛИННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ оз. МАЛЫЙ ВУДЬЯВР В ХИБИНСКИХ ГОРАХ)**

### **ПРИЧИНЫ ИНВЕРСИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ДОЛИНЕ оз. МАЛЫЙ ВУДЬЯВР**

Нижние части склонов гор, окружающих долины озер Б. и М. Вудьявр в Хибинском горном массиве, покрыты лесом, а сами долины безлесны и заняты тундровой растительностью, т. е. имеет место инверсия растительных поясов. Причинами этой инверсии интересовались многие исследователи. Ряд работ специально посвящен вопросу безлесия горной долины у оз. М. Вудьявр. Ботаник О. С. Полянская (1936) к основным причинам безлесия этой долины относил инверсии температур, главным образом ночных, а также влияние холодных ветров и явления бугрообразования на дне долины. Почвовед С. В. Быстров (1939) отрицал

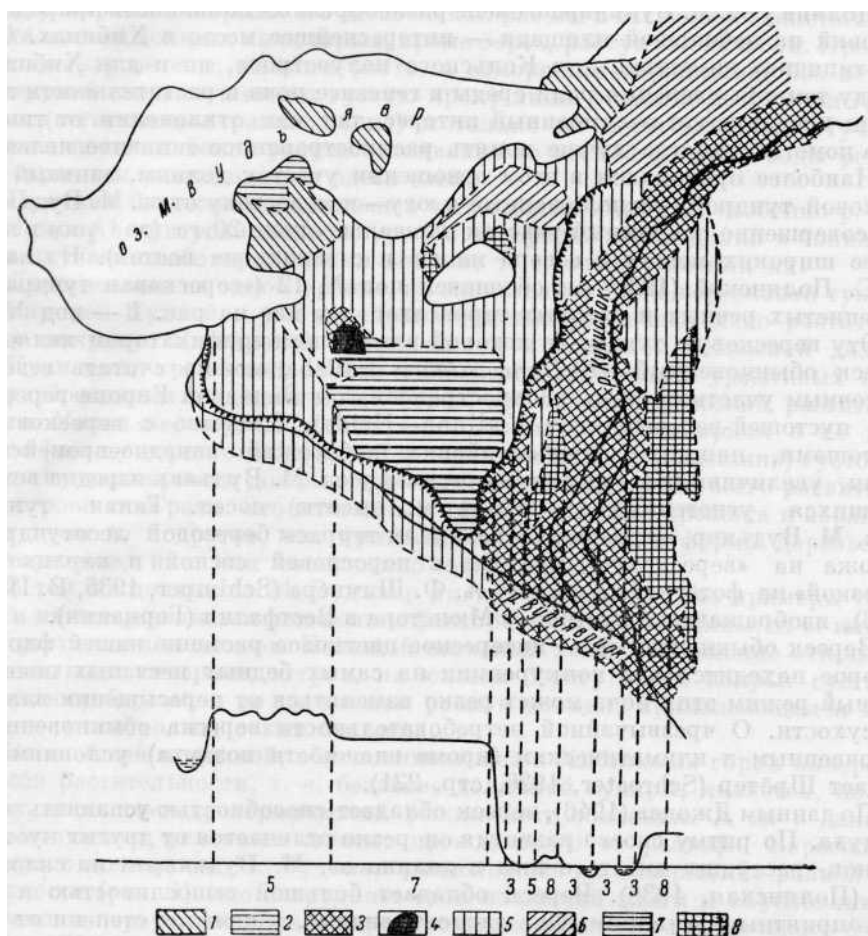


Рис. 1. Схематическая геоботаническая карта долины оз. М. Вудъявр (составлена О. С. Полянкой и профиль восток—запад составлен П. М. Медведевым).

1 — горно-березовое криволесье с покровом главным образом из черники; 2 — заболоченное березовое криволесье с ерником; 3 — комплексы заболоченных группировок речных и озерных террас (ерники, сфагново-осоковые болота, белоусники и др.); 4 — осоковое болото; 5 — березовая лесотундра с покровом из стелющегося ерника и вереска на каменистых речных и озерных террасах; 6 — тундра с покровом из стелющегося ерника и кустарничков на тех же террасах; 7 — вересковая тундра на тех же террасах; 8 — чередование 6-го и 7-го.

решающую роль ветров и температурных инверсий, а основную причину видел в своеобразии почвенных условий — чрезвычайной бедности почвы и почвообразующей породы, для которых характерны незначительное количество песчаных частиц и полное отсутствие глинистых, очень малая влагоемкость и отсутствие капиллярного и пленочного передвижения воды. С мнением С. В. Быстрова согласен климатолог и географ И. К. Тихомиров (1952).

Другие авторы касались этого вопроса в своих работах лишь попутно. Так, А. А. Корчагин (1932) ставил безлесие упомянутых долин в зависимость от сильных иссушающих северных и северо-восточных ветров; О. Ф. Газе (Корчагин, Газе, Рассадина, 1932) придавала основное значение мезорельефу; Н. А. Аврорин (Аврорин, Качурин и Коровкин, 1936) — сильным ветрам и недостатку влаги в почве. Почвоведы О. А. Полянцева и Е. Н. Иванова (1936) объясняли отсутствие леса в долинах Хибин влиянием северных ветров и инверсий температур; Ю. А. Ливеровский (1939, стр. 87) считает одной из причин «условия увлажнения почвенной толщи, связанные с близким залеганием грунтовых вод (особенно весной)».

Ни одна из указанных работ об инверсии поясов, как нам кажется, не решает удовлетворительно этого вопроса.

Долина у оз. М. Вудъявр по смене разнообразных комплексов природных условий на небольшой площади — интереснейшее место в Хибинах. Она «не типична» не только для Кольского полуострова, но и для Хибин, а между тем для выяснения роли среды в генезисе почв и растительности этот район представляет несомненный интерес, так как отклонения от типичного помогают иногда лучше понять распространенное типичное явление.

Наиболее оригинален в этом отношении участок долины, занятый вересковой тундрой, расположенный к югу—юго-востоку от оз. М. Вудъявр. Это совершенно равнинный участок площадью около 20 га (до  $\frac{1}{2}$  км в наиболее широких местах с севера на юг и с запада на восток). На карте О. С. Полянской (1936) он обозначен под № 12 («вересковая тундра на каменистых речных и озерных террасах»), а у нас на рис. 1 — под № 7.

Эту вересковую тундру, в которой важнейшим эдификатором является вереск обыкновенный — *Calluna vulgaris* Salisb., можно считать северо-восточным участком столь распространенных в Западной Европе вересковых пустошей-верещатников (*Calluna—Heide*). Сходство с вересковыми пустошами, например прибалтийских побережий западноевропейских стран, увеличивается еще от присутствия у оз. М. Вудъявр изредка встречающихся угнетенных (до 0.5—1 м высоты) сосен. Такая тундра у оз. М. Вудъявр, окруженная по краям террасы березовой лесотундрой, похожа на «вересковую пустошь с порослевой сосной и карликовой березкой» на фотографии в книге А. Ф. Шимпера (Schimper, 1935, В. II, S. 1136), изображающей пустошь у Мюнстера в Вестфалии (Германия).

Вереск обыкновенный — интересное цветковое растение нашей флоры, которое находится вне конкуренции на самых бедных песчаных почвах. Водный режим этих почв может резко изменяться от пересыщения влагой до сухости. О чрезвычайной нетребовательности вереска обыкновенного к почвенным и климатическим (кроме влажности воздуха) условиям сообщает Шрётер (Schroeter, 1926, стр. 221).

По данным Джонса (1946), вереск обладает способностью усваивать азот воздуха. По ритму своего развития он резко отличается от других кустарничков, растущих вместе с ним в долине оз. М. Вудъявр и на склонах гор (Полянская, 1936). Вереск обладает большой выносливостью к неблагоприятным условиям. Она зависит, видимо, в немалой степени от его способности брать минеральную пищу из камней. Богатая система мочковатых корней вереска, углубляясь не более чем на 20 см, плотно облепает встречающиеся на пути валуны, «впивается» в них, делая их поверхность мелкоячеистой, как у губки. С. В. Быстров (1938) приводит указание Найдигеля о том, что с повышением температуры почвы кислотность тканей корня возрастает.

Растворяющее действие корней вереска в долине у оз. М. Вудъявр проявляется не только на камнях, подвергшихся процессу поверхностного выветривания, о котором сказано в работе О. А. Полынцевой и Е. Н. Ивановой (1936), но и на тех, что не поддаются поверхностному выветриванию или во всяком случае не образуют на воздухе ячеистой структуры. Эти валуны, соприкасаясь в почвенном профиле с корнями вереска, приобретают ячеистую поверхность, все ячейки которой набиты густой массой мельчайших корешков вереска. С нижней же стороны они такие же гладкие, как валуны, лежащие на поверхности почвы.

Безлесие вересковой тундры у оз. М. Вудъявр создается, конечно, сложным сочетанием разнообразных условий. Но надо найти главные причины, чтобы получить ключ для решения проблемы безлесья долинной тундры.

Самым низким местом в долине оз. М. Вудъявр, как видно на профиле (рис. 1), являются долины рек Вудъяврйок и Кукиёок. Эти места, казалось бы, должны были испытывать на себе наиболее губительное влияние температурных инверсий. Но здесь-то как раз мы и встречаем единственные места из всей долины, на которых, кроме берез, растут также и ели. Правда, они здесь угнетены, низкого



роста, с отмершими вершинами, без ветвей с северной стороны и имеют густую крону лишь у земли; растут ели группами (вегетативное размножение) и только по берегам рек. Лучший дренаж почвы и более раннее оттаивание ее весной у самой воды рек — вот причины расположения здесь елей.

Причины безлесия подавляющей части долин этих рек, особенно р. Кукисьок, не в инверсии температур, а в переувлажнении долин в большинстве случаев слабо проточными водами, т. е. заболачивании их.

Две лежащие на одном уровне, но значительно ниже вересковой тундры долины рек Кукисьок и Вудъяврйок заметно различаются по растительному покрову. В широкой заболоченной в основном безлесной долине р. Кукисьок, кроме только что описанных единичных уродливых елей да разбросанных кое-где кривых берез, нет больше древесной растительности. Узкая же, хорошо дренируемая долина р. Вудъяврйок в ее верховье (между вересковой тундрой и подъемом на цирк Ганешина) густо поросла кустарниками и довольно прямыми березами, лучше всего развитыми на острове этой реки. Это наглядный пример значения дренажа и аэрации. Чем хуже то и другое, тем приземистее и уродливее формы деревьев и кустарников, или они совершенно отсутствуют.

В той же долине оз. М. Вудъявр имеются убедительные примеры того, что и не ветер является решающим фактором безлесия долины, т. е. инверсии растительных поясов. Большой песчаный холм, совершенно открытый для сильных северных ветров, на южном берегу озера покрыт густыми зарослями березы, в то время как ровная долина, примыкающая к подножию этого холма, с юга безлесна.

Важнейшей причиной, обуславливающей в Хибинских горах инверсию поясов растительности, т. е. безлесие долинной тундры, является, по нашему мнению, гидротермический режим мест обитания. А он в данных климатических условиях зависит прежде всего от рельефа. Вересковая тундра в долине оз. М. Вудъявр расположена на совершенно ровной поверхности (рис. 1), что затрудняет сток излишней влаги и обуславливает временное переувлажнение поверхностных торфянистого и песчаного слоев почвы (Полынцева и Иванова, 1936). Переувлажнение верхнего слоя почвы и застой воды происходят не только осенью во время частых дождей, но и весной. Так, 29 V 1946 на поверхности вересковой тундры стояла вода, так как бокового стока вообще нет (из-за ровной поверхности), а стоку вниз препятствовала мерзлота, начинавшаяся с 3 см от поверхности.

Лишь по краям этой равнинной долинной тундры, где обеспечен дренаж, растут березы. При внимательном осмотре долины у оз. М. Вудъявр видна приуроченность деревьев, преимущественно березы, к несколько волнистому и всхолмленному рельефу, даже на местах, наиболее открытых для сильных северных ветров. В долине оз. Б. Вудъявр древесная растительность приурочена тоже к долинам рек. Лучше развитые лесные заросли из березы, ольхи, ели, рябины и черемухи приурочены к лучше дренируемой долине двух текущих на близком расстоянии рек Юкспорйок и Гакмана. А вдоль р. Лопарской растут только береза извилистая и ольха Кольская, вдоль речки Болотной — лишь кусты ив. Характер растительности по берегам упомянутых рек объясняется характером увлажнения и дренажа — от лучшего дренажа в долине р. Юкспорйок до заболачивания в долине речки Болотной.

По левому берегу р. Вудъяврйок, ниже моста к Ботаническому саду, ель, береза извилистая и карликовая береза — характерные представители трех вертикальных поясов растительности (ельников, березового криволесья и ерниковой горной тундры) — располагаются по равнине от реки в таком же порядке, как по склону горы снизу вверх. Ближе к реке — ель (рис. 2), дальше — береза извилистая и еще дальше — карликовая береза с вереском. Все они одинаково открыты северным ветрам. Распределение их всецело обязано увлажнению; чем дальше от реки, тем дренаж хуже, потому ель растет лишь по бровке у реки (а также и у ложбины), береза заходит несколько подальше — на край вересково-ерниковой тундры, на которой деревьев уже нет, а господствуют ерник и вереск.

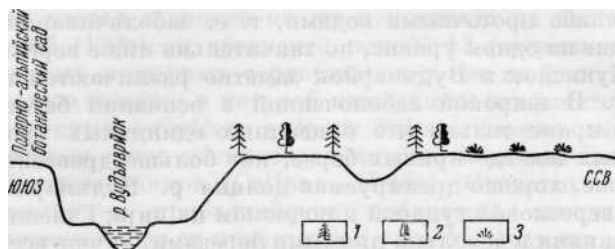


Рис. 2. Распределение ели, березы извилистой и березы карликовой по рельефу на контакте ерниковой тундры и р. Вудьявр в долине оз. Б. Вудьявр.

1 — ель; 2 — береза извилистая; 3 — береза карликовая.

Доказательства важнейшей роли дренажа для роста древесной растительности в долине оз. М. Вудьявр можно найти даже на вересковой тундре. Равнинность рельефа здесь кое-где нарушена, так как в тридцатых годах была проведена дорога, по сторонам которой прорыты мелкие канавки. Выброшенный из канавки грунт образовал вдоль дороги валик высотой около 0.5 м от дна канавки. Кроме того, в разных местах тундры вырыты небольшие траншеи, а грунт из них также образовал небольшие валики. И вот на этих валиках у дороги и у траншей селятся деревья березы извилистой, а кусты карликовой березки растут лучше, чем рядом на ровной тундре. На валиках карликовая березка выпрямляется, а рядом, в одном-двух шагах, на плоской поверхности тундры стелется по земле.

Состояние гидротермического режима вересковой тундры летом очень неблагоприятно. Почва сильно высыхает. Вода быстро уходит вниз по валунно-галечной толще, грунтовая вода находится очень глубоко, а капиллярное поднятие в таком грубом по механическому составу грунте незначительно. Влага несколько дольше держится лишь в тонком торфянистом слое, но не всегда доступна для растений из-за сильной водоудерживающей способности торфа.

Сухая каменистая почва может нагреваться летом до 30—40 и даже 42.2° (Полынцева и Иванова, 1936, стр. 252). Имеют место положительные температурные градиенты, когда почва становится теплее воздуха, как наблюдалось, например, 16—30 VII 1934 с 13 до 21 часа (Полынцева и Иванова, 1936, табл. 12 и 16). Это задерживает развитие растений и даже губит их (Радченко, 1940). Очевидно, ни одно из местных цветковых растений, кроме вереска, не могло занять при таких условиях господствующего положения.

Летом почва вересковой тундры прогревается сильнее, чем почва в соседнем лесотундровом березняке (между вересковой тундрой и оз. Ку-20пальным). Так, например, 20 VI 1947 в лесотундровом березняке, в торфяном бугре 30 см высотой, под кустом березы извилистой, на глубине 18 см от поверхности мохового покрова из мха *Pleurozium schreberi*, температура почвы была 1.5°, а рядом на участке вересковой тундры на такой же глубине от поверхности температура почвы равнялась 11°, в это же время температура воздуха была 13.5°.

Мы уже упоминали о том, что на равнинной поверхности вересковой тундры растут единичные корявые сосны, высота которых не превышает 0.5—1 м, а диаметр 1—2 см. Наличие сосен не было отмечено ни Полянской, ни Быстровым. Несмотря на то, что кругом по горам в лесном поясе и по берегам вышеназванных рек в долиненной тундре из хвойных безраздельно господствует только ель и всюду очень много ее семян, семенников же сосны нигде поблизости нет, на вересковую тундру откуда-то прикочевала сосна. Своим существованием здесь сосна как бы утверждает на эту территорию вересковой тундры право леса, обусловленное для него здешним климатом (микроклиматом). Почвенный же микроклимат и гидротермический режим препятствуют его произрастанию здесь.

Представим себе будущее вересковой тундры. Понемногу размост эрозией равнинную поверхность тундры, и она примет волнисто-холмистый вид. Возникнет хороший дренаж, благодаря чему почвенно-грунтовые условия станут

благоприятными для произрастания деревьев, а территория самой безотрадной вересковой тундры покрывается березой и сосной. Для ели здесь будет очень сухо (ель, как известно, — порода влаголюбивая).

Аналогичный результат по облесению вересковой тундры, по-видимому, можно получить и искусственно, прорыв канавы и создав волнистую поверхность почво-грунта (Жучков, 1952).

## **ПРИМЕРЫ ИНВЕРСИЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ИЗ ДРУГИХ РАЙОНОВ И ИХ ПРИЧИНЫ**

В природных явлениях и их причинах даже в отдаленных друг от друга районах есть много общего. Поэтому полезно будет, разобравшись в причинах инверсий растительности в Хибинах, обратиться к анализу подобных явлений в других местностях.

И. В. Грушвицкий (1940), исходя из своих наблюдений в Уссурийском крае, и Е. А. Дояренко (1940) видят основную причину так называемой инверсии растительности на р. Тимане в инверсии температур. Но при внимательном знакомстве с их же работами на первый план выступают именно равнинность рельефа, условия увлажнения, дренажа; последний зависит при прочих одинаковых условиях от уклона местности и ширины долины. А ведь известно, что и термические условия почв при разном увлажнении совершенно различны.

И. В. Грушвицкий пишет (1940, стр. 57), что в долинах «на более высоких участках с хорошим дренажем, с нормальной влажностью и т. д. растут растения более южные, чем на участках с неблагоприятными условиями». Он, кроме того, отмечает, что «верховья рек и горные речки... не имеют больших участков, благоприятных для заболачивания», поэтому «по узким долинам... не наблюдается инверсии растительности, и даже напротив, эти места нередко являются благоприятными для поселения южной растительности». Долины же средних и нижних течений рек обыкновенно весьма широки и подтопляются водами, а часто и заболачиваются, поэтому в них имеет место инверсия растительности.

Различным гидротермическим режимом почво-грунтов, видимо, объясняется и инверсия растительных поясов в байкальских горах, наблюдавшаяся В. Н. Сукачевым, на которого ссылается И. В. Грушвицкий. Аналогичное распределение кедрового стланика нам постоянно приходилось наблюдать в районе Колымского хребта на северо-восточном побережье Охотского моря (Медведев, 1943).

Многочисленные примеры Л. С. Берга (1938, стр. 110, 283—284) и работы О. С. Полянской по Хибинам, В. Н. Сукачева и Г. И. Поплавской — по Байкалу, В. Б. Сочавы — по Северному Уралу, И. Шишкина — по Сучанскому району Приморья и других приводятся как свидетельства прямого влияния температурных инверсий на инверсию растительности. У Берга почти нет указаний на значение гидротермического режима почв в долинах, явлений сезонной мерзлоты в них.

Конечно, инверсия температур действует в том же направлении, ухудшая не только воздушный температурный режим, но и тепловой режим почвы. Но последний определяется также влажностью почвы (очень важный момент), мощностью снегового покрова, облачностью, туманами и другими причинами. Из них влажность и температура почвы, а также аэрация (дренаж) являются определяющими, а сами они обусловлены прежде всего рельефом. Вот почему плоское дно долин имеет совершенно особый (иногда более «южный») гидротермический режим по сравнению со склонами (Преображенский, 1958).

Расчлененность рельефа, обуславливая лучший дренаж почво-грунта не только на севере, но и в лесостепной зоне, «создает более благоприятные условия для поселения леса на возвышенностях по сравнению с низменными равнинами» (Мильков, 1947).

О. С. Полянская ссылается на работу В. Б. Сочавы (1930), который установил наличие инверсии растительных зон в долинах северного (Липинского) Урала. Но В. Б. Сочава не объяснял это явление инверсией температур, а считал главной

причиной его затрудненный дренаж, т. е. излишнее увлажнение, а затем промерзание почв. Ветер чаще всего играет, по нашему мнению, лишь подсобную роль, сдувая с некоторых мест долин снег и способствуя таким образом более сильному промерзанию почв.

Надо всегда иметь в виду, что не всякий наблюдаемый яркий параллелизм явлений, как например инверсия температур и инверсия зон растительности может быть объяснен как причина и следствие. Если инверсия температур и содействует инверсии растительности, то она является далеко не главным фактором. Основная причина этого явления в долинах — гидротермический режим (сочетание влаги и тепла) почво-грунта, т. е. почвенный климат, обусловленный в первую очередь рельефом той самой территории, на которой наблюдается инверсия растительности.

Форма долин, благоприятствующая скоплению холодного воздуха со склонов, способствует в широких долинах и скоплению излишней влаги и процессу заболачивания (ср.: Лопатин, 1947), а в более северных местностях — и мерзлотным процессам. Кроме того, надо ясно представлять громадную разницу между местной дикой растительностью и культурной, особенно теплолюбивой, для которой инверсия температур скорее может быть решающей в отличие от местной растительности.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аврорин Н. А., М. Х. Качурин и А. А. Коровкин. 1936. Материалы по растительности Хибинских гор. Материалы по растительности центральной и западной части Кольского полуострова. Тр. СОПС, сер. Кольская, вып. 11.
- Берг Л. С. 1938. Основы климатологии. Учпедгиз, Л.
- Быстров С. В. 1939. О причинах безлесия долинной тундры в Хибинах. Сов. ботаника, № 4.
- Грушвицкий И. В. 1940. Явление инверсии растительности в Уссурийском крае. Ботан. журн., № 1.
- Джонс Е. У. 1946. Проблемы питания деревьев. Британский союзник, № 13 (190), 31 марта.
- Дояренко Е. А. 1940. Об инверсии растительных поясов в понижениях рельефа. Сов. ботаника, № 2.
- Жучков Н. Г. 1952. Кольцо садов под Ленинградом. Природа, № И.
- Иванова Е. Н. и Н. А. Копосов. 1937. Почвы Хибинских тундр, ч. II. Изд. АН СССР, М.
- Корчагин А. А. 1932. Геоботаническое описание Хибинских тундр. Сб. «Хибинские апатиты», т. II, Изд. АН СССР, Л.
- Корчагин А. А., О. Ф. Газе, К. А. Рассадина. 1932. Предварительный отчет ботанических исследований Хибинских тундр летом 1930 г. Сб. «Хибинские апатиты», т. II, Изд. АН СССР, Л.
- Крючков В. В. 1957. О факторах, определяющих верхний предел березы и ели в Хибинских горах. Вести. МГУ, № 3.
- Ливеровский Ю. А. 1939. Почвы Кольского полуострова. Почвы СССР, т. II.
- Лопатин В. Д. 1947. О причинах безлесия болот. Вести. ЛГУ, № 9.
- Медведев П. М. 1943. О пределе леса на северо-восточном побережье Охотского моря. Вotan. журн., № 2.
- Медведев П. М. 1952. О пределе леса и причинах безлесия тундр Азии. Изв. Всесоюз. геогр. общ., т. 84, вып. 3.
- Милуков Ф. Н. 1947. О влиянии вертикальной дифференциации ландшафтов на русскую равнину. Сб. «Вопросы географии», III, М.
- Пархоменко С. Г. 1939. К изучению структурных почв. Тр. Комитета по вечной мерзлоте, т. VII, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Полынцева О. А. и Е. Н. Иванова. 1936. Комплексы пятнистой тундры Хибинского массива и их эволюция в связи с эволюцией почвенного и растительного покрова. Тр. Почв. инст. АН СССР, т. 13.

- Полянская О. С. 1936. Об инверсии поясов растительности в Хибинских горах. Сов. ботаника, № 4.
- Преображенский В. С. 1958. О вертикальной поясности в межгорных котловинах. Изв. АН СССР, сер. геогр., вып. 3.
- Радченко С. И. 1940. Влияние температурного градиента на рост и развитие высших растений. Экспер. ботаника, № 4.
- Сочава В. Б. 1930. Пределы лесов в горах Липинского Урала. Тр. Восток, музея АН СССР, вып. XXII.
- Тихомиров Б. А. 1953. Безлесие тундры и его преодоление. Ботан. журн., № 4.
- Тихомиров И. К. 1952. О долинной тундре в горных долинах Хибинского массива. Изв. Всесоюзн. геогр. общ., № 6.
- Schimper A. F. 1935. Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Bd. II. Schroeter C. 1926. Das Pflanzenleben der Alpen. Zurich.

---

*Л. А. Шаверов*

## **ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИНТРОДУКЦИИ**

Сравнительное изучение морфологии растений, переселенных Полярно-альпийским ботаническим садом Кольского филиала АН СССР и культивируемых в условиях Хибинских гор в течение 10—15 лет и более, обнаруживает большое разнообразие структурных изменений, проявляющихся у разных особей одного и того же вида. Известно, что и в естественном местообитании особи одного и того же вида до некоторой степени неоднородны, однако эти индивидуальные различия обычно весьма незначительны, особенно у растений, живущих в одинаковых экологических условиях.

Внутривидовая изменчивость, наблюдаемая у переселенных Садом растений, по своей глубине и многообразию варьирования признаков выходит далеко за рамки обычной индивидуальной изменчивости, несмотря на то, что многие из них получены из природы в виде луковиц, корневищ, дерновин ит. д., собранных в небольшом числе экземпляров в одних и тех же экологических условиях. Даже из этого небольшого числа растений лишь часть выживает и приспосабливается к новым условиям, что, казалось, еще более должно было бы содействовать повышению однородности местных семейных репродукций.

Одной из главных причин усиленной изменчивости переселенных растений и возникновения новых форм, несомненно, являются необычные и весьма суровые условия жизни, в которые они попадают: круглосуточное освещение в течение почти всего вегетационного периода, низкая температура с заморозками в любой летний месяц, сильные арктические ветры, большая облачность и т. д.

В этой связи даже минимальные индивидуальные различия, которые, как уже говорилось, неизбежны у разных особей одного и того же вида, оказываются чрезвычайно важными в процессе приспособления, так как определяют характер дальнейших изменений структуры и формы растения.

Еще Ч. Дарвин (1937, 1951) приводил факты, свидетельствующие о громадном влиянии крайних условий среды на внутривидовую дифференциацию исходного материала и образование новых признаков и форм. Факт мощной внутривидовой дифференциации растений в высокогорных условиях Памира отмечает П. А. Баранов (1940): «Наибольший интерес со стороны освоения новых территорий представляет внутривидовая дифференциация исходного материала в крайних условиях... дифференцирующая роль высокогорной среды не ограничивается дифференциацией крупных таксономических единиц, как виды и экотипы, она приводит к выявлению различий между организмами даже в пределах так называемых чистых сортов, чистых линий, не говоря уже о популяциях... Крайние



условия выступают не только как фактор отбирающий, но и как фактор, создающий новое» (стр. 107, 117).

Процесс мощной внутривидовой изменчивости растений в крайних или необычных условиях среды отмечали также Е. Д. Пальчикова (1939) у ячменей в Хибинах, Р. А. Перлова (1953) — у картофеля на Памире и др.

В связи с вопросом внутривидовой дифференциации растений, переселенных Полярно-альпийским ботаническим садом, следует иметь в виду, кроме указанных выше суровых условий, также и специфические благоприятные условия, в которых оказываются эти растения: лучшие условия питания, уход, отсутствие конкуренции и т. д. Они дают возможность, особенно благодаря отсутствию конкуренции, существовать многим из тех растений, даже уродливым, которые в природных условиях должны были бы подвергнуться беспощадному истреблению естественным отбором. Все это, несомненно, должно благоприятствовать обильному появлению разнообразных морфологических различий в пределах вида.

Весьма важную роль в усилении процессов внутривидовой изменчивости переселенных растений играет также изоляция. Благодаря малочисленности индивидуумов переселенных растений и полной изолированности их от остальных особей вида теряет силу такое важное биологическое явление, как перекрестное опыление, благодаря которому нивелируются свойства и признаки организации особей перекрестно-опыляемых растений в пределах вида или меньшей taxonomической единицы (Дарвин, 1937; Вагнер, 1870).

Изменения, описанные в этой статье, являются нормальными, т. е. не связаны с тератологическими нарушениями, и строго правильны по своей морфологической структуре. По своему характеру они весьма напоминают явление расщепления признаков, наблюдаемое у гибридных растений, и, очевидно, связаны с глубоким воздействием новых необычных условий среды на воспроизводительную систему переселенных растений. Еще Дарвин указывал на особую чувствительность воспроизводительной системы к изменениям в условиях среды: «Что касается того, что я назвал непрямым действием измененных условий, через влияние их на воспроизводительную систему, то о существовании такого воздействия можно заключить отчасти по особой чувствительности этой системы ко всякой перемене условий, отчасти же на основании сходства, подмеченного Кёльрейтером и другими, между изменчивостью, вызываемой скрещиванием между видами, и той, которая наблюдается, когда воспитывают растения или животных при новых или неестественных условиях» (1937, стр. 111). Далее анализируется изменчивость некоторых наиболее интересных видов переселенных растений.

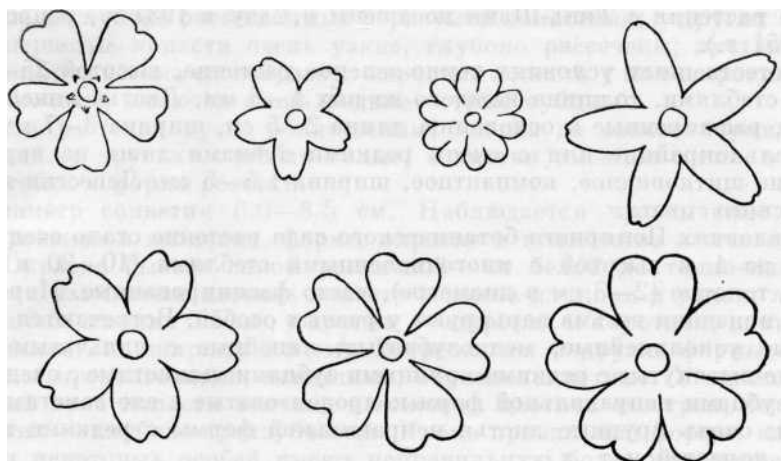
Первоцвет высокий татринский — *Primula elatior* (L.) Hill. var. *tatrica* Dom. (Семена дикорастущих растений с гор Татр получены из Кракова, посеяны в Саду в 1939 г., репродукция 1-я, 1951 г.).

В естественных условиях листья эллиптические или яйцевидные, длина с черешком 5—20 см, ширина 2—7 см. Стрелки 10—39 см высоты, соцветие зонтиковидное, не склоненное набок, содержит 5—10(15) цветков. Венчик светло-желтый, внутри, у основания долей отгиба, красновато-оранжевые пятна. Трубка венчика обычно чуть длиннее чашечки. Диаметр отгиба венчика до 2 см.

В условиях Полярно-альпийского ботанического сада дает очень широкое варьирование в форме, размере и окраске целого ряда органов, листьев, соцветий, цветков и т. д. Встречаются растения с мелкими овальными листьями, крупными яйцевидными или обратнояйцевидными, с очень крупными широкояйцевидными или широкообратнояйцевидными. Высота стрелки соцветия колеблется от 10 до 40 см и содержит от 8 до 35 цветков, весьма различающихся у разных особей по величине, форме и окраске.

На рисунке изображены наиболее характерные формы отгибов венчика; рядом с формой венчика, обычно наблюдаемой в природе, в одном масштабе показаны формы, образовавшиеся в Саду. Диаметр венчика колеблется от 16 до 35 мм. Окраска цветков варьирует от бледно-желтой до темно-желтой и желтовато-зеленой. Значительно изменчива форма трубки венчика: у одних цветков она очень

широкая и короткая, у других — длинная и узкая, у третьих — короткая конической



Изменчивость формы и размера венчика *Primula elatior* (L.) Hill, var. *tatrica* в Полярно-альпийском ботаническом саду.

В верхнем ряду слева — нормальная форма из природы.

формы, у четвертых — длинная, наверху бокальчато расширяющаяся и т. д. Встречаются, кроме того, неправильные цветки с гофрированным венчиком и т. д.

Сильные изменения наблюдаются и в форме самого соцветия. У одних растений соцветия правильные зонтиковидные, у других — резко склонены на один бок. Цветки одних соцветий имеют длинные цветоножки, поэтому соцветия рыхлые, у других цветков цветоножки короткие, поэтому соцветия компактные.

Мелколепестник оранжевый — *Erlgeron aurantiacus* Rgl. (Дикие растения с Тянь-Шаня посеяны в Саду в 1937 г., репродукция 2-я, 1951 г.).

Высота растения в естественных условиях 20—30 см. Соцветие—корзинка, обычно одиночное, ярко-оранжевое, диаметр 2—3 см.

Высота растения в условиях Полярного ботанического сада 38—57 см. Окраска соцветий от бледно-желтой до темно-бурой с фиолетовым отливом, диаметр их колеблется от 2 до 5 см. При этом соцветия не одиночные, бывает от 3 до 7 и даже до 11 на растении. При большом числе соцветий растение мощно разветвлено и имеет приземистый габитус. Чрезвычайно непостоянны ширина и длина венчика язычковых цветков: у одних растений язычки венчика очень широкие и короткие, у других — длинные, узкие и т. д. Очень варьирует и форма листьев: от узких линейных до широко-продолговатых.

Родиола линейнолиственная — *Rhodiola linearifolia* A. Bog. (Дикие растения с Тянь-Шаня посажены в Саду в 1937 г., репродукция 1-я, 1951 г.).

В естественных условиях темно-зеленое растение, высотой 25—30 см, с 1—3 стеблями, толщина каждого из них 1—6 мм. Листья линейно-ланцетные, расширенные к основанию, длина 2—5 см, ширина 3—7 мм, сидячие, цельнокрайние или с очень редкими зубцами лишь на верхушке. Соцветие щитковидное, компактное, ширина 1.5—5 см. Лепестки кирпично-красного цвета.

В условиях Полярного ботанического сада растение стало очень крупным — до 1 м высотой с многочисленными стеблями (10—20 и более). Стебли толстые (2—3 см в диаметре), часто фасциированные. Морфологические признаки весьма варьируют у разных особей. Встречаются листья: длинные узколинейные, мелкозубчатые; линейные с пильчатым краем; линейно вытянутые с редкими крупными зубцами; ланцетные с очень крупными зубцами неправильной формы; продолговатые с еле заметными зубчиками; очень крупные листья неправильной

формы с редкими зубцами в виде лопастей и т. д.

Соцветие 2.5—4.5 см в диаметре, правильной шапкообразной формы, компактное или неправильное, рыхлое, зонтиковидное или иной формы. Чрезвычайно сильно варьирует окраска соцветий. Встречаются тона: розовато-зеленый, бледно-розовый, оранжево-розовый, оранжево-красный, светло-вишневый, вишневый, темно-вишневый и различные переходные оттенки.

К у п а л ь н и ц а а з и а т с к а я — *Trollius asiaticus* L. (Дикие растения с горного Алтая пересажены в Сад в 1936 г., репродукция 2-я, 1951 г.).

В естественных условиях высота стебля 20—40 см. Цветки обычно одиночные. Диаметр цветков до 5 см. Чашелистики оранжево-красные, широкоэллиптические или обратнойцевидные. Лепестки-нектарники в 2—3 раза длиннее чашелистиков.

В условиях Полярного ботанического сада высота растения 90—100 см. Стебель несет 2—3, реже 4 цветка. Листья варьируют по величине и цвету (от изумрудных до темно-зеленых), окраска цветков — от желтовато-оранжевой до оранжево-красной. Особенно сильная изменчивость наблюдается в строении околоцветника. У одних цветков нет дифференциации на чашелистики и лепестки-нектарники, т. е. все элементы околоцветника одинаковы по форме, очень широкие, лепестки-нектарники не выражены (самый внутренний листочек околоцветника 4.5 мм шириной). У других — лепестки-нектарники хорошо выражены, узкие и длинные (длина 25 мм, ширина 4 мм). У цветков третьей формы лепестки-нектарники хорошо выражены, но короткие, округло-тупые, суженные к основанию (длина 19, ширина 9 мм). Есть цветки, чашелистики которых имеют своеобразную курчавую форму: верхний край их сложен вдоль и направлен к центру цветка, лепестки-нектарники и узкие, и длинные. Пятая форма строения околоцветника: лепестки-нектарники очень многочисленные, широкие, заостренные кверху, несколько скрученные.

П о п о в н и к м я с о - к р а с н ы й — *Pyrethrum carneum* M. B. (Семена из БИН АН СССР, в Саду с 1940 г.).

В естественных условиях стебель неразветвленный, высотой 30—50 см. Листья продолговатые, перисто разделенные с яйцевидно- или линейно-продолговатыми острозубчато надрезанными сегментами, низбегающими на черешок листа. Стебель наверху заканчивается одиночным соцветием-корзинкой, 2—4 см в диаметре. Краевые язычковые цветки кроваво-красного цвета.

В условиях Сада высота растения до 1 м и более. Стебель обычно разветвлен и несет до 6 и более соцветий. Сильно варьирует расчлененность, форма и размер листьев: листья у одних растений массивные, с очень широкими, неглубоко рассеченными перистыми лопастями; у других — ажурные, перистые лопасти очень узкие, глубоко рассечены; листья третьих экземпляров весьма своеобразны: перистые лопасти у них широкие и почти не рассечены, имеются лишь редкие острые зубцы.

Одни растения густо облиственны, вплоть до самого терминального соцветия, у других — стебли голые, а листья имеются лишь в основании стебля в форме розетки.

Диаметр соцветия 6.0—8.5 см. Наблюдается чрезвычайно сильное варьирование в величине, форме, окраске и количестве язычковых цветков. Окраска бывает самой различной — от белой до темно-малиновой. У одних язычковых цветков лопасть венчика длинная и узкая, линейная (длина 3.5, ширина 0.5 см), у других — широкая и короткая, почти овальная (длина 2.0, ширина 0.9 см). Встречаются и другие формы лопастей венчика: продолговатые, ланцетные, обратноланцетные. У одних цветков верхний край лопасти венчика язычковых цветков заострен, без зубцов, у других — глубоко трехзубчатый. Кроме правильной формы, язычковые цветки некоторых особей имеют неправильную более или менее трубчатую форму. Язычковые цветки часто расположены в 2—3 круга, а иногда все соцветие состоит только из одних язычковых цветков.

Н е з а б у д к а а л ь п и й с к а я — *Myosotis alpestris* Schmidt. (Дикие растения с Кавказа, культивируются в Саду с 1937 г., репродукция 1-я, 1951

г.).

В естественных условиях высота растения 15—20 см. Венчик небесно-голубой, диаметр 5—10 мм. Доли отгиба венчика обратнойцевидные.

В Полярном ботаническом саду высота растения 30—45 см. Листья длиной 6—17 см, шириной 2—3 см. Диаметр цветка 12—15 мм. Варьирует форма и окраска отгиба венчика. Встречается окраска от бледно-голубой до фиолетово-голубой. Форма лопастей отгиба венчика колеблется у разных растений от широкообратнойцевидной, почти круглой, до вытянуто-обратнойцевидной и овально-вытянутой.

К а н д ы к с и б и р с к и й — *Erythronium sibiricum* (Fisch. et Mey.) Kryl. (Луковицы диких растений с Алтая доставлены в Сад в 1934 г., репродукция 1-я).

Наблюдаются различные изменения формы листьев: широкие, овальные (длина 17—18 см, ширина 10 см) или, наоборот, узкие, продолговатые (длина 18, ширина 6.4 см). Формы листочков околоцветника: узкие, линейные (длина 5.7, ширина 1.0 см) или широкие, продолговатые (длина 4.8, ширина 1.4 см). Кроме того, имеет место вариация формы и окраски пыльников (от золотисто-желтой до темно-вишневой).

Сильно варьируют форма венчика у колокольчика трехзубчатого — *Campanula tridentata* Schreb. — от почти цилиндрического до плоского-блюдецобразного, а также форма и размеры язычковых цветков у нивяника обыкновенного — *Leucanthemum vulgare* L.

## Выводы

1. В условиях Полярно-альпийского ботанического сада Кольского филиала АН СССР многие виды интродуцированных растений проявляют интенсивные формообразовательные процессы, что, очевидно, связано с реакцией их на новые и весьма необычные для них условия существования.

2. Эти формообразовательные процессы выражаются в сильной морфологической изменчивости, весьма напоминающей расщепление признаков у гибридов. Подобное сходство, по-видимому, обусловлено резким воздействием новых условий среды на воспроизводительную систему интродуцированных растений. Это предположение подтверждается тем обстоятельством, что сильная внутривидовая изменчивость наблюдается лишь у растений, репродуцированных семенами в условиях этого Сада.

## ЛИТЕРАТУРА

- А в р о р и н Н. А. 1956. Переселение растений на полярный север. Эколого-географический анализ. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Б а р а н о в П. А. 1940. Проблема крайних условий среды в разрешении вопросов освоения новых территорий. Тр. Лабор. эволюц. экол. раст., т. I, стр. 107, 117, 118.
- В а г н е р М. 1870. Дарвин и его закон переселения. Перевод с немецк. под ред. Андриевского, СПб.
- Д а р в и н Ч. 1937. Происхождение видов. Гос. изд. биол. и мед. литературы, М. Дарвин Ч. 1951. Изменение домашних животных и культурных растений. Изд. АН СССР, М.—Л.
- П а л ь ч и к о в а Е. Д. 1939. Изменчивость ячменей в Хиби́нах. Яровизация, № 4 (25).
- П е р л о в а Р. А. 1953. Видо- и формообразование дикого и культурного картофеля ла западном Памире. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4.

## ТЕРАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ У ПЕРЕСЕЛЕННЫХ В ХИБИНСКИЕ ГОРЫ РАСТЕНИЙ

В условиях Полярно-альпийского ботанического сада у многих интродуцированных видов растений обнаруживаются в большом количестве разнообразные изменения (Аврорин, 1956; Тамберг, 1953; Шавров, 1957; 1958а, 1958б). Настоящая статья посвящена анализу некоторых наиболее характерных отклонений от нормальной структуры растения.

Одной из обычных форм изменчивости репродуктивных органов является варьирование числа разных элементов цветка. Если наблюдается уменьшение или увеличение числа долей венчика, то в такой же кратности обычно изменяется и количество других частей цветка: чашелистиков, тычинок и плодолистиков. Вследствие этого такие цветки во многих случаях имеют строго правильную форму. Так, например, типичный цветок кандыка сибирского — *Erythronium sibiricum* (Fisch. et Mey.) Kryl., как растения сем. лилейных, имеет трехчленный план строения: шесть листочков околоцветника в два круга, шесть тычинок также в два круга и пестик из трех плодолистиков, т. е.  $P_6A_6G_3$ . В условиях Полярного сада число элементов цветка у кандыка сибирского широко варьирует. Вместо типичного трехчленного плана строения были обнаружены совершенно правильные двух- и четырехчленные цветки, т. е. содержавшие в одном случае лишь четыре листочка околоцветника в два круга, четыре тычинки и пестик из двух плодолистиков (рис. 1), а в другом — восемь листочков околоцветника, восемь тычинок и пестик из четырех плодолистиков. Были найдены также правильные цветки со следующими формулами строения:  $P_6A_5G_{(2)}$  или  $G_{(3)}$ ;  $P_7A_7G_{(3)}$  или  $G_{(4)}$ .

У колокольчика трехзубчатого — *Campanula tridentata* Schreb. также наблюдается сильное варьирование числа элементов цветка. Были обнаружены трех-, четырех-, шести-, семи-, восьми-, девятичленные строго правильные цветки со следующими формулами строения:  $K_3C_{(3)}A_3G_{(3)}$ ;  $K_4C_{(4)}A_4G_{(2)}$ , или  $G_{(3)}$ ;  $K_3C_{(6)}A_6G_{(3)}$ , или  $G_{(4)}$ ;  $K_7C_{(7)}A_7G_{(4)}$ , или  $G_{(5)}$ ;  $K_8C_{(8)}A_8G_{(5)}$ ;  $K_9C_{(9)}A_9G_{(5)}$  (рис. 2).

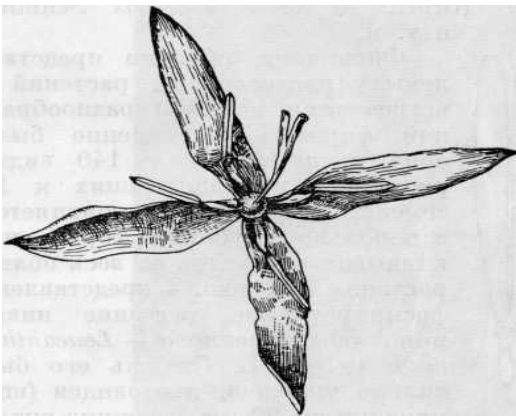


Рис. 1. Двучленный цветок *Erythronium sibiricum* (Fisch. et Mey.) Kryl.

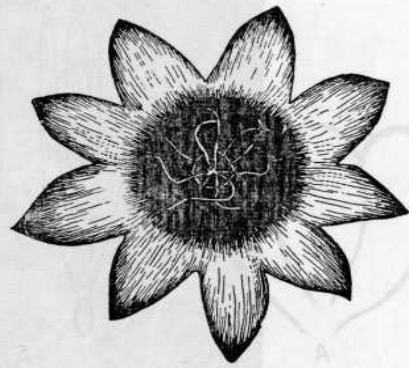


Рис. 2. Фасцированный цветок *Campanula tridentata* Schreb.

Как у кандыка сибирского, так и у колокольчика трехзубчатого варьирование в числе элементов цветка связано, по-видимому, с явлениями расщепления (хориза) или, наоборот, слияния некоторых отдельных элементов, происходящими на разных фазах формирования меристематических бугорков конуса нарастания цветка. У колокольчика трехзубчатого увеличение элементов цветка связано также с явлением фасциации.

Сильная вариация в числе элементов цветка, происходящая вследствие хоризы

или слияния отдельных элементов, наблюдалась у горечавки семираздельной — *Gentiana septemfida* Pall. У этого растения были обнаружены совершенно правильные четырех-, шести-, семичленные цветки. Так, из 83 обследованных цветков оказалось:

четырёхчленных	—	20	цветков,
пятичленных	—	38	»
шестичленных	—	21	цветок,
семичленных	—	4	цветка.

Вообще разного рода расщепления репродуктивных органов, особенно элементов околоцветника, широко распространено у переселенных растений. Они часто совершаются с удивительной правильностью, образуя доли одинакового размера и конфигурации (рис. 3).

Часто умножение числа элементов цветка происходит вследствие слияния двух или более цветков вместе. При этом часто сливаются между собой и отдельные элементы цветка, благодаря чему встречаются цветки с самым разнообразным соотношением элементов. Так, например, у первоцвета высокого татринского в условиях Сада встречаются цветки от шести- до пятнадцатичленных, т. е. содержащие в 2—3 раза больше элементов цветка (чашелистиков, элементов венчика, тычинок, пестиков), чем в нормальном цветке.

Вариация в числе элементов цветка наблюдалась также и у доде- катеонов обыкновенного — *Dodecatheon meadia* L. и Джефрея — *D. jeffreyi* Moore. У этих видов встречались как четырехчленные цветки, так и шести-, семи-, восьмичленные и т. д., вплоть до четырехкратного умножения всех элементов.

Вполне правильные шести-, семи-, восьми-, девяти- и десятичленные цветки были обнаружены также у многих десятков других видов растений: *Scilla roseni* C.

Koch, *Codonopsis rotundifolia* Royle, *Trollius asiaticus* L., *Papaver oreophilum* Rupr., *Myosotis alpestris* Schmidt и т. д.

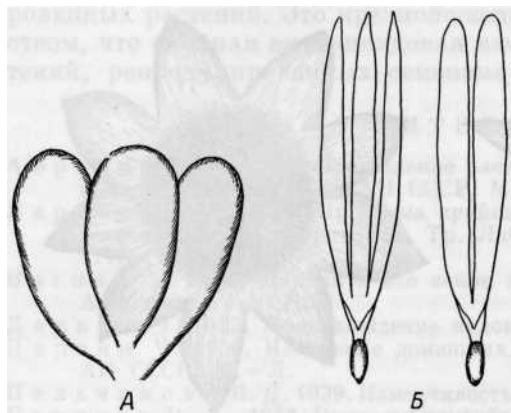


Рис. 3. Расщепление элементов цветника (хориза).

А — расщепленный лепесток *Ranunculus oreophilus* M.  
В.; Б — язычковые цветки *Leucanthemum alpinum* Lam.

Фасциации обильно представлены у переселенных растений и встречаются в самой разнообразной форме. Это явление было обнаружено нами у 140 видов растений, принадлежащих к 18 семействам; оно часто проявляется в довольно глубокой форме, накладывая отпечаток на весь облик растения. На рис. 4 представлено фасцированное растение нивяника обыкновенного — *Leucanthemum vulgare* L. Стебель его был сильно уплощен, лентовиден (ширина свыше 20 мм, толщина около 3 мм), покрыт неглубокими продольными бороздками; соцветие неправильной червеобразной формы, сильно вытянуто в одной плоскости.

У описанного нивяника, а также у поповников розового — *Pyrethrum roseum* M. В. и мясо-красного — *P. carneum* M. В., у астры альпийской — *Aster alpinus* L. и других видов часто встречается и другой тип фасциации — так называемая радиальная фасциация. В этом случае растение сохраняет радиальную симметрию, но имеет сильно разросшиеся осевые органы, полимерные цветки, сложные фасцированные плоды, нарушенное листорасположение и т. д. У сложноцветных при этом в центре соцветий нередко возникают листочки обертки и даже язычковые цветки, что является верным признаком радиальной фасциации.

Махровость встречается у переселенных растений в самой разнообразной

форме. Слабая, или частная, махровость возникает вследствие расщепления долей венчика (хориза), лепестковидного метаморфоза чашелистиков (например, у *Campanula tridentata* Schreb., *Betonica grandiflora* Willd., *Codonopsis rotundifolia* Royle и др.) или частичной стерилизации и уплощения тычинок (рис. 5). Хорошо выраженная, общая махровость образуется в результате лепестковидного метаморфоза всех органов цветка, в том числе и элементов пестика.

Очевидно, махровость следует рассматривать как явление регрессивное, свидетельствующее о глубоком нарушении важнейших физиологических процессов (деградация репродуктивных органов).

Нередко вынужденное приспособление к новой среде провоцирует у переселенного растения появление определенных предковых черт строения органов или их частей (атавизм, или реверсия). Так, у маков горючавого — *Papaver oreophilum* Rupr. и голостебельного — *P. nudicaule* L. часто встречаются цветки, в которых, кроме нормальной завязи, имеются многочисленные дополнительные более мелкие завязи, расположенные вокруг первой. Каждая такая

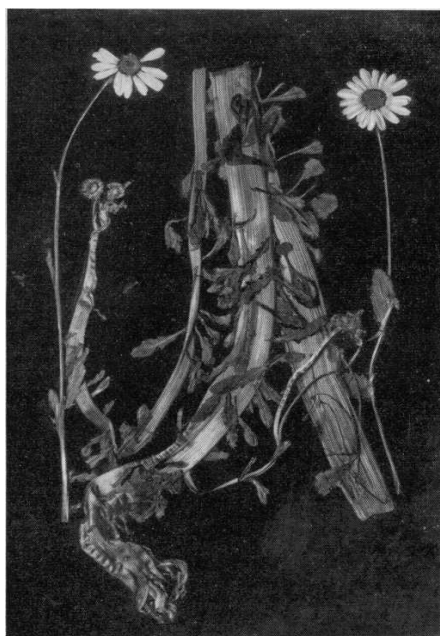


Рис. 4. Фасцированное растение *Leucanthemum vulgare* Lam.

завязь состоит лишь из одного плодолистика. Эти мелкие дополнительные завязи возникают за счет элементов андроцея и по своему строению очень напоминают примитивные плоды-листочки. Подобные же завязи наблюдал И. Н. Коновалов (1952) и квалифицировал их как проявление атавизма.

Распространенной формой проявления атавизма у переселенных растений является разделение нормально сросшихся элементов цветка, так называемый диализ. Так, например, у колокольчика трехзубчатого встречаются цветки, в которых венчик полностью разделен на отдельные лепестковидные образования, т. е. стал раздельнолепестным. Часто в этих же цветках колокольчика, а также и в других гинецях состоял из отдельных, не сросшихся между собой пестиков, причем число их часто доходило до шести вместо трех, и они были расположены в два круга. Таким образом, наблюдалось регрессивное превращение ценокарпного гинецея в более примитивной апокарпный. Помимо тенденции к апокарпии, у этого же колокольчика иногда наблюдались и более глубокие превращения в области гинецея. Так, в нескольких случаях несросшиеся плодолистики, кроме того, были совершенно открытыми, несколько уплощенными и зелеными.

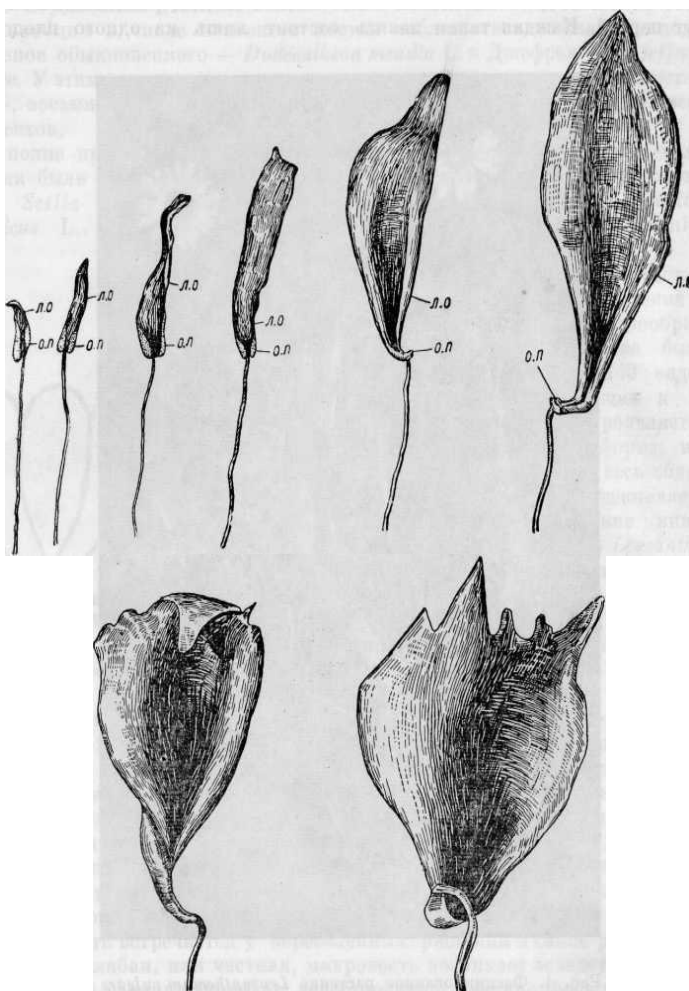


Рис. 5. Элементы лепестковидного метаморфоза тычинок  
*Papaver oreophilum* Rupr.

о. п — остатки пыльников; л. о — лепестковидное образование.

Диализ в области гинецея с переходом к апокарпии наблюдался также у *Paradisea liliastrum* Bertol., *Lilium dahuricum* Ker-Gawl., *Campanula latifolia* L. и др.

У додекатеонов обыкновенного и Джефрея наблюдалось противоположное явление — явление вторичной сrostнолепестности. Эти растения принадлежат к сем. первоцветных, раздельнолепестность у них является вторичной. Однако в Полярном саду очень часто встречаются у них цветки и со сrostнолепестным венчиком (наблюдалось два года подряд в большом количестве). Спайнолепестный венчик этих растений имеет почти цилиндрическую форму, вследствие чего цветки приобретают очень своеобразный вид.

Распространенным случаем атавизма у переселенных растений является и филлодия чашелистиков. Как известно, многие ботаники в настоящее время считают, что чашелистики большинства растений произошли путем метаморфоза верхних стеблевых листьев (Тахтаджян, 1948, 1954). При филлодии чашелистики сильно разрастаются, приобретают форму и консистенцию типичных листьев. Очень часто это явление в Полярном саду наблюдается у купальницы азиатской — *Trollius asiaticus* L. У этого растения чашелистики обычно лепестковидные, хорошо развиты, многочисленные и ярко окрашены (оранжево-красные). При филлодии же они глубоко расчленяются на доли, типичные для листьев, становятся зелеными и



увеличиваются в размере. На рис. 6 изображен последовательный ряд превращений чашелистиков в листоподобные органы.

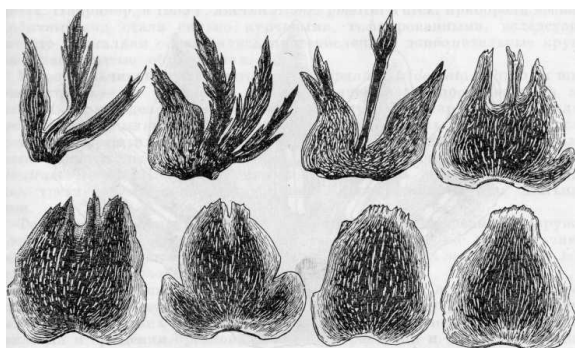


Рис. 6. Филлодия чашелистиков  
*Trollius asiaticus* L.

Подобная реверсия наблюдалась и у других видов растений, например у горечавки семираздельной — *Gentiana septemfida* Pall. У этого растения некоторые чашелистики достигали формы и размера настоящих листьев. Филлодия чашелистиков проявлялась также у колокольчика трехзубчатого и других растений.

Интересный регрессивный метаморфоз наблюдался в строении соцветий горца мясо-красного — *Polygonum carneum* C. Koch и горца змеиного — *P. bistorta* L. У обоих видов горца нормальная форма соцветия колосовидная. В условиях Полярного сада эта типичная форма часто существенно изменялась: цветоножки боковых цветков сильно удлиннялись, и соцветие приобретало вид кисти. Иногда метаморфоз шел дальше, на главной оси соцветия образовывались оси второго порядка, представляющие собой также кистеподобные образования. В результате соцветие приобретало метельчатое строение.

Образование кистевидного и метельчатого соцветий вместо нормального колосовидного является также проявлением атавизма, так как колосовидный тип

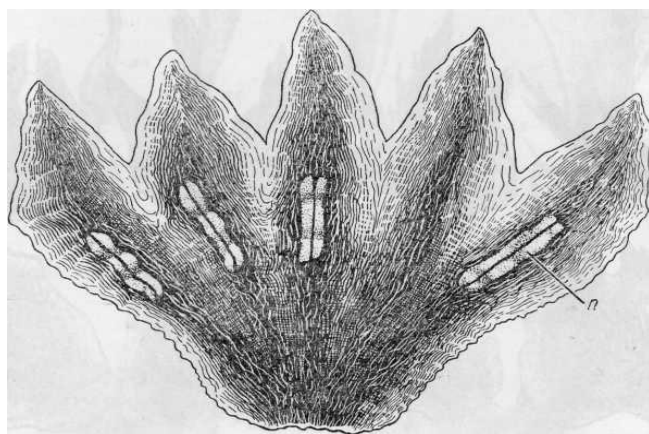


Рис. 7. Новообразование пыльников на внутренней поверхности венчика  
*Campanula tridentata* Schreb.

n — пыльники.

соцветия является более специализированным по сравнению с кистевидным и метельчатым. В эволюции колосовидное соцветие возникло из кистевидного вследствие укорочения цветоножек боковых цветков (Тахтаджян, 1948).

Подобный же метаморфоз соцветия наблюдался и у *Phleum pratense* L. Здесь цветоножки цветков также сильно удлиннялись, на главной оси образовывались оси второго порядка, несшие цветки также на длинных цветоножках.

К реверсионным явлениям относится и пелория зигоморфных цветков, т. е. ненормальное возвращение их к правильной актиноморфной форме строения (Дарвин, 1937). Это явление довольно часто наблюдалось у самых верхних в соцветиях цветков *Betonica grandiflora* Willd., *Pentstemon diffusus* Dougl., *P. whippleanus* A. Gray, *Nepeta sibirica* L.

В некоторых случаях даже боковые цветки обнаруживали явление пелории, если они формировались в строго вертикальном положении.

В этой связи интересно отметить проявление в условиях Сада зигоморфности цветков у некоторых интродуцированных растений, цветки которых нормально типично актиноморфные: у кандыка сибирского и колокольчика трехзубчатого. Характерно, что в наиболее типичной форме зигоморфность обнаруживалась у цветков, ось которых была строго горизонтальна. В этом случае два нижних элемента венчика, неправильно закрученных, но одинаковой формы, сильно раздвигались в стороны и вверх, подобным же образом изгибались тычинки и пестик.

В заключение следует упомянуть о разных новообразованиях, часто появляющихся в структуре органов переселенных растений. Такими новообразованиями являются прежде всего различные выросты, а также дополнительные органы или их части, возникающие на несвойственных им местах. Например, в 1955 г. листья *Rumex gmelini* Turcz. приобрели весьма необычный вид: стали сильно курчавыми, гофрированными вследствие того, что по жилкам образовались многочисленные дополнительные крупные пластинчатые образования.

У колокольчиков трехзубчатого — *Campanula tridentata* Schreb. и широколистного — *C. latifolia* L. на внутренней поверхности венчика по главным жилкам долей были в нескольких случаях обнаружены нормальные дитековые пыльники с пыльцой. В каждом из этих цветков имелось, кроме того, по пяти нормальных тычинок. Дополнительные пыльники были также обнаружены на внутренних листочках околоцветника *Paradisea liliastrum* Bertol. На рис. 7 изображен один из венчиков колокольчика трехзубчатого в развернутом виде, с сидящими на нем пыльниками.

Формирование дополнительных венчиковидных образований снаружи и внутри нормального венчика было отмечено у того же колокольчика трехзубчатого, а также у додекатеонов — *Dodecatheon meadia* L., *D. jeffreyi* Moore, и *Codonopsis rotundifolia* Boyle.

Таким образом, сильное изменение условий жизни в результате переселения в новую среду вызывает обильное появление у растений различных тератологических отклонений в их структуре: разнообразнейшие расщепления и сращения органов, фасциации, реверсии и т. д. Эти изменения свидетельствуют о глубоком кризисе, переживаемом растениями вследствие нарушения их нормальных взаимоотношений с условиями внешней среды.

## ЛИТЕРАТУРА

- А в р о р и н Н. А. 1956. Переселение растений на полярный север. Эколого-географический анализ. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Д а р в и н Ч. 1937. Происхождение видов. Изд. АН СССР, М.—Л.
- К о н о в а л о в И. Н. 1952. Об отклонениях в строении у некоторых растений. Тр. БИН АН СССР, сер. 4, вып. 2.
- Т а м б е р г Т. Г. 1953. Видоизменения в соцветиях нивяника. Бюлл. Гл. ботан. сада, № 16.
- Т а х т а д ж я н А. Л. 1948. Морфологическая эволюция покрытосемянных. Изд. МОИП, М.
- Т а х т а д ж я н А. Л. 1954. Вопросы эволюционной морфологии растений. Изд. ЛГУ, Л.
- Ш а в р о в Л. А. 1957. Отклонения в строении генеративных органов цветка у мака (*Papaver ssp.*). Бот. журн., т. 42, № 8.

- Шавров Л. А. 1958а. Некоторые общие морфолого-анатомические черты изменчивости растений при переселении в Полярно-альпийский ботанический сад. ДАН СССР, т. 122, № 2.
- Шавров Л. А. 1958б. Анатомо-морфологический анализ изменчивости растений, переселенных в условия Хибинских гор. Автореф. канд. дисс., Л. — Кировск.

---

Л. А. Шавров

## МОРФОЛОГО-АНАТОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ВЫСОКОГОРНЫХ РАСТЕНИЙ КАВКАЗА В ХИБИНСКИХ ГОРАХ

В питомниках Полярно-альпийского ботанического сада в течение многих лет успешно культивируется группа субальпийских и альпийских растений Кавказских гор: *Astrantia maxima* Pall. (с 1946 г.), *Anemone fasciculata* L. (с 1939 г.), *Betonica grandiflora* Willd. (с 1936 г.), *Campanula tridentata* Schreb. (с 1937 г.), *Gentiana septemfida* Pall. (с 1946 г.), *Myosotis alpestris* Schxnifa (с 1937 г.), *Pyrethrum carneum* M. B. (с 1940 г.), *P. roseum* M. B. (с 1939 г.), *Polygonum carneum* C. Koch (с 1937 г.), *Ranunculus caucasicus* M. B. (с 1939 г.), *R. oreophilus* M. B. (с 1939 г.). Эти растения в естественных условиях произрастают в горах на высоте 2000—2600 м над ур. м. Сравнительный морфологический анализ показал, что переселенные в Хибинские горы растения этих видов за время своего пребывания в новых условиях претерпели значительные изменения не только в строении отдельных органов, но и сильно изменили весь свой внешний облик, типичную для высокогорных растений форму строения. В ряде случаев изменились такие важные черты организации растений, как характер ветвления побегов и длина междоузлий, расположение листьев, строение репродуктивных побегов, количество и расположение цветков и соцветий.

Для субальпийских и альпийских растений в естественных местообитаниях типичны сильно укороченные междоузлия вегетативных органов, вследствие чего растения в большей или меньшей степени имеют розеточную форму; репродуктивный побег обычно в виде голой стрелки с редкими, мелкими, слабо дифференцированными листочками; густо-зеленая окраска вегетативных органов и густое их опушение, а также яркая интенсивная окраска цветков и соцветий.

В Хибинских горах растения стали в 2—3 и даже более раз крупнее. Значительно изменился габитус растений: исчезла резкая дифференциация на вегетативную и репродуктивную части (например, у *Ranunculus caucasicus* M. B., *R. oreophilus* M. B., *Pyrethrum carneum* M. B., *P. roseum* M. B., *Veronica gentianoides* Vahl.). Сильно разветвленные, многоцветковые побеги обычно несут крупные листья, с хорошо развитой пластинкой.

К о л о к о л ь ч и к т р е х з у б ч а т ы й — *Campanula tridentata* Schreb. является типично альпийским растением, встречается на альпийских коврах, лугах и осыпях, часто вблизи снежников. Высота растений 3—8 см. Розетка обычно состоит из десятка кожистых темно-зеленых листьев, прижатых к почве. Длина листа 2—3 см, ширина 0.5—1.0 см. Подземная часть представляет собой многоглавое корневище, расположенное в поверхностных слоях почвы. Цветостебли одиночные, неразветвленные, одноцветковые, более или менее вертикальные, покрыты редкими, мелкими, недоразвитыми листочками. Цветки ширококолокольчатые, 2.5—3.0 см в диаметре, венчик голубовато-фиолетовый.

В питомнике в условиях Хибинских гор произошли следующие изменения. Розетка стала очень крупной, рыхлой. Листья крупные, длина 11.0—18.5 см, ширина 1.9—2.6 см, более нежные и ярко-зеленые; кроме того, они не прижаты к земле, а направлены косо вверх. Подобное же изменение описано О. М. Полетико (1952) при культивировании этого вида колокольчика в условиях Ленинграда. Сильно изменилась в Хибинских горах форма листа, особенно его верхний край. В

результате видовой признак растения — трехзубчатость листа — исчез совсем или сделался плохо различимым. Репродуктивные побеги стали очень длинными (27—37 см), плетевыми, распростертыми по земле. Стеблевые листочки разрослись, достигнув по размерам пластинки низовых прикорневых листьев. На одном растении развивается по несколько побегов (2—4 и более). В некоторых случаях репродуктивные побеги стали разветвленными, многоцветковыми (3—11 цветков на одном побеге). Диаметр цветков увеличился до 4.5—5.1 см, венчик стал голубым. Значительно изменилась подземная часть растения: корневище отсутствует совершенно, корень стержневой, слабо разветвленный (рис. 1).

Поповники красный — *Pyrethrum carneum* M. B. и розовый — *P. roseum* M. B. — растения субальпийских лугов. Высота их 35—45 см. Листья

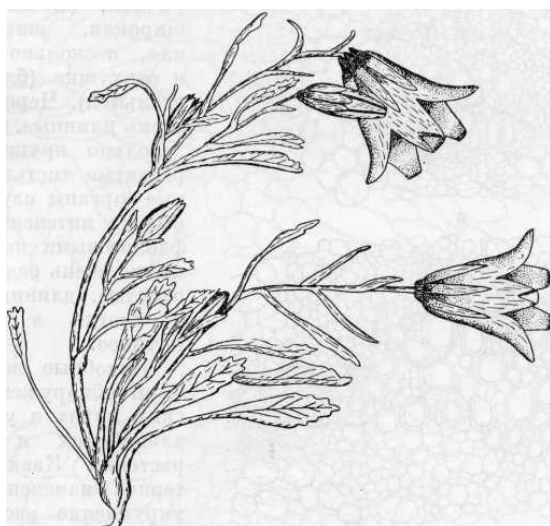


Рис. 1. Растение *Campanula tridentata* Schreb., репродуцированное в Полярно-альпийском ботаническом саду.

расположены в прикорневой розетке, стебли одиночные, неразветвленные, голые, снабжены мелкими, редкими, слабо развитыми листочками. Вегетативные органы темно-зеленые, с сероватым налетом. У поповника красного пластинка прикорневых листьев перисто-рассеченная, у поповника розового — дважды перисторассеченная. Длина листа с черешком 11—45 см, ширина 3—5 см. Соцветия — корзинки одиночные, верхушечные, 3.5—4.5 см в диаметре (с язычковыми цветками).

В условиях Хибинских гор высота этих растений 80—110 см. Стебли обычно разветвлены, нормально облиственны по всей длине. Стеблевые листья крупные, хорошо дифференцированы. Боковые побеги также несут нормально развитые листья. Иногда наблюдается переход от нормального очередного листорасположения к супротивному. Изумрудно-зеленые листья лишены сероватого налета. Длина с черешком 32—35 см, ширина 9—10 см. Сегменты пластинки листа имеют тенденцию расширяться. У поповника розового листья, кроме того, становятся менее расчлененными, в некоторых случаях из дважды перисторассеченных становятся перисторассеченными. Побег заканчивается 3—7 соцветиями, иногда одним. Сильно изменилась форма и окраска язычковых цветков. Диаметр соцветия 7.0—8.5 см.

Буквица крупноцветная — *Betonica grandiflora* Willd. — растение субальпийских лугов. Высота в естественном местообитании 25—35 см. Листья сосредоточены в прикорневой розетке. Обычно пластинка листа заметно асимметричная, вытянуто-яйцевидной формы. Черешки короткие. Цветостебель голый, с мелкими прицветными листочками. Окраска вегетативных органов темно-зеленая, с сероватым отливом вследствие густого опушения.

Волоски короткие, простые, блестящие.

В питомнике Полярного ботанического сада высота растений увеличилась примерно в 2 раза (55—65 см). Листья имеют 50—55 см в длину и 9—10 см в

ширину. Пластинка листа вполне симметричная, значительно более широкая, широкояйцевидная, несколько заостренная к верхушке (близка к треугольной). Черешки листьев очень длинные. Стебель несет довольно крупные, хорошо развитые листья. Vegetативные органы изумрудно-зеленые, с интенсивными бурофиолетовыми пятнами. Опушение очень редкое. Волоски простые, длинные. Соцветия и цветки в 1.5—2 раза крупнее.

Подобные же изменения были обнаружены в Хибинских горах и у других субальпийских и альпийских растений Кавказа. Характерное изменение габитуса, укрупнение растений, более светлая изумрудно-зеленая окраска листьев наблюдались также у *Ranunculus caucasicus* M. B., *R. oreophilus* M. B., *Polygonum carneum* C. Koch, *Veronica gentianoides* Vahl.; у *Anemone fasciculata* L., кроме того, было отмечено более слабое опушение.

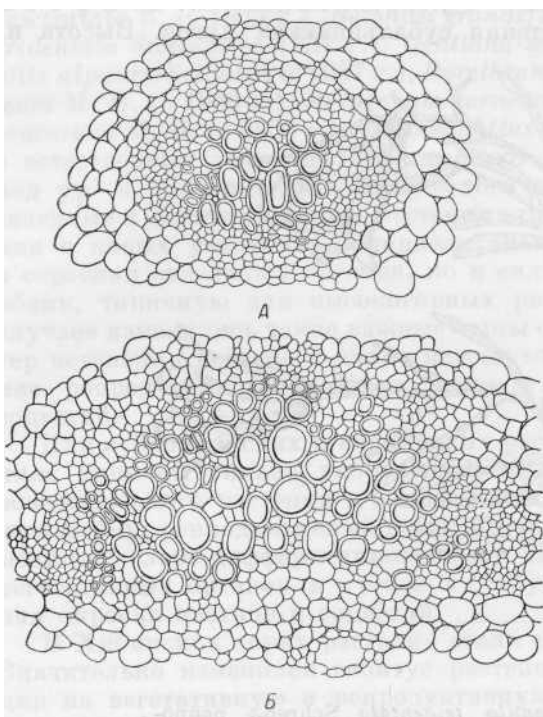


Рис. 2. Сосудистый пучок главной жилки листа *Astrantia maxima* Pall. (Ув. 7×40).

А — кавказский образец; Б — хибинский образец.

Многие из описанных выше изменений в габитусе, структуре и окраске органов переселенных растений непосредственно связаны с перемещением этих растений с очень высоких горных альпийских и субальпийских местообитаний в условия, значительно более низменные (300—350 м). Сходные изменения в габитусе растений и в структуре органов в зависимости от выращивания растений на разных высотах были отмечены и другими исследователями (Кернер, 1900; Bonnier, 1890, 1895, 1920; Clements, 1907a, 1928; Clements, Martin a. Long, 1950; Clausen, Keck a. Hiesey, 1940).

Касаясь причин, вызывающих изменения в структуре растений при перемещении на разные высоты над уровнем моря, следует признать самыми важными из них интенсивность освещения, температурный режим и влажность. Особое значение придавал фактору влажности Клементс (Clements, 1907b). В условиях Хибинских гор весьма важную роль играет непрерывное круглосуточное освещение в течение почти всего вегетационного периода, а также низкая интенсивность солнечной инсоляции. Температурный же фактор здесь, по-видимому, не может иметь большого значения, так как температурный режим питомников Полярно-альпийского ботанического сада и высокогорий Кавказа во многом сходны.

Помимо внешних, морфологических изменений, были обнаружены также изменения во внутреннем строении органов и в структуре отдельных тканей. Значительные изменения произошли у переселенных растений в строении покровных (эпидермис, пробка) и основных паренхимных тканей (объем и расположение тканей, форма и размер отдельных клеток, характер их смыкания друг с другом, структура оболочек). Заметным изменениям подверглись даже такие

общепризнанные консервативные ткани, как ксилема и флоэма, а также их отдельные элементы и механические волокна.

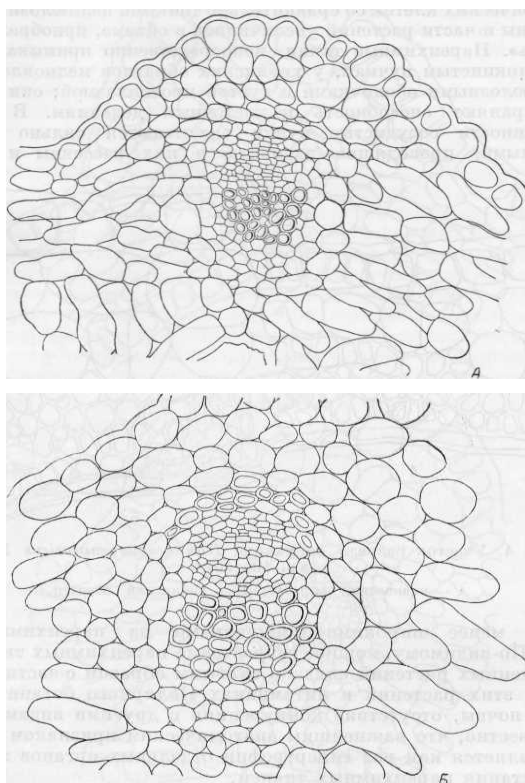


Рис. 3. Сосудисто-волокнистый пучок главной жилки верхнего сегмента листа *Ranunculus caucasicus* М. В. (Ув. 10×40).

А — кавказский образец; Б — хибинский образец.

Одной из наиболее характерных черт изменений внутренней структуры органов растений, переселенных в Хибинские горы, является интенсивное непропорциональное разрастание основных паренхиматических тканей во всех органах растений, как вегетативных, так и репродуктивных. Из-за преобладания в органах паренхиматических тканей, состоящих из изодиаметрических клеток со сравнительно тонкими целлюлозными оболочками, органы и части растений

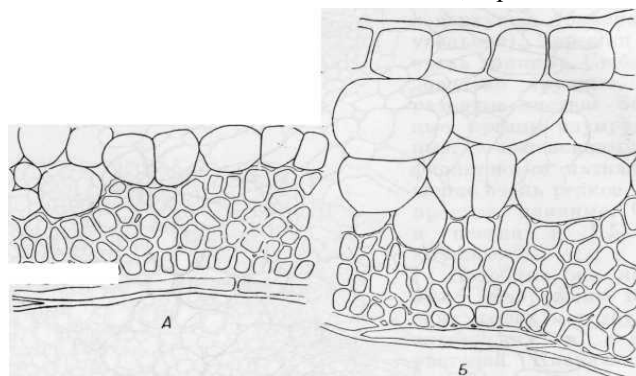


Рис. 4. Участок разреза перикарпа *Ranunculus caucasicus* М. В. (Ув. 10×40).

А — кавказский образец; Б — хибинский образец.

увеличились в объеме, приобрели большую «мясистость». Паренхимные ткани, непосредственно примыкающие к сосудисто-волокнистым пучкам, у хибинских образцов мелкоклетны, с тонкими целлюлозными оболочками и густой протоплазмой; они длительное время сохраняют способность к клеточным делениям. В результате этой особенности сосудистые пучки оказываются сильно паренхима-тизированными, проводящие элементы в них рассеяны и разделены более или менее широкими прокладками из паренхимных клеток (рис. 2, 3). По-видимому, мощное разрастание паренхимных тканей в органах переселенных растений связано главным образом с частичным окультуриванием этих растений в питомниках Полярного ботанического сада (удобрение почвы, отсутствие конкуренции с другими видами растений). Хорошо известно, что важнейшим анатомическим признаком культурных растений является как раз гипертрофия отдельных органов за счет сильного разрастания паренхимных тканей.

Разрастанию подвержены также, хотя и в значительно меньшей степени, и другие ткани, в частности ткани сосудисто-волокнистых систем: флоэма, ксилема, лубяные волокна. Разрастание этих тканей связано с повышенной активностью камбия. Благодаря активности камбия сосудисто-волокнистые пучки часто приобретают необычную структуру, как например у *Campanula tridentata* Schreb. Вегетативные органы этого растения, особенно листья, после цветения обычно начинают сильно разрастаться, причем рост продолжается до осенних заморозков. В крупных жилках листьев этого растения, особенно в главной, первичная ксилема развита весьма слабо. Напротив, вторичная (камбиальная) ксилема достигает мощного развития и имеет подковообразную форму, сосудистые элементы ее более крупные, широколопастные. Столь мощное развитие ксилемы у этого растения

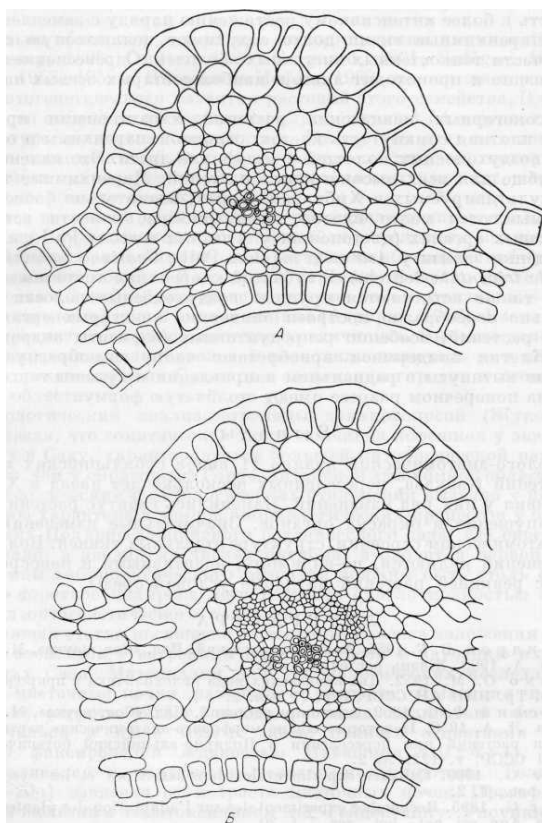


Рис. 5. Участок поперечного разреза венчика в районе главной жилки *Campanula tridentata* Schreb. (Ув. 10×40).

А — кавказский образец; Б — хибинский образец.

представляет собой аномалию. Известно, что в листьях *Campanula tridentata* Schreb. из естественного местообитания проводящие пучки не имеют камбиального роста, что и вообще характерно для любых листьев травянистых растений (Александров, 1954; Раздорский 1959). По всей вероятности, длительный, интенсивный рост, в частности повышенная активность камбия, у кавказских растений в условиях Хибинских гор, связан с круглосуточным освещением в период летнего полярного дня.

Весьма интересной особенностью большинства тканей переселенных растений является их крупноклетность (Шавров, 1958). Особой крупноклетности достигают паренхимные ткани (рис. 4). Это изменение структуры тканей также связано с более интенсивными и продолжительными ростовыми процессами переселенных растений в питомниках в Ботаническом саду. Клетки тканей, особенно паренхимных, в новых условиях приобретают способность к более интенсивному растяжению наряду с замедленным развитием. Паренхимные ткани долго сохраняют целлюлозную структуру большей части тонкостенных клеточных оболочек. Одревеснение наступает обычно поздно и происходит лишь в наиболее старых осевых частях растений.

У высокогорных кавказских растений характерными признаками являются плотная сомкнутость клеток основной паренхимы и отсутствие больших воздухоносных полостей в мезофилле листа. Это явление характерно вообще для всех высокогорных растений. Паренхимные ткани растений, культивируемых в Хибинских горах, значительно более рыхлые; клетки смыкаются менее плотно, воздухоносные полости встречаются даже в осевых органах (цветоножки у *Astrantia maxima* Pall.) и в частях цветка (стенки завязи у *Astrantia maxima* Pall., *Gentiana septemfida* Pall., *Campanula tridentata* Schreb.). В губчатой хлоренхиме листа и в мезофилле венчиков также встречаются крупные воздухоносные полости (рис. 5).

Довольно своеобразно построен эпидермис некоторых органов переселенных растений, особенно репродуктивных (элементы андроеца и гинецея). Клетки эпидермиса приобретают часто своеобразную форму: они сильно вытянуты в радиальном направлении и сужены тангентально, поэтому на поперечном разрезе имеют столбчатую форму.

## Выводы

Морфолого-анатомический анализ 11 видов субальпийских и альпийских растений Кавказа, переселенных несколько лет назад в Хибинские горы, выявил у них ряд изменений. Изменились габитус растений, форма, размер, опушение и окраска органов. Значительные изменения произошли в анатомическом строении, структуре отдельных тканей. Большинство этих изменений являются, по-видимому, адаптивными и непосредственно связаны с реакцией растений на новые условия среды.

## ЛИТЕРАТУРА

- Александров В. Г. 1954. Анатомия растений. Изд. «Сов. наука», М. Кернер А. 1900. Жизнь растений. СПб.
- Полетик О. М. 1952. Два кавказских вида колокольчика в природе и в культуре. Тр. БИН АН СССР, сер. 7, вып. 2.
- Раздорский Ф. Ф. 1959. Анатомия растений. Изд. «Сов. наука», М.
- Шавров Л. А. 1958. Некоторые общие морфолого-анатомические черты изменчивости растений при переселении в Полярно-альпийский ботанический сад. ДАН СССР, т. 122, № 2.
- Bonnier G. 1890. Cultures experimentales dans les Alpes et les Pyrenees. Rev. gen. bot., T. 2.
- Bonnier G. 1895. Recherches experimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. Ann. sci. nat., bot., ser. 7, t. 20.



- Bonnier G. 1920. Nouvelles observation sur les cultures experimentales a diverses altitudes. Rev. gen. bot., T. 32.
- Clausen J., D. D. Kecka. W. M. Hiesey. 1940. Experimental studies on the nature of species. 1. Effect of varied environments on Western North american plants. Carn. Inst. of Wash., publ. 520.
- Clements F. E. 1907a. The causes of dwarfing in alpine plants. Science, v. 25, N 634.
- Clements F. E. 1907b. The origin of new forms by adaptation. Science, v. 25, N 634.
- Clements F. E. 1928. Experimental method in adaptation and morphogeny. Journ. of. cology, v. 17.
- Clements F. E., E. V. Martin a. F. L. Long. 1950. Adaptation and origin in the Plant World. The role of environment in evolution. Waltham.

---

П. Г. Жукова

## ЭМБРИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ВЕТРЕНИЦЫ ДЛИННОВОЛОСОЙ (*ANEMONE CRINITA* JUZ.)

Довольно обширная литература по эмбриологии лютиковых (Mottier, 1895; Bessey, 1898; Coulter, 1898; Guignard, 1901; Soueges, 1910—1914; Кордюм, 1958, 1959a; Яковлев и Иоффе, 1960) не освещает всех особенностей онтогенетического развития растений этого семейства. В частности, сведения по эмбриологии ветреницы длинноволосой (*Anemone crinita* Juz.) в литературе полностью отсутствуют. Между тем этот вид заслуживает внимания исследователей как представитель лютиковых, который, кроме примитивных эмбриологических признаков, имеет ряд черт, характерных для высокоорганизованных семейств.

Для нас ветреница длинноволосая представляет интерес и как объект, значительно морфологически изменившийся в условиях Полярного Сада. Сравнение наших экземпляров с дикорастущими образцами из Горно-Алтайской автономной области (Семинский перевал) показало увеличение диаметра цветка с 3 до 5—6 см и даже появление нового признака — надрезанности (лопастность) долей околоцветника (Аврорин, 1956). Размеры вегетативных органов этого растения также увеличились. Высокие декоративные качества ветреницы длинноволосой позволили включить ее в ассортимент растений, рекомендуемых Садам для озеленения городов и поселков Мурманской области.

Кариологический анализ ветреницы длинноволосой (Жукова, 1958, 1961) показал, что соматическая ткань кончиков корешков у экземпляров, выросших в Саду, характеризуется большей цитологической разнокачественностью, чем у образцов из Горно-Алтайской автономной области. Вскрытие морфологических и цитологических отклонений вызвало у нас интерес к изучению характера и темпов эмбриологических процессов у этого вида. В условиях Полярно-альпийского ботанического сада, где снег ложится, как правило, в двадцатых числах октября, а сходит в первой половине июня, темпы эмбриологического развития должны быть столь быстрыми, чтобы за короткое полярное лето растение смогло полностью завершить весь цикл онтогенетического развития.

Настоящая статья посвящена выяснению момента заложения воспроизводящих элементов у ветреницы длинноволосой и изучению их развития в условиях Сада. Материалом для эмбриологических исследований послужили цветочные почки различного возраста. Фиксация почек проводилась с августа 1958 г., когда растение полностью обсеменялось, и закончилась в июле 1959 г. после полного отцветания растения. Материал фиксировался жидкостью Навашина (10 : 4 : 1), обезжоживался, заливался в парафин и резался на микротоме. Толщина срезов (10—20 м) зависела от возраста цветочных почек. Препараты окрашивались железным гематоксилином по Гейденгайну. Рисунки сделаны с помощью рисовального аппарата системы РА-4 на уровне стола. Увеличение для большинства рисунков: объектив Аро 90× и

окуляр К 10×.

У ветреницы длинноволосой в условиях Сада в конце августа тычинка состоит из четырех четко отграниченных друг от друга удлинённых микроспорангиев. На поперечном срезе микроспорангия можно видеть массу однородных меристематических клеток. Вскоре (начало сентября) весь микроспорангий приобретает слегка четырехлопастную форму. В каждой лопасти клетки начинают дифференцироваться: они увеличиваются в размерах, их ядра укрупняются. Появляется археспорий. В таком состоянии микроспорангий остается на всю зиму вплоть до мая. Анализ зимних проб показал, что митозы, встречающиеся в соматических клетках растения, находятся на самых различных стадиях деления. Для того чтобы определить число митозов для каждого срока фиксации, проводился их подсчет на 5 препаратах в центральных срезах каждого препарата. Следовательно, для каждого срока фиксации почек были подсчитаны митозы в 25 срезах, из них выводилось среднее количество для одного среза:

Сроки фиксации:

30 IX 9 X 20 X 29 X 10 XI 20 XI 1 XII 12 XII 5 I 26 I 16 II 27 II 19 III 9 IV 19 IV

Число митозов:

29.8 23.4 11.6 4.3 6.4 9.4 6.7 3.4 2.3 0.2 1.5 1.9 116.9 105.1 168.4

В пробах, зафиксированных после 19 IV, большинство клеток делится.

Из приведенных данных видно, что митозы в зимних пробах есть, хотя их намного меньше, чем в осенних и весенних. Но являются ли митозы доказательством зимнего роста, остается спорным. Некоторые исследователи (Викторов, 1943; Куперман, 1950; Прозина, 1949; Серебряков, 1952; Устинова, 1949) считают возможным рост при отрицательных температурах. Основанием для такого заключения служат картины деления клеток в зимних пробах. Гриф (1956) указывает на то, что при замораживании деление клеток может быть приостановлено на любой из фаз. Он показал, что деление клеток у озимых пшеницы и ржи возможно еще при температуре 0°.

В условиях Полярно-альпийского ботанического сада в год исследования температура под снегом на поверхности почвы<sup>IV</sup> колебалась в пределах от —0.1 до —1.1°, на глубине 20 см от —0.2 до +2.2°. Резкое увеличение числа митозов (по нашим данным, 116.9) наблюдалось уже в марте, когда температура под снегом была —0.1 — —0.4°, а снеговой покров достигал 140 см. В конце апреля при достаточно большом снеговом покрове (85 см) и температуре с колебанием от —0.1 до —0.8° в некоторых пыльниках отмечено деление археспориальных клеток.

Следовательно, в питомнике Сада, расположенном на высоте 320 м над ур. м., у ветреницы длинноволосой число делящихся клеток начинает уменьшаться примерно с 20 октября и резко возрастает в середине марта. Ранний весенний рост под снегом способствует ускорению онтогенетического развития, что очень важно для приспособления организма к полярным условиям.

Археспориальные клетки при своем делении образуют с наружной стороны первичный париетальный слой, а с внутренней — первичный спорогенный слой. Спорогенные клетки становятся материнскими клетками пыльцы, деление которых начинается сразу же после полного освобождения растений из-под снега (20—25 мая).

Материнские клетки микроспор у ветреницы длинноволосой делятся по симультанному типу. Этот тип деления характеризуется тем, что клеточная перегородка не закладывается после первого деления мейозиса, а материнская клетка разделяется сразу на четыре части после обоих делений мейозиса. Образующиеся четыре дочерних ядра располагаются по углам тетраэдра и соединяются веретенами. Уже в этот момент на протопласте образуются перетяжки в местах, находящихся на одинаковом расстоянии от ядер. Появляется собственная

<sup>IV</sup> Температура на поверхности почвы под снегом измерялась электрическим термометром АМ-2.

оболочка микроспор, которая внедряется в виде борозд. Соединившись в центре, она делит ядра микроспор (рис. 1). Микроспорогенез у ветреницы длинноволосой

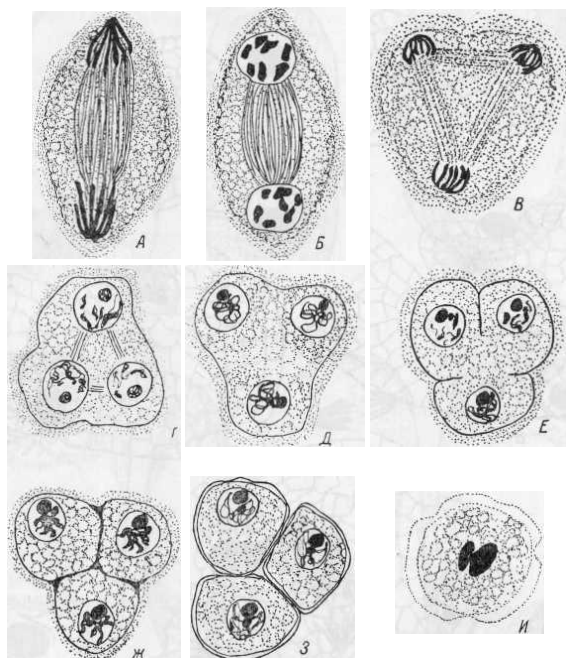


Рис. 1. Деление материнских клеток микроспор.

А — анафаза первого деления мейоза; Б — телофаза первого деления мейоза; В — конец второго деления мейоза, видны 3 из 4 ядер микроспор; Г и Д — ядра микроспор в стадии покоя, веретена исчезают, на протопласте образуется перетяжка; Е — оболочка микроспор внедряется в виде борозд; Ж — оболочка соединяется в центре, разделяя ядра микроспор; З — хорошо сформированные микроспоры; И — микроспора с вегетативным и генеративным ядрами.

завершается в начале июня. Пыльцевые зерна имеют округлую форму с хорошо выраженными двумя оболочками и тремя порами. Сквозь тонкие оболочки видны генеративное и вегетативное ядра.

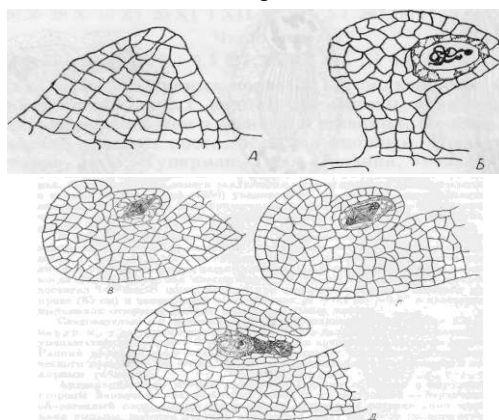


Рис. 2. Развитие семяпочки и деление материнской клетки зародышевого мешка.

А — бугорок основной семяпочки; Б, В, Г — профаза метафаза и телофаза материнской клетки зародышевого мешка; Д — нижняя клетка тетрады развивается в зародышевый мешок.

В завязи ветреницы длинноволосой развивается одна семязпочка обратного типа. Бугорок семязпочки (рис. 2, *А*) закладывается в конце мая, т. е. в момент, когда большинство пыльников имеют уже полностью созревшую пыльцу. В результате быстрого неравномерного деления клеток бугорок семязпочки начинает загибаться по направлению к семяножке. В это время среди однородных меристематических клеток выделяется одна клетка, которая переходит к редукционному делению. Эта клетка становится материнской (рис. 2, *Б*).

По мере развития материнской клетки идет формирование самой семязпочки, а именно у основания ее закладывается интегумент. Появление валика интегумента отмечалось нами на последних стадиях редукционного деления материнской клетки (рис. 2, *В*, *Г*). На стадии одноядерного зародышевого мешка интегумент достигает верхушки семязпочки (рис. 2, *Д*). Размер бутона в это время равен 0.5—0.6 см.

Молодой зародышевый мешок начинает постепенно удлиняться и расширяться, увеличиваясь в объеме. При этом наступает первое деление ядра, которое в результате мейозиса содержит гаплоидный набор хромосом.

На рис. 3, *А* показан сильно вакуолизированный одноядерный зародышевый мешок в ранней профазе деления. Пространство между двумя образовавшимися ядрами заполняет большая вакуоль, которая раздвигает ядра к противоположным полюсам зародышевого мешка (рис. 3, *Б*, *В*).

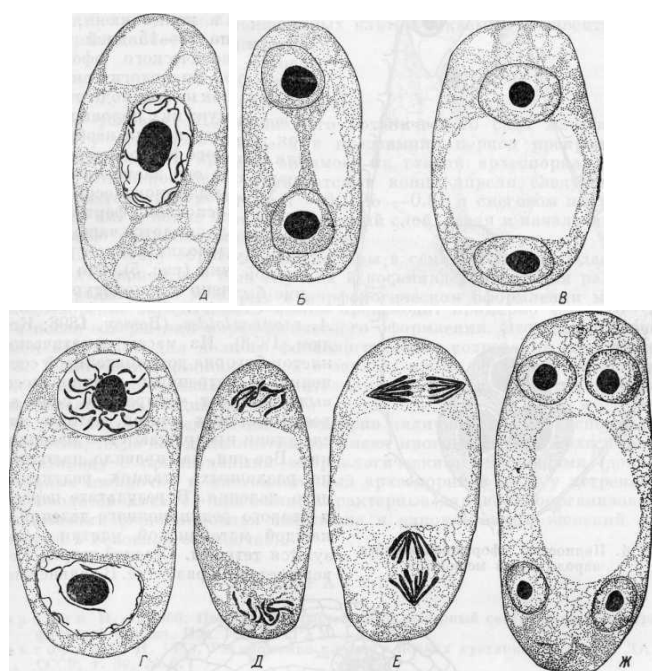


Рис. 3. Последовательные стадии развития зародышевого мешка.

*А* — одноядерный зародышевый мешок; *Д* и *В* — двухъядерный зародышевый мешок; *Г* — профаза двухъядерного зародышевого мешка; *Д* — метафаза двухъядерного зародышевого мешка; *Е* — конец анафазы двухъядерного зародышевого мешка; *Ж* — четырехъядерный зародышевый мешок.

Затем каждое ядро делится снова. На рис. 3, *Б*, *Д*, *Е* показаны ранняя профаза, метафаза и конец анафазы деления двухъядерного зародышевого мешка. В метафазе легко можно подсчитать число хромосом:  $n = 7$ .

В анафазе, следующей за метафазой, половинки каждой хромосомы начинают расходиться и формируют скопления, давая дочерние звезды. Ось халазальной веретена параллельна оси зародышевого мешка, тогда как ось микропилярного

веретена расположена к нему под прямым углом. В результате такого деления образуется четыре ядра, т. е. четырехклеточный зародышевый мешок (рис. 3, Ж). Ядра последнего снова делятся, и появляется восьмиядерный зародышевый мешок. Образовавшиеся восемь ядер распределяются по 4 ядра у каждого полюса (микропилярного и халазального).

Дальнейшее развитие зародышевого мешка состоит в формировании его элементов. Из четырех клеток, расположенных у микропиле, образуется яйцеклетка, две синергиды и одно полярное ядро, которое называют верхним. Халазальная группа выделяет из себя три антиподы и нижнее полярное ядро. Антиподы очень крупные и сохраняются долго после оплодотворения. Яйцеклетка грушевидной формы, с вакуолью, расположенной ближе к микропиле (рис. 4). Зародышевый мешок у ветреницы заканчивает свое формирование в десятых числах июня, размер бутона достигает при этом 0.7—0.8 см.

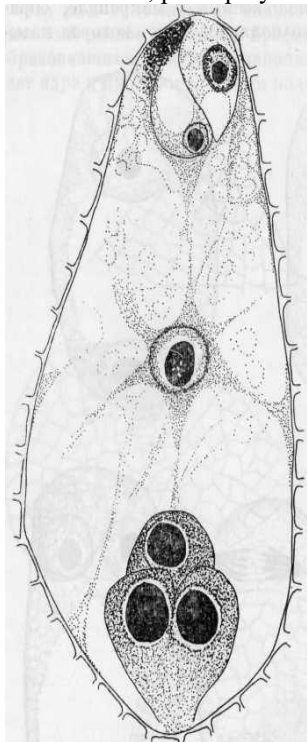


Рис. 4. Полностью сформировавшийся зародышевый мешок.

Как и у большинства покрытосемянных, процесс микроспорогенеза у ветреницы длинноволосой опережает макроспорогенез. Разрыв в морфологическом оформлении мужских и женских воспроизводящих элементов определяется 10—12 днями. К моменту образования зрелой пыльцы во всех пыльниках в семязпочках наблюдается четырехъядерная, а у некоторых и восьмиядерная стадия зародышевого мешка. И тем не менее оплодотворяется зародышевый мешок только в конце июня, т. е. спустя примерно 13—15 дней после своего морфологического оформления. Очевидно, физиологически зародышевый мешок не был подготовлен к восприятию мужских половых клеток. Период в две недели необходим для окончательного физиологического созревания всех его элементов.

У ветреницы длинноволосой в завязи, кроме основной фертильной семязпочки, закладывается чаще всего один бугорок дополнительной абортивной семязпочки (рис. 5). Это явление было отмечено в литературе для *Anemone caroliniana* Walt., *A. cylindrica* A. Gray., *A. canadensis* L. и *A. ranunculoides* (Bessey, 1898; Кордюм, 1958). Из массы соматических клеток бугорка дополнительной семязпочки у ветреницы длинноволосой выделяется от четырех до семи ар-хеспориальных клеток, которые впоследствии превращаются в материнские. Все они, как правило, находятся на различных стадиях

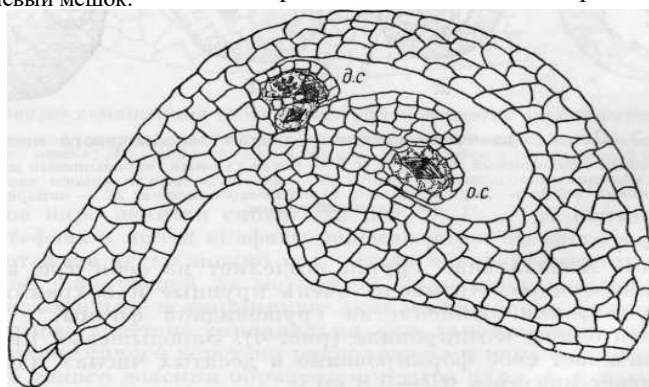


Рис. 5. Завязь с двумя семязпочками.

о. с — основная семязпочка, д. с — дополнительная семязпочка.

редукционного деления.

В результате первого и второго редукционного делений из каждой материнской клетки образуются тетрады. Стадией тетрад и завершается их развитие. В дальнейшем весь бугорок прекращает свой рост, а тетрады дегенерируют. В завязи на более поздних стадиях ее развития видна одна нормально развитая семязпочка и бугорок дегенерирующей семязпочки.

Многоклеточный археспорий в нуцеллусе (почему получается не одна макроспора, а несколько) считается признаком очень древним и весьма примитивным. Наличие у ветреницы длинноволосой дополнительных семязпочек и большого числа археспориальных клеток показывает относительную примитивность этого вида.

## Выводы

1. В условиях Полярно-альпийского ботанического сада микроспорангий у ветреницы длинноволосой в предзимний период прекращает свое развитие (по крайней мере видимое) на стадии археспориальных клеток. Активное деление их начинается в конце апреля следующего года при температуре под снегом от  $-0.1$  до  $-0.8^{\circ}$  и снеговом покрове в 60—85 см. В конце мая делится спорогенный слой, давая к началу июня полностью оформленные пыльцевые зерна.

2. К моменту образования зрелой пыльцы в семязпочках наблюдается четырехъядерная, а в некоторых случаях и восьмиядерная стадия развития зародышевого мешка. Разрыв в морфологическом оформлении мужских и женских воспроизводящих элементов насчитывает 10—12 дней. Оплодотворение зародышевого мешка происходит примерно через 13—15 дней после завершения морфологического оформления. Этот период, очевидно, необходим для полного физиологического созревания семязпочки.

3. У ветреницы длинноволосой в завязи, кроме основной семязпочки, закладываются абортивные дополнительные семязпочки, развитие которых заканчивается на стадии тетрад.

4. Для основной семязпочки характерно наличие одной археспориальной клетки, тогда как дополнительные имеют многоклеточный археспорий.

5. Наряду с примитивными эмбриологическими признаками (дополнительные семязпочки и многоклеточный археспорий в них) у ветреницы длинноволосой имеются признаки, характерные для высокоорганизованных семейств (однопокровная семязпочка и одноклеточный женский археспорий в основной семязпочке).

## ЛИТЕРАТУРА

- Аврорин Н. А. 1956. Переселение растений на полярный север. Эколого-географический анализ. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Викторов С. Н. 1943. Размножение клеток в почках кустарников зимой. ДАН СССР, т. 39, № 6.
- Гриф В. Г. 1956. О возможности деления клеток растений при отрицательных температурах. ДАН СССР, т. 108, № 4.
- Жукова П. Г. 1958. Об изменчивости числа и формы хромосом у *Anemone crinita* Juz. в условиях Полярно-альпийского ботанического сада. Изв. Кар. и Кол. филиалов АН СССР, № 3.
- Жукова П. Г. 1961. Кариология некоторых видов *Ranunculaceae* в Полярноальпийском ботаническом саду. Ботан. журн., № 3.
- Кордюм Е. Л. 1958. К эмбриологии представителей трибы *Anemoneae*. Вести. Киевск. унив., серия биол., вып. 2, № 1.
- Кордюм Е. Л. 1959а. Сравнительно-эмбриологическое исследование семейства лютиковых — *Ranunculaceae* DC. Украинск. ботан. журн., т. XVI, № 1.
- Кордюм Е. Л. 1959б. О некоторых особенностях тапетума и антипод семейства лютиковых. ДАН Укр. ССР, № 3.

- Куперман Ф. М. 1950. Биологические основы культуры пшеницы. Изд. МГУ.
- Прозина М.Н. 1949. Зимний рост у птицемлечника (*Ornithogalum umbelatum* L.) ДАН СССР, т. 64, № 6.
- Серебряков И. Г. 1952. Морфология вегетативных органов высших растений. Изд. «Сов. наука», М.
- Устинова Е. И. 1949. Ритм развития конуса нарастания в луковичах пролески (*Scilla sibirica* L.) в осенне-зимнее время. ДАН СССР, т. 64, № 6.
- Яковлев М. С. и М. Д. Иоффе. 1960. Мегаспорогенез у *Paeonia anomala* L. Вопросы эволюции, биогеографии, генетики и селекции. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Besse y A. 1898. The comparative morphology of the pistil of the Ranunculaceae, Alismaceae and Rosaceae. Bot. Gazet. XXVI.
- Coulter J. M. 1898. Contribution to the life history of Ranunculaceae. Bot. Gazet, XXV.
- Guignard M. L. 1901. Double tecondation chez les Renonculaceae. Journ. de Bot., 12.
- Mottier D. M. 1895. Contribution to the embryology of the Ranunculaceae. Bot. Gazet. XX.
- Soueges M. K. 1910—1914. Recherches sur Pembryogenie des Renonculaceae. Bull. Soc. bot. France.

---

И. В. Жуйкова

## БИОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СИББАЛЬДИИ РАСПРОСТЕРТОЙ (*SIBBALDIA PROCUMBENS* L.) И ЛАПЧАТКИ КРАНЦА [*POTEJVTIELA CRAATZII* (CR.) BECK.] В УСЛОВИЯХ ХИБИНСКИХ ГОР

Изучение морфогенеза растений различных экологических типов в настоящее время приобретает большое значение в разрешении не только теоретических, но и ряда практических задач. Несмотря на это, многие вопросы, связанные с исследованием структурно-биологических особенностей растений в процессе их роста и развития от прорастания семян до половозрелого состояния, остаются не выясненными. До сих пор очень мало внимания уделяется углубленному познанию структурно-биологических особенностей видов эдификаторов и других компонентов, составляющих естественные сообщества (Лавренко, 1944; Шенников, 1948; Серебряков, 1954 г. и др.). При исследовании последних остро ощущается недостаток сведений о наиболее существенных особенностях растений, отражающих степень их приспособленности к условиям существования, таких, как продолжительность жизни растений, возрастной состав их популяции.

Все это вызвало необходимость изучения структуры роста у малоисследованных арктоальпийских видов, в частности у сиббальдии распростертой (*Sibbaldia procumbens* L.) и лапчатки Кранца [*Potentilla crantzii* (Cr.) Beck.].

Имеющиеся в литературе сведения, в основном в работах систематиков, дают лишь некоторые представления о внешнем облике сиббальдии распростертой и лапчатки Кранца, не касаясь структурно-биологических особенностей роста и развития этих видов. Характеристика этих растений как представителей определенных групп жизненных форм вызывает затруднение у исследователей, вероятно, вследствие недостатка материала по их морфогенезу.

Попытка морфологического анализа формы роста этих видов дается Рау (Rauh, 1937). Он считает, что сиббальдия распростертая и лапчатка Кранца являются переходными жизненными формами от шпалерных кустарников к дерновинным травянистым растениям. Основное отличие этих двух форм роста Рау видит только в характере образования корневой системы. Так, шпалерные кустарники характеризуются наличием мощного главного корня, сохраняющегося в течение всей жизни растения, в то время как у дерновинных растений он отмирает. Главная

роль в этом случае принадлежит придаточным корням, с помощью которых боковые побеги укореняются и могут жить самостоятельно.

Как и у шпалерных кустарников, среди дерновинных растений Рау выделяет два типа: Dryas-Тур и Rhodoraceen-Тур. У растений первого типа, к которому он относит и названные выше виды, главный побег остается коротким и недоразвитым, а пазушные почки в его базальной и средней частях образуют сам дерновинный кустарник. Однако исследование формирования морфологической структуры этих растений в онтогенезе и выявление основных показателей, характеризующих степень приспособленности к данным условиям существования (длительность жизни главной и боковых осей, темпы ветвления и др.), не дают основания согласиться с данными Рау.

Исследования автора настоящей статьи проводились в Хибинских горах с 1954 по 1956 г. Гербарный материал разного возраста собирался с различных местообитаний и в разные сроки вегетации. Затем при камеральной обработке по методике, которая уже применялась при подобного рода исследованиях (Серебряков, 1954а; 1954б, 1954в и др.; Жуйкова, 1958, 1959а, 1959б), выявлялись морфологические изменения структуры куста, происходящие в онтогенезе. Наиболее существенно при этом выявление возрастных показателей на основе изучения морфологической структуры растений в различных условиях существования.

Возраст молодых растений, пока не отомрет главная ось и нет ветвления, определить сравнительно легко в основном по числу годичных приростов. Границы смежных годичных приростов отличаются по различным морфологическим признакам в зависимости от тех или иных индивидуальных особенностей роста и развития и характера побегообразования, присущего данному виду растений.

У взрослых растений с многократным ветвлением и многочисленными отмершими частями определить возраст по числу годичных приростов бывает почти невозможно. Только при тщательном изучении морфологических особенностей роста и развития в онтогенезе от семянца до взрослого неоднократно цветущего куста возможно выявить важные показатели (длительность жизни главной и боковых скелетных осей, время возникновения последних и их смену), помогающие определить возраст всего растения.

У сиббальдии распростертой и лапчатки Кранца возраст определяется по годичным приростам, которые хорошо отделяются друг от друга благодаря сохраняющимся в течение многих лет остаткам расширенных оснований листьев (прилистников). Зная количество листьев, появляющихся ежегодно, и промежутки времени, через который происходит образование новых боковых побегов, возможно подсчитать возраст всего растения.

## **МОРФОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СИББАЛЬДИИ РАСПРОСТЕРТОЙ (*Sibbaldia procumbens* L.)**

Сиббальдия распростертая (сем. *Rosaceae*) — арктоальпийский циркумполярный вид с довольно широким ареалом. Она встречается до 71°42' с. ш. (в Гренландии), где обильно цветет и плодоносит (Porsild, 1926); южной границей ее распространения являются горные цепи Пиренеев (Сиерра-Невада), Центральных Апеннин, Альп и Кавказа. Это растение заходит высоко в горы. Так, например, в северных Альпах его можно встретить по влажным расщелинам в скалах на высоте до 3300 м над ур. м. (Braun-Blanquet, 1923). В условиях Хибинских гор сиббальдия распростертая встречается в горной тундре, отмечена в альпийском поясе, на горнотундровых луговинах, где иногда долго задерживается снег, а также на альпийских приречных и приозерных лужайках на слабо задернованном каменисто-мелкоземистом субстрате. В горных тундрах является хорошим кормом для оленей. По данным Рау, у сиббальдии распростертой главный



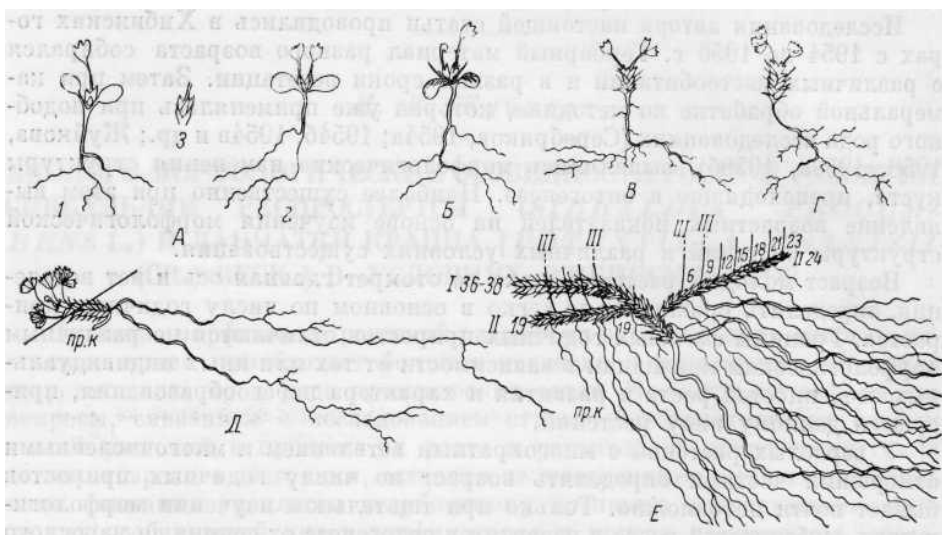


Рис. 1. Схема формирования куста сиббальдии распростертой — *Sibbaldia procumbens* L.

А — всходы (1 — одногодичный сеянец в начале июля; 2 — состояние всхода перед уходом его в зиму; 3 — основание черешка листа); Б — 2-летний сеянец; В — 4-летний сеянец; Г — 6-летний сеянец; Д — 12-летний сеянец; Е — 36—38-летнее взрослое цветущее растение, пр. к — придаточные корни; I, II, III... — последовательные порядки побегов. Цифры у основания вегетативных побегов обозначают возраст растения во время их появления; цифры у верхушки побегов показывают их возраст; пунктиром обозначены отмершие части генеративных побегов.

побег слабо развит, господствует акротония, т. е. пазушные почки трогаются в рост лишь в верхней или средней части побега. Ветвление происходит в основном в одной плоскости вследствие поперечно-двулистного расположения листьев. Верхушечные почки растут в основном моноподиально, а цветки занимают боковое положение.

В системе жизненных форм И. Г. Серебрякова (1954в) этот вид включен в группу шпалерных кустарников как представитель с признаками травянистых растений. Однако каких-либо существенных морфолого-биологических признаков, которые обязывали бы считать это растение переходной формой от шпалерных кустарников к травянистым многолетникам, Серебряков не приводит. «Длительность жизни их побегов (*Sibbaldia procumbens* L., *Potentilla verna* L., *P. nitida* L., *Veronica repens* L.) по сравнению со шпалерными кустарниками невелика, — отмечает он, — а одревеснение слабое».

Морфологически сиббальдия распростертая представляет собой многолетнее растение с деревенеющим ветвистым подземным корневищем. На ее многолетних побегах почти в течение всей жизни сохраняются отмершие основания черешков листьев, которые вследствие малых годичных приростов растения очень плотно налегают друг на друга. За счет сильно укороченных междоузлий все ассимиляционные листья годичного прироста сосредоточены в розетке. Взрослые растения образуют густые стелющиеся дернины, иногда приподнимающиеся над поверхностью почвы на 2—4 см.

Всходы встречаются довольно обильно, обычно в тех же условиях местообитания, где и взрослые растения, как на открытых, не защищенных от ветра пространствах, так и под их кронами. Под плотными куртинами площадью в 15—20 см<sup>2</sup> встречается от 50 до 70 молодых растений в возрасте от 1 до 5 лет, что свидетельствует о хорошей всхожести семян и их продуктивности в условиях Хибинских гор (рис. 1). В первый год весной гипокотиль (длина 2—3 мм) выносит на поверхность почвы две зеленые, эллипсовидной формы семядоли с черешками до 1.5 мм длины и одним листом, который появляется в начале или середине июля. До конца вегетационного периода успевают развиваться еще 1—2 листа (рис. 1, А). Первые листья с трехлопастной пластинкой сидят на довольно длинных черешках.

Основание каждого черешка расширено в виде двух пленчатых лопастей (рис. 1, А, 3). Когда листья находятся еще в зачаточном состоянии, расширенные основания черешка играют роль почечных чешуй. К началу зимнего периода сиббальдия распростертая представляет собой небольшое растение высотой до 5—7 мм, с 2 зелеными семядолями и 2—3 зелеными листьями, образующими розетку. Корневая система однолетнего растения довольно хорошо развита. Она достигает в длину 30 мм (почти в 5 раз больше самого растения).

Весной следующего года появляется один лист, а затем в течение вегетационного периода развивается еще 1—2 зеленых листа. К осени второго года они уже полностью отмирают и от каждого остается лишь часть черешка и расширенное основание (рис. 1, Б). Следовательно, листья на растении сохраняются только два года. Обычно на третий год жизни растения в пазухах листьев первого года дифференцируются пазушные почки, большинство из которых остается в состоянии «спящих» в течение всей жизни растения. Годичные приросты растения очень незначительные и исчисляются долями миллиметра (0.5—1 мм в год). Сиббальдия распростертая в возрасте четырех лет не превышает в высоту обычно 3—5 мм. В этом возрасте сиббальдия распростертая представляет собой травянистое растение. С 4—5-летнего возраста начинается обычно одревеснение побега в его нижней части. На четвертый год жизни растения второй-третий лист, в отличие от таковых одногодичного сеянца, имеет двураздельную листовую пластинку, а с пятого и во все последующие годы у всех листьев пластинки листа становятся трехраздельными (рис. 1, Г, Д).

В последующие годы наблюдается моноподиальный плагиотропный рост. На главной оси ежегодно появляются 2—3 листа. Листья уходят в зиму зелеными, но в течение последующего года отмирают и сохраняются лишь засохшие расширенные основания черешков.

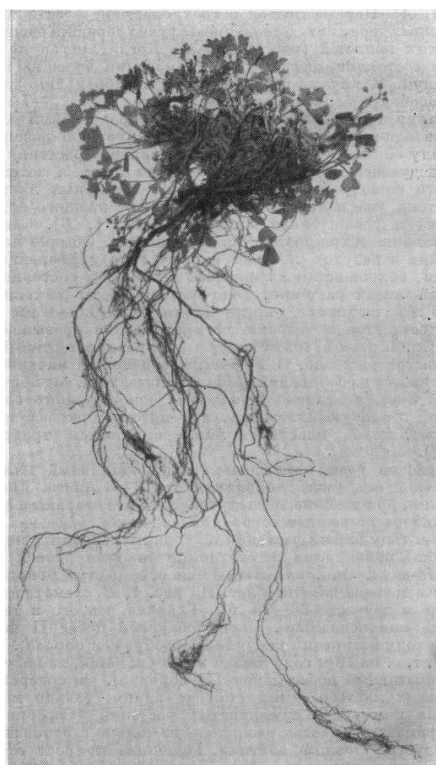


Рис. 2. 78-летний экземпляр сиббальдии распростертой — *Sibbaldia procumbens* L. с сохранившимися остатками оснований листьев.

На 12—20-м году жизни растения из спящих пазушных почек главной оси (I порядка) появляются вегетативные боковые побеги II порядка, в числе одного-двух. Они, как и главная ось, растут моноподиально и плагиотропно в течение десятков лет. На рис. 1, E схематически изображено растение в возрасте 36—38 лет. Главная ось его в течение всего времени росла моноподиально. Первый боковой побег II порядка развился на 12-м году жизни (на рисунке он изображен справа). На 6-м году жизни побега, т. е. на 18-м году жизни всего растения, из пазушной почки появился генеративный побег (побег III порядка). Он совершенно лишен ассимиляционных листьев и представлен одним только междоузлием, как у типично розеточных травянистых растений (Серебряков, 1952). Небольшие прицветные листья расположены только в основании цветков, собранных в густые ложные зонтики. Годичный прирост генеративного побега намного превышает таковой у вегетативного побега.

Следовательно, генеративные побеги сиббальдии — удлиненные специализированные, а вегетативные — укороченные, т. е. имеет место как раз то, что отличает, по мнению Серебрякова (1952), травянистые растения от древесных (у последних наблюдается обратное соотношение).

Генеративный побег после плодоношения к осени полностью отмирает. В последующие годы на боковой оси II порядка, через каждые 2—3 года, происходит цветение. Генеративные побеги, вырастающие из пазушных почек, не вносят никаких существенных изменений в структуру куста.

У растений, живущих в более увлажненных местах (по берегам рек, ручьев, около выхода грунтовых вод на поверхность), возникновение вегетативных побегов (побегов II порядка), а также цветение несколько задерживается. Вегетативные побеги вырастают из пазушных почек главной оси лишь на 19—20-м году жизни растения. Цветение в этих условиях местообитания происходит периодически через 2—3 года, однако с возрастом эти периоды сокращаются до I года. Обычно в более суровых условиях местообитания (высоко в горах, на каменисто-щебнистом субстрате) первый генеративный побег образуется из боковой пазушной почки главной оси на 12—13-м году жизни растения.

Корневая система растения в возрасте 50—80 лет хорошо развита (рис. 2). Главный корень слабо ветвится и имеет один-два боковых корня, достигающих 50—90 см длины. Основная масса корней сосредоточена обычно в поверхностном слое почвы, на глубине до 7—10 см (рис. 3).

Обычно в возрасте 18—20 лет в основании главной оси появляется несколько придаточных корней. С возрастом растения увеличивается их число, усиливается рост и ветвление. К 50—100 годам они образуют густую сеть у побегов

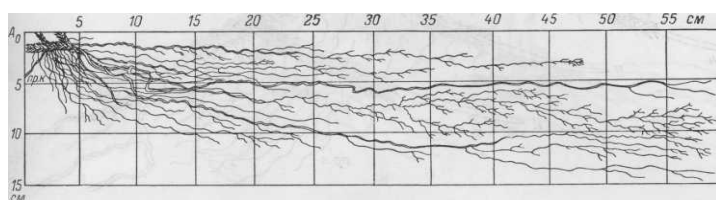


Рис. 3. Корневая система сиббальдии распростертой — *Sibbaldia procumbens* L. с массой придаточных корней (пр. к) в основании главной оси (г. Кукисвумчорр, склон юго-западной экспозиции, горно-тундровая луговина, почва — влажный мелкозем).

последующих порядков. С помощью придаточных корней ветви укореняются. Однако ветвей, отделившихся от материнского растения и продолжающих жить самостоятельно, как было отмечено Рау, нам не удалось обнаружить.

Возраст отдельных куртин сиббальдии распростертой впервые был определен Бивард и Кангиссер (Beaverd et Kangisser, 1915) в 5—15 лет (цит. по: Работнов, 1947). Однако, как показали наши определения, возраст отдельных дернин сиббальдии распростертой в условиях Хибинских гор может исчисляться

десятками лет. Так, например, взрослое растение, образующее куртину диаметром в 20—25 см, достигает 110—115 лет, и это, вероятно, не является пределом, так как у растений в таком возрасте не было обнаружено даже начальных следов отмирания.

На рис. 4 схематически изображено растение в возрасте 112 лет. Главная ось растения на протяжении этих лет росла моноподиально и плагитропно. Боковые побеги (II) развивались из спящих пазушных почек с перерывами в 12—20 лет. Например, первый боковой побег II порядка возник на 19—20-м году жизни растения. Следовательно, его возраст исчисляется в 92 года. Второй боковой побег вырос через 13 лет, следующий побег II порядка — через 12 лет, т. е. на 45-м году жизни растения; возраст этого побега равен 67 годам. Новый побег развивался еще через 13 лет. Затем через 20 лет вырос пятый побег II порядка, т. е. на 78-м году жизни растения. Боковых вегетативных побегов III порядка в течение этих лет не образовалось.

Большинство пазушных почек в основании и по длине главной и боковых скелетных осей не реализуется на протяжении всей жизни растения, они остаются в состоянии «спящих». Предварительные анатомические наблюдения показали, что многолетние главная и боковые скелетные оси в своей нижней части рано одревесневают. На поперечных срезах у каудекса ясно видны годовичные кольца (особенно отчетливо они заметны при окрашивании флороглюцином). Начало одревеснения побегов, как отмечалось выше, происходит еще у совсем молодых растений в возрасте 4—5 лет.

Таким образом, изучение структуры куста *Sibbaldia procumbens* L. в процессе роста и развития показало, что она представляет собой стелющееся многолетнее растение со следующими характерными биолого-морфологическими признаками.

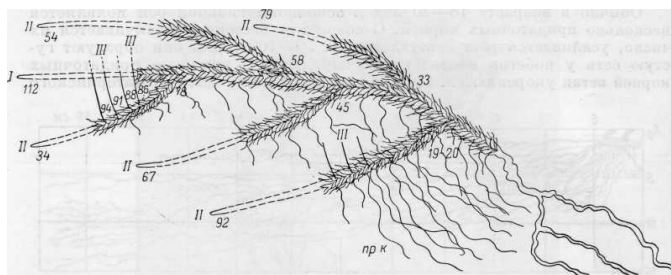


Рис. 4. Схема формирования морфологической структуры куста сиббальдии распростертой — *Sibbaldia procumbens* L. в возрасте 112 лет.

1. Главная и боковые скелетные оси растут моноподиально и плагитропно в течение десятков лет, а вероятно, и в течение всей жизни растения.
2. Для растения характерно слабое ветвление. Боковые вегетативные побеги II порядка обычно возникают через 12—20 лет.
3. В генеративное состояние растение вступает впервые в зависимости от условий существования лишь на 18—32-м году жизни.
4. Существенной биологической особенностью этого растения является большая длительность жизни, исчисляемая десятками лет.
5. Характерно раннее и сильное одревеснение побегов (по сравнению с травянистыми растениями).

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЛАПЧАТКИ КРАНЦА [*Potentilla crantzii* (Cr.) Beck.]

Лапчатка Кранца (сем. *Rosaceae*) — арктоальпийское, циркумполярное растение, распространяющееся на север до 70° с. ш. (в Гренландии, по Braun-Blanquet, 1923). Встречается в арктической Евразии, на Новой Земле, в

Скандинавии, Исландии, Шотландии, арктической Америке, в горных цепях Альп, Пиренеев, Апеннин, Карпат, Кавказа, Армении, Алтая, Тянь-Шаня, Хибин. В горах растет на альпийских и субальпийских лужайках, неподвижных осыпях, во влажных расщелинах скал. В Альпах (Монта-Розе) лапчатка Кранца поднимается вдоль рек до 3600 м над ур. м. (Braun-Blanquet, 1923).

В условиях Хибинских гор лапчатка Кранца распространена в основном в альпийском поясе по берегам горных ручьев, в расщелинах влажных скал, на горно-тундровых луговинах, а также на сухих обнаженных россыпях. По берегам и осыпям она иногда спускается в лесной пояс.

Наряду с сиббальдией распростертой лапчатку Кранца (под старым названием *Potentilla verna* L.)<sup>V</sup> И. Г. Серебряков (1954в) считает переходной формой от шпалерных кустарников к травянистым многолетникам, однако никаких конкретных сведений о биолого-морфологических особенностях этого растения не приводит.

Лапчатка Кранца представляет собой, как и сиббальдия распростертая, многолетнее стелющееся растение с довольно мощным корневищем. Взрослые экземпляры образуют густые дернины до 30 см в диаметре. На побегах почти в течение всей жизни растения сохраняются, как у сиббальдии распростертой, остатки отмерших оснований черешков листьев.

Рост и развитие лапчатки Кранца в первые годы жизни сходны с таковыми у сиббальдии распростертой. В первый год весной появляются две зеленые семяздоли

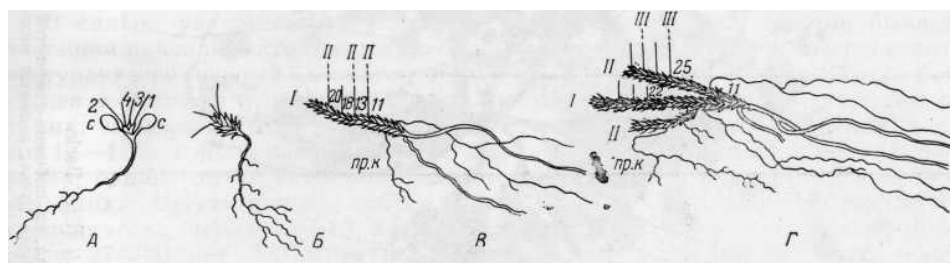


Рис. 5. Схема формирования морфологической структуры куста *Potentilla crantzii* (Cr.) Beck.

А — однолетний сеянец перед уходом в зиму; Б — 5-летний сеянец; В — 23-летнее растение с генеративными побегами; Г — 32-летнее растение: впервые зацвело на 22-м году жизни. Обозначение см. на рис. 1.

на длинных черешках и 1—2 зеленых листа. Позднее, во второй половине вегетационного периода, обычно в конце июля, появляются еще два листа. В зиму растение уходит с зелеными листьями. Корневая система однолетнего сеянца стержневая, проникающая на глубину до 3—4 см (рис. 5, А). На следующий год весной трогаются в рост листья, заложенные еще с осени. В пазухах листьев первого года к осени дифференцируются боковые почки.

Главная ось (ось I порядка) в последующие годы продолжает верхушечный рост. Годичные приросты исчисляются долями миллиметра, вследствие чего междоузлия сильно сближены. Большинство пазушных почек, как и у сиббальдии распростертой, остается в состоянии «спящих» и не реализуется в течение всей жизни растения. В основании главной оси к 10—12 годам появляются придаточные корни, которые к 30—50 годам образуют густую сеть как у главной, так и у боковых скелетных осей растения.

На 11—13-м году жизни растения, что чаще свойственно растениям суровых и сухих условий местообитания, из спящей почки главной оси развивается генеративный побег с сильно удлиненными междоузлиями. Несколько листьев,

<sup>V</sup> Ряд авторов [Gronted, 1942; Love, 1945; Stefanson a. Steindorsson, 1948, Love, 1948; цит. no: Love, 1950] под названием *Potentilla crantzii* (Cr.) Beck объединяет два вида — *Potentilla verna* L., *P. alpestris* Hall.

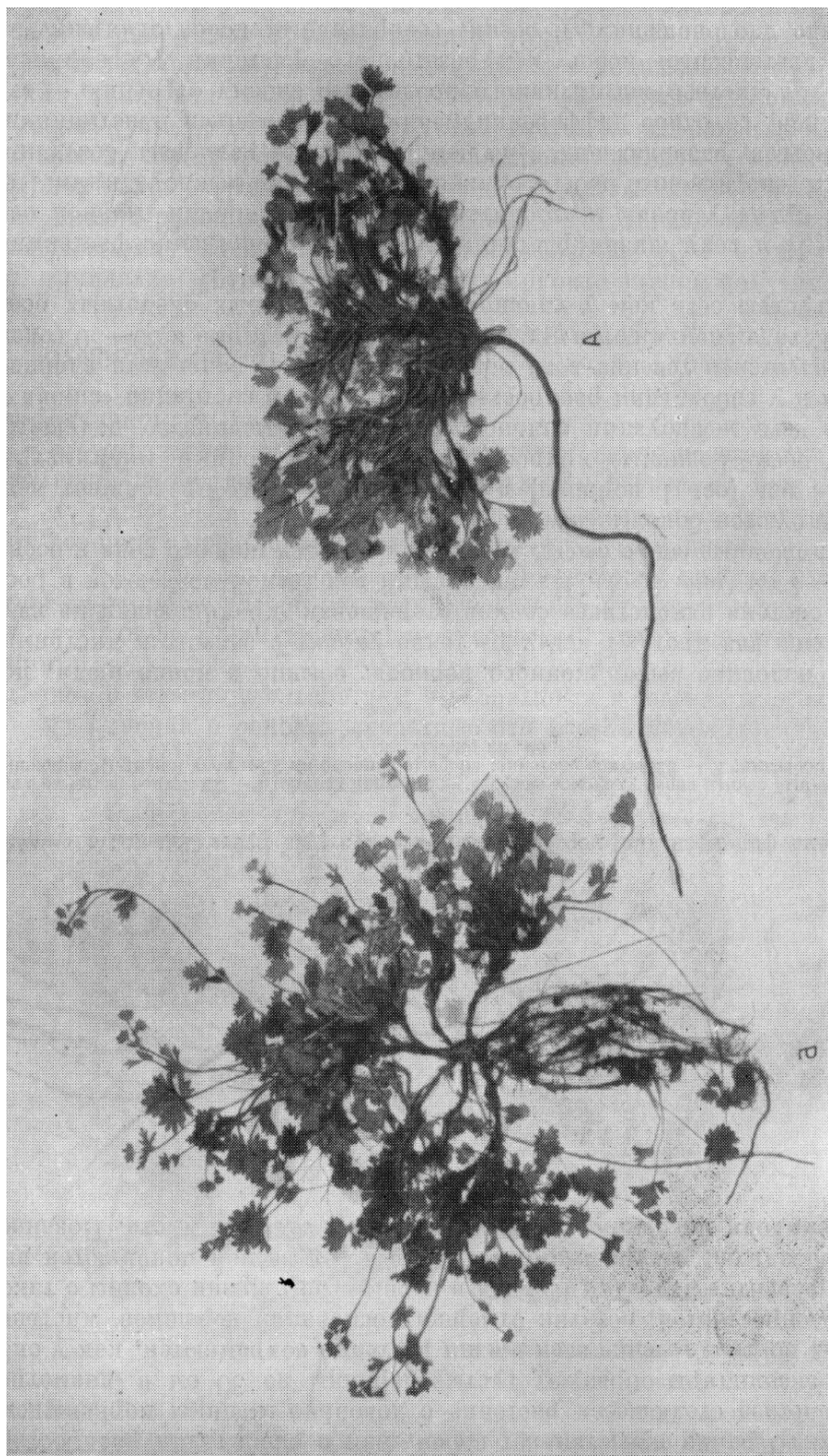


Рис. 6. Экземпляры *Potentilla crantzii* (Cr.) Beck.

*A* – 75-летнее растение (г. Кукивумчорр, склон юго-западной экспозиции между скал, на щебнисто-каменистом субстрате); *B* – 78-летнее растение (г. Кукивумчорр, склон юго-западной экспозиции, берег ручья, влажный мелкосем).

развивающихся на нем, меньше по размерам, без длинных черешков, со слабо дифференцированными листовыми пластинками, в отличие от листьев вегетативного побега. По своему строению — это типичный цветonoсный побег пол у розеточного растения (Серебряков, 1952). После плодоношения, к осени, генеративный побег отмирает, не внося, как и у сиббальдии распростертой, существенных изменений в структуру куста растения. В последующие годы у лапчатки Кранца, в отличие от сиббальдии распростертой, генеративные побеги (на рис. 5, В — побеги II порядка) возникают из пазушных почек главной оси, обычно периодически через 2—5 лет.

У растений из более влажных местообитаний на 11 — 13-м году жизни вместо генеративного побега из пазушной почки главной оси образуется вегетативный побег. Главная ось и боковые побеги в последующие годы продолжают моноподиальный рост (рис. 5, Г). На 13—16-м году жизни побега II порядка, т. е. только на 25—28-м году жизни всего растения, из его пазушной почки вырастает генеративный побег (побег III порядка). Цветение происходит либо через 1—2 года, либо с более значительными перерывами (4—5 лет) — строгой закономерности не замечено. Генеративные побеги из спящих почек главной оси в этих условиях местообитания вырастают лишь на 20—22-м году жизни растения.

В сильно увлажненных условиях местообитания, что обычно бывает в нижнем поясе растительности по берегам рек и ручьев, цветение растения наступает еще позднее. Характер ветвления в этих условиях до 22—25 лет сходен с таковым у вышеописанных растений. Рост главной оси, как и у них, происходит моноподиально в течение нескольких десятков лет. На 12—13-м году жизни растения вырастает вегетативный побег II порядка, однако он не зацветает, как это наблюдалось у растений в сухих условиях. Вегетативные побеги последующих порядков образуются периодически через 12—13 лет, они появляются через 4—5 лет. В возрасте 27—30 лет большинство исследованных растений в этих условиях не зацветало, не было обнаружено также отмирания отдельных частей.

Характерной биологической особенностью лапчатки Кранца, как и сиббальдии распростертой, является большая длительность жизни, определенная нами в 70—80 лет при диаметре куртины в 15—20 см (рис. 6).

Корневая система взрослого растения стержневая. Главный корень сохраняется в течение всей жизни растения и достигает в среднем 60—70 см длины. Он очень слабо ветвится и располагается вдоль поверхности почвы. Основная масса корней сосредоточена на глубине 5—12 см.

Итак, вегетативные побеги у лапчатки Кранца, как и у сиббальдии распростертой, плагитропные и обладают моноподиальным ростом в течение десятков лет. Было установлено, что зацветание растений в более сухих и суровых условиях местообитания наступает раньше — на 11 — 13-м году жизни, а в более влажных условиях задерживается до 20—22 лет. В очень влажных условиях существования, более благоприятных для жизни лапчатки Кранца, наблюдаются несколько более интенсивные темпы ветвления за счет пазушных почек главной оси и еще более позднее зацветание растений. К 27—30 годам цветение растений в этих условиях не наблюдалось.

## Заключение

В результате изучения формирования морфологической структуры сиббальдии распростертой и лапчатки Кранца от всходов до половозрелого состояния были выявлены некоторые специфические особенности их роста и развития, установлен тип ветвления побегов, характер их возобновления и отмирания, а также темпы ветвления, определяющие в конечном итоге форму кроны растения.

Характерными морфолого-биологическими признаками, определяющими внешнюю форму дернины сиббальдии распростертой и лапчатки Кранца, являются длительный моноподиальный и плагитропный рост побегов, малые темпы ветвления, большая продолжительность ювенильного периода и большая

длительность жизни, исчисляемая десятками лет.

Перечисленные признаки, однако, свойственны и некоторым другим растениям, являющимся представителями группы жизненных форм шпалерных кустарников, в частности толокнянке альпийской [*Arctous alpina* (L.) Nied.] (Жуйкова, 1958). Но верхушечный рост побегов у исследованных растений продолжается, в отличие от такового у толокнянки, значительно дольше, в течение всей жизни растения, поскольку генеративные побеги у них не вносят никаких морфологических изменений в структуру куста (у толокнянки при зацветании моноподиальный рост сменяется симподиальным, а жизненный цикл побегов с возрастом растения все время сокращается). Кроме того, у сиббальдии и лапчатки строение вегетативных и генеративных побегов, некоторые особенности их роста и развития такие же, как у травянистых моноподиально возобновляющихся розеточных и полурозеточных растений (Серебряков, 1952).

Следовательно, наряду с признаками, дающими возможность отнести эти растения к группе жизненных форм шпалерных кустарников, у них обнаруживаются признаки травянистых растений.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ж у й к о в а И. В. 1958. Морфогенез шпалерного кустарника — альпийской толокнянки — *Arctous alpina* (L.) Nied, в условиях Хибинских гор. Ботан. журн., № 9.
- Ж у й к о в а И. В. 1959а. О некоторых особенностях роста и развития видов *Vaccinium* в условиях Хибинских гор. Бот. журн., № 3.
- Ж у й к о в а И. В. 1959б. Эколого-морфологические особенности некоторых растений Хибин. Автореф. дисс., БИН, Изд. АН СССР, Л.
- Л а в р е н к о Е. М. 1944. Очередные теоретические задачи советской геоботаники. Сов. ботаника, № 4—5.
- Р а б о т н о в Т. А. 1947. Определение возраста и длительности жизни у многолетних растений. Усп. совр. биол., т. XXIV, вып. 1 (4).
- С е р е б р я к о в И. Г. 1952. Морфология вегетативных органов высших растений. Изд. «Сов. наука», М.
- С е р е б р я к о в И. Г. 1954а. О морфогенезе жизненной формы дерева у лесных пород средней полосы Европейской части СССР. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. 59, вып. 1.
- С е р е б р я к о в И. Г. 1954б. О морфогенезе жизненной формы стланца у туркестанского и казацкого можжевельника. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. 59, вып. 5.
- С е р е б р я к о в И. Г. 1954в. Биолого-морфологический и филогенетический анализ жизненных форм покрытосемянных. Уч. зап. Моск. гор. пед. инст. им. В. И. Потемкина, т. XXXVII.
- С е р е б р я к о в И. Г. 1954г. О методах изучения ритмики сезонного развития растений в геоботанических стационарах. Докл. на совещ. по стац. геоб. исслед. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Ф л о р а С С С Р. 1941. Сем. Rosaceae, т. X, Изд. АН СССР, М.—Л.
- Ш е н н и к о в А. П. 1948. Географические и биологические методы в геоботанике. Ботан. журн., № 1.
- Braun-Blanquet. 1923. Rosaceae Hegi-Illustr. Flora von Mitteleuropa.
- Löve A. 1950. Some innovation and nomenclatural suggestions. Botaniske notiser, Hf. 1.
- Porsild M.P. 1926. The flora of Disko Island and the adjacent coast of West Greenland from 66°—71° n. lat. Arbejder fra den Danske arktiske paa Disko, №11, p. 1. Saetr. of Med. om Gronl., 58.
- Rauh W. 1937. Beitrage zur Morphologie und Biologie der Holzgewasches. Entwicklungsgeschichte und Verzweigungsverhaltnisse arktisch-alpinen Spalier-Straucher. Nova Acta Leopoldina, N. F. Bd, 5, 30.



## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГЛАДИОЛУСОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Гладиолус (*Gladiolus* L.) является многолетним травянистым растением, относящимся к семейству касатиковых (*Iridaceae*). В СССР насчитывается 9 видов этого рода, тогда как всего он охватывает более 200. Основными местами распространения гладиолусов являются южная Европа, Средиземноморье и Южная Африка, где сосредоточено наибольшее их видовое разнообразие.

В Полярно-альпийском ботаническом саду в течение ряда лет проводилось испытание сортов гладиолусов первоцветного (*Gladiolus primulinus* Back.) и гибридного (*G. hybridus* hort.). Кроме того, испытывался дикорастущий европейский вид — гладиолус черепитчатый (*G. imbricatus* L.).<sup>VI</sup>

Культурные гладиолусы являются гибридами южноафриканских видов. Они требовательны к теплу, поэтому культура гладиолусов в условиях Крайнего Севера наиболее успешно проходит только в блочных теплицах или парниках при условии предварительного подращивания посадочного материала в теплице. Если выращивание гладиолусов производится в открытом грунте, то цветение их наступает очень поздно, а иногда не наступает совсем (табл. 1).

Таблица 1

Цветение гладиолусов в блочной теплице и открытом грунте при предварительном проращивании их в теплице

Вид, сорт	Год наблюдений	В теплице		В грунте	
		бутонизация	цветение	бутонизация	цветение
Гладиолус первоцветный ••	1953	—	—	15 VII	26 VII
	1954	5 VII	12 VII	Нет	Нет
Гладиолус гибридный •••••	1953	10 VIII	24 VIII	14 VIII	26 VIII
» » 'Cantata' ••	1954	И VIII	8 IX	Нет	Нет
» » 'White sail'	1954	И VIII	3 IX	»	»
Гладиолус черепитчатый •••	1956	24 VI	10 VII	30 VI	14 VII

Наиболее перспективным для открытого грунта в условиях Крайнего Севера оказался гладиолус черепитчатый, который при посадке в грунт 20 VI без подращивания зацвел 14 VII. Однако по своим декоративным качествам он уступает культурным гладиолусам. Листья его в числе 2—3 мечевидные, узкие, длиной 50—70 см, шириной 0.1—1.5 см. Колос односторонний, короткий — 7 см. Цветки мелкие — от 3 до 5.5 см в поперечнике, красно-фиолетовые, трубка сильно изогнута, цветки сидят близко друг к другу, лепестки все примерно одинаковой длины, округлые. Стебель тонкий, высотой до 70 см, клубнелуковицы не крупные, шаровидные, 1—1.9 см.

В некоторые благоприятные годы относительно рано зацветает в открытом грунте также гладиолус первоцветный, но при предварительном подращивании в теплице. Сорта этого вида характеризуются не крупными цветками желтых и розовых колеров.

Сравнивая поведение мелкоцветных сортов с крупноцветными, относящимися

<sup>VI</sup> В данной работе принимала большое участие старший лаборант Полярно-альпийского ботанического сада Л. М. Кузьмина.

к группе сортов гладиолуса гибридного, мы обнаружили следующие основные различия в их развитии: у мелкоцветных гладиолусов до появления соцветия образуется 5—7 листьев, тогда как у сортов крупноцветных их бывает 8—9, а иногда и 10. Период от прорастания до выдвижения колоса (фаза бутонизации) у сортов гладиолуса первоцветного равен в среднем 76 дням (минимально 62, максимально 109), тогда как у крупноцветных сортов он равен 100 дням (от 72 дней у самых ранних и до 128 дней у более поздних). В табл. 2 и 3 приведены данные наблюдений за продолжительностью образования каждого клубневого и стеблевого листа, а также цветочного колоса у сортов, относящихся к первоцветным и гибридным гладиолусам.

Таблица 2

Продолжительность периода образования каждого листа (средние из 20 наблюдений 1956 г.)

Вид	Число дней до выдвижения каждого следующего листа									
	от пророст-ка до 1-го	от 1-го до 2-го	от 2-го до 3-го	от 3-го до 4-го	от 4-го до 5-го	от 5-го до 6-го	от 6-го до 7-го	от 7-го до 8-го	от 8-го до 9-го	от 9-го до 10-го
Гладиолус первоцветный .....	5.8	11.5	15.4	14.3	8.7	9.0	7.5	—	—	—
Гладиолус гибридный .....	5.8	6.7	8.4	13.1	17.6	12.5	13.4	10.5	11.0	11.0

Как известно, листья гладиолуса по своему происхождению делятся на низовые, клубневые и стеблевые (Непорожный, 1950). Первые отходят от верхней части материнского клубня. Они, как правило, слабо развиты и находятся под поверхностью земли, и только небольшая часть последнего 3-го или 4-го листа выходит на поверхность и окрашена зеленым пигментом. Клубневые листья, ко- Таблица 3 торых бывает 4, образуются у основания замещающей клубнелуковицы. Стеблевые листья образуются на цветочном стебле, их бывает 3 или 4 (рис. 1).

Таблица 3

Продолжительность бутонизации гладиолусов

Вид	Число дней		
	от послед-него листа до появле-	от появле-ния колоса до начала цветения	всего от про-растания до цветения
Гладиолус первоцветный	4.5	27.0	104.2
Гладиолус гибридный	3.4	27.3	140.7

Наблюдения показали, что как у гладиолусов первоцветного, так и у гибридного первые клубневые и 2—3 последних стеблевых листа появляются один за другим быстрее, чем средние листья. От до 1-го листа проходит прорастания одинаковое количество дней — около 6. Затем появляется 2-й и 3-й листья (через 6—8 дней у крупноцветных и через 11 — у мелкоцветных). Более продолжителен период

образования 3-го и 4-го листьев у мелкоцветных сортов и 4-го и 5-го — у крупноцветных, которые появляются через 15—17 дней после появления предыдущего. По-видимому, такое запаздывание связано с тем, что в период выдвижения 3-го и 4-го листьев начинается дифференциация цветочного побега и рост его внутри клубнелуковицы, что и задерживает развитие листьев.

После появления последнего стеблевого листа начинает выдвигаться колос. Этот период у всех сортов очень короткий и равен 3—4 дням (табл. 3). Но последующий период — от начала выдвижения колоса до распускания первого цветка (т. е. от бутонизации до начала цветения) — у всех сортов довольно

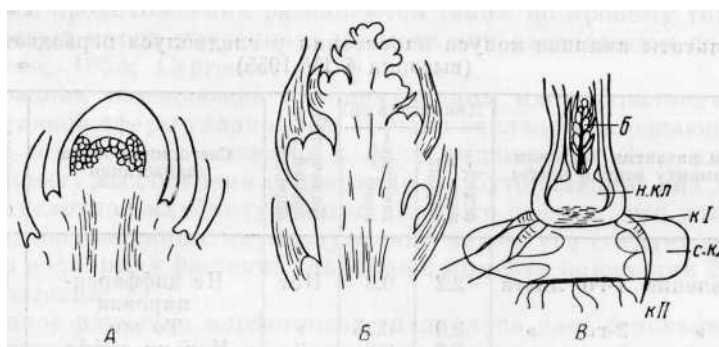


Рис. 2. Продольный срез через клубнелуковицу гладиолуса в стадии выдвижения 3-го и 4-го листьев.

*A* — начальная стадия дифференциации цветочной почки (ув. 28); *B* — образование зачатков цветков (ув. 28); *C* — продольный разрез через старый и новый клубни в фазе 4-го листа (ув. 3). *б* — бутон; *к/* и *кН* — корни 1-го и 2-го ярусов; *н. кл* — новый клубень; *с. кл* — старый клубень.

продолжителен и равен в среднем 27 дням, а у отдельных сортов — 35—37 дням, что составляет примерно одну треть всего периода от прорастания до появления соцветия (у мелкоцветных он составляет 28%, у крупноцветных — 37%). В этот период растение особенно требовательно к теплу и питательным веществам.

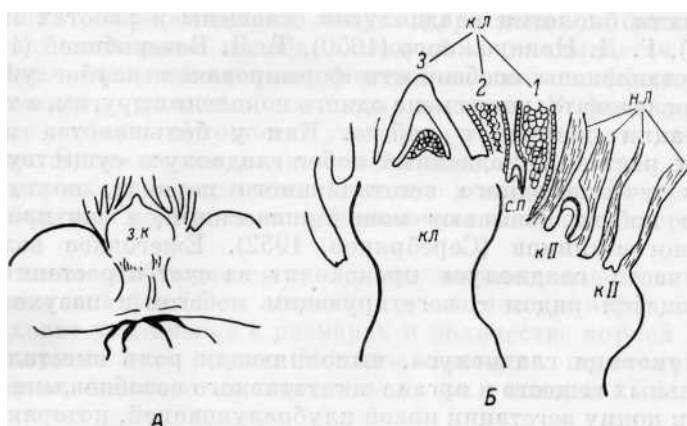


Рис. 1. Продольный срез через клубнелуковицу гладиолуса в стадии выдвижения 2-го листа.

*A* — общий вид клубня в разрезе; *B* — разрез через замещающий клубень (ув. 56). *з. к* — замещающий клубень; *к. II* — корни 2-го яруса; *к. л* — тело клубня; *к. л* — 1-й, 2-й и 3-й клубневые

Недостаток тепла приводит к тому, что уже сформированные бутоны не раскрываются, цветение не наступает, что и наблюдается в большинстве случаев при выращивании гладиолусов в открытом грунте в условиях Сада.

Для того чтобы установить, как проходят основные этапы органогенеза у гладиолусов в условиях Крайнего Севера, в течение 1955 и 1956 гг. проводились анализы состояния конуса нарастания гладиолуса на разных фазах развития, начиная с появления 1-го листа до формирования зачатков цветка. Опытные растения выращивались в теплице.

Особенности биологии гладиолусов освещены в работах Ирмиша (Irmisch,

1850), Г. Д. Непорожного (1950), Т. Л. Вечерябиной (1952). Этими авторами установлены особенности формирования клубнелуковицы гладиолуса и последовательная смена одного поколения другим, а также время дифференциации цветочного побега. Как у большинства многолетних травянистых растений, надземный побег гладиолуса существует в наших условиях в течение одного вегетационного периода, после чего отмирает. Такие побеги называют монокарпическими, и они присущи большинству многолетников (Серебряков, 1952). Ежегодное возобновление надземной части гладиолуса происходит за счет отрастания из почки, закладывающейся рядом с вегетирующим побегом в пазухе последнего листа.

Клубнелуковица гладиолуса, выполняющая роль вместилища запасных питательных веществ и органа вегетативного возобновления, ежегодно заменяется к концу вегетации новой клубнелуковицей, которая образуется симподиально за счет разрастания междоузлий нижних листьев пазушной почки возобновления.

Формирование замещающей клубнелуковицы начинается почти одновременно с отрастанием побега из пазушной почки. Уже в первых пробах, взятых в 1955 г. 10 IV, а в 1956 г. — в фазе появления 1-го клубневого листа, на продольном разрезе заметно начало образования замещающей клубнелуковицы в виде расширенного основания листьев, диаметром 0.3 см. К этому времени у растения были развиты 4 низовых листа и первый клубневой только показался; конус нарастания состоял из недифференцированной точки роста и зачатков клубневых листьев (табл. 4).

Таблица 4

Результаты анализа конуса нарастания у гладиолуса первоцветного  
(высадка 4 IV 1955)

Дата взятия пробы	Фаза развития растения к моменту взятия пробы			Диаметр (в см)		Количество корней 2-го порядка	Состояние конуса нарастания	Величина стебелька (в см)	Длина цветочного колоса (в см)
				исходного клубня	замещающего				
10 IV	Появление 1-го листа			2.2	0.3	Нет	Не дифференцирован	Нет	Нет
20 IV	»	2-го	»	3.0	0.35	»	То же	»	»
20 V	»	3-го	»	2.7	0.9	3	Начало дифференциации	»	0.25
31 V	»	4-го	»	2.3	1.0	4	Дифференциация цветка	2.0	0.8
9 VI	»	5-го	»	3.0	1.9	5	То же	3.5	1.2
28 VI	»	6-го	»	2.3	1.5	5	»	9.0	2.5

В фазе выдвижения 2-го клубневого листа размер замещающей клубнелуковицы увеличивается. В пазухах низовых листьев закладываются бугорки вторичных корней, или корней 2-го яруса, а в пазухах клубневых листьев закладываются спящие почки. На конусе нарастания дифференцируются листовые бугорки (рис. 1). В фазе выдвижения 3-го клубневого листа замещающая клубнелуковица достигает заметных размеров — 0.9—1.0 см в диаметре; появляются корни 2-го яруса. В это время конус нарастания вытягивается и начинается образование цветочных бугорков (рис. 2, А, Б). Это уже третий этап органогенеза по классификации, предложенной Ф. М. Куперман (1957).

В последующие фазы развития — в фазе появления 4-го и 5-го листьев — идет дальнейшая дифференциация конуса нарастания и быстро формируется зачаток цветочного колоса, который закладывается в пазухе 7-го листа. При появлении на поверхности 5-го листа дифференцированы уже части цветков — лепестки, тычинки, пестики. В фазе выдвижения 6-го листа (2-го стеблевого) соцветие уже прощупывается, оно имеет длину около 11.5 см. В это время начинается также образование пыльцевых зерен в пыльниках и зародышевых мешков в завязях. В

последующем наблюдается быстрый рост всех частей цветочного побега, завершающийся цветением.

Последовательно наблюдается также увеличение размера замещающей клубнелуковицы — в фазе 5-го листа она достигает примерно 2 см в диаметре. Происходит увеличение в размерах и количестве корней 2-го яруса и утончение корней 1-го яруса. Молодое растение переходит на собственные корни, полностью отделяясь от исходной клубнелуковицы.

В фазе появления 5-го листа начинается образование клубнечек («деток») у основания замещающей клубнелуковицы в пазухах низовых чешуйчатых листьев из жизненно активных тканей конуса нарастания исходного клубня.

Проведенный анализ дает возможность уточнить следующие положения.

По характеру развития генеративного побега гладиолус можно отнести к многолетникам ярового типа, поскольку дифференциация точки роста и формирование соцветий происходит у него летом, в год цветения. В этом, видимо, проявляется южноафриканское происхождение культурных гладиолусов, поскольку замечено, что цветочные почки древесных пород южного происхождения развиваются также по яровому типу, тогда как у древесных пород умеренного климата они развиваются по озимому типу (Сергеев, 1953; Сергеева, 1955).

Формирование замещающей клубнелуковицы идет параллельно с ростом вегетативной сферы гладиолуса. Начало закладки замещающей клубнелуковицы может быть отнесено к фазе выдвижения 2-го клубневого листа. К моменту выдвижения соцветия (фаза бутонизации) она достигает  $\frac{1}{3}$  размера исходной клубнелуковицы. Из этого следует, что для получения крупных полноценных клубнелуковиц гладиолуса следует регулярно производить подкормку растений, начиная с момента появления 2-го листа до конца цветения.

Проведенное изучение морфогенеза гладиолуса дает основание заключить, что цветочный стебель гладиолуса формируется из конуса нарастания замещающей клубнелуковицы, образующейся на материнской клубнелуковице, тогда как она сама (т. е. исходная клубнелуковица) дает начало только низовым и клубневым листьям (рис. 1), а также замещающей клубнелуковице. Следовательно, соцветие гладиолуса оказывается дочерним по отношению к высаженной клубнелуковице, так как оно образуется из дочернего клубня, и гладиолус в вегетирующем состоянии представляет собой сочетание двух поколений, а спящие почки и клубнечки — зачатки третьего поколения.

Установление связи последовательно проходящих этапов органогенеза в конусе нарастания растения с фазами развития надземного побега дает возможность разработать биологически обоснованную систему ухода за гладиолусами.

## ЛИТЕРАТУРА

- В е ч е р я б и н а Т. Л. 1952. Биологические особенности гладиолуса и пути селекции для условий Севера. Автореф. канд. дисс., Л.
- К у и е р м а н Ф. М. 1957. Биологический контроль за развитием и ростом сельскохозяйственных культур. Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве, № 2.
- Н е п о р о ж н ы й Г. Д. 1950. Гладиолусы. Сельхозгиз, М.
- С е р г е е в Л. И. 1953. Выносливость растений. Сельхозгиз, М.
- С е р г е е в а К. А. 1956. О развитии генеративных почек у различных видов хурмы. Бюлл. Гл. ботан. сада АН СССР, вып. 24.
- С е р е б р я к о в И. Г. 1952. Морфология вегетативных органов высших растений. Изд. «Сов. наука», М.
- I r m i s c h Th. 1850. Zur Morphologic der monokotylyschen Knollen und Zwiebelgewachse. Berlin.

## **К БИОХИМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ КОРМОВЫХ РАСТЕНИЙ, ИНТРОДУЦИРУЕМЫХ ПОЛЯРНО-АЛЬПИЙСКИМ БОТАНИЧЕСКИМ САДОМ**

При испытании большого количества растений, главным образом из дикой флоры, в условиях питомника Полярно-альпийского ботанического сада часть их выделялась своим быстрым отрастанием весной, образованием хорошей надземной массы и зимостойкостью.

Включение в исследования растений дикой флоры представляет большой интерес. Известно, что из 16—18 тыс. видов цветковых растений, имеющих в флоре СССР, возделываются только немногим более 200 видов (Шарапов, 1954). Северные районы нашей страны все более осваиваются, и определение кормовой ценности растений, пригодных для интродукции, приобретает большое практическое значение, особенно в Мурманской области, где кормовая проблема еще не решена. Поскольку о кормовой ценности растений можно судить по их химическому составу, то нами и анализировались некоторые интродуцируемые Садам растения.

Несмотря на кратковременность, наши исследования могут быть использованы также для решения сложного вопроса о влиянии на химический состав растений переселения их в полярные условия. Само собой разумеется, что изучить все закономерности этого влияния возможно только в результате многолетних исследований, которые позволят выявить влияние погодных условий, и мы надеемся, что проведенная нами работа может явиться началом последующих исследований в этом направлении.

Как указывает А. В. Благовещенский (1950), биохимические признаки растений так же изменчивы, как и признаки морфологические, и эта изменчивость касается не только химических продуктов обмена, но и основных частей протоплазмы. Количественное соотношение разных групп органических веществ у одного и того же растения чрезвычайно изменчиво и зависит от фазы его развития, погодных условий и климата данной местности. Для каждого вида растения характерен качественный и в какой-то степени количественный определенный химический состав.

Огромное влияние на химизм растений оказывает климат. Благоприятные, или оптимальные, условия жизни приводят к накоплению того или иного вещества, а при неблагоприятных условиях образование некоторых веществ низводится до минимума; например установлено, что во влажном и прохладном климате резко снижается алкалоидность растений (Соколов, 1952).

Е. А. Дороганевская (1948, 1951) отмечает, что химический состав растений закономерно изменяется при переселении их в широтном направлении. При таком перемещении растений содержание некоторых компонентов химического состава может снизиться до нуля. Растение перестает производить данное вещество, но способности к этому не теряет: она может проявиться в соответствующих условиях. Знание характера и силы реакции растения на факторы климата помогает правильно использовать растение для получения урожая высокого качества.

По характеру возможного использования анализированные нами растения могут быть разделены на две группы: 1) пастбищные и сенокосные и 2) силосные.

### **ПАСТБИЩНЫЕ И СЕНОКОСНЫЕ РАСТЕНИЯ**

Среди растений, выделенных Садам и предназначенных для использования на лугах и пастбищах, нами анализировались главным образом злаки: разные виды костров, лисохвоста и большое количество видов овса. Для сравнения использовались культурные растения: овес посевной и тимopheевка луговая.

При обработке полученных данных и просмотре литературы мы должны были, к сожалению, констатировать, что о большинстве исследованных нами видов в литературе сведений почти не приводится или они мало сравнимы. Те немногие данные, которые могут быть сопоставлены с нашими, представлены в табл. 1.

Анализы осуществлялись нами по общепринятой для кормовой оценки растений методике: растворимые углеводы и крахмал после гидролиза соляной кислотой определялись по Бертрону, азот — по Кьельдалю, сырой протеин вычислялся умножением процентного содержания общего азота на коэффициент 6.25, жир — весовым методом по обезжиренному остатку, клетчатка — по Ганнебергу и Штоману, зола — озолением в муфельной печи. Однако полученные нами результаты все же не всегда сравнимы между собой, так как относятся к разным фазам развития растений и годам исследования. Мы уже указывали, что данная работа представляет собой лишь первый этап предполагаемых многолетних исследований по выявлению закономерностей изменения обмена веществ у интродуцируемых растений, но мы полагаем, что самое предварительное суждение о кормовой ценности растений можно составить на основании даже единичных исследований.

Данные табл. 1 показывают, что в условиях Мурманской области злаки богаты растворимыми углеводами. Прежде всего это относится к бору развесистому, клинэлимусу сибирскому, кострам Бенекена и кровельному, лисохвосту вздутому, овсам посевному, бородатому, византийскому, горному, голому, короткому, сходному, щетинистому, регнерии узкочешуйной, ржи многолетней, тимopheевкам посевной и альпийской. Количество растворимых углеводов у отмеченных растений выражается несколькими десятками процентов, доходя у посевного овса в фазу кущения до 41 %. В наших исследованиях виды овса представлены наиболее широко, и все они показывают высокое содержание растворимых углеводов, так что по этому признаку им принадлежит одно из первых мест.

Для кормовой оценки важно также знать содержание сырого протеина, которого много у ржи многолетней (18.9%), канадского волоснеца (17.7%), регнерии узкочешуйной (15.6%). У овсов протеина меньше, чем у вышеупомянутых растений (5.8—12.9%).

Растение	Дата взятия проб			Фаза развития	Общий процент влаги
Бор развесистый — <i>Milium effusum</i> L. ....	4	IX	1950	Созревание семян.	65.2
Волоснец канадский — <i>Elymus canadensis</i> L. ....	1	IX	1950	Вегетация.	76.4
Клинэлимус сибирский — <i>Clynelimus sibiricus</i> Nevski ....	27	VII	1950	Созревание семян.	49.8
Костер Бенекена — <i>Bromus benekeni</i> (Bge) Trimen ....	13	VII	1955	Выметывание.	82.4
Костер растопыренный — <i>B. squarrosus</i> L. ....	25	VIII	1950	Конец цветения.	70.7
Костер кровельный — <i>B. tectorum</i> L. ....	25	VIII	1950	» »	77.0
Лисохвост зеравшанский — <i>Alopecurus seravschanicus</i> Ovcz.	3	VIII	1950	Начало созревания семян.	72.0
	1	IX	1950	Зрелые семена.	70.0
	13	VII	1955	Вегетация.	76.0
	13	VII	1955	Цветение.	67.5
Лисохвост вздутый — <i>A. ventricosus</i> Pers.	1949			—	—
	—			Плодоношение.	—
	—			—	—
	—			—	—
Лисохвост луговой — <i>A. pratensis</i> L.	13	VII	1955	Цветение.	73.9
	—			До колошения.	—
	—			Колошение.	—
	—			Цветение.	—
Манник большой — <i>Glyceria maxima</i> Holmb.	4	IX	1950	Цветение.	73.4
Овес посевной — <i>Avena sativa</i> L.	5	VIII	1950	Конец кущения.	73.4
Овес посевной — <i>A. sativa</i> L.	30	VIII	1955	Цветение.	68.6
	31	VIII	1951	Выметывание	78.6
Овес абиссинский — <i>A. abyssinica</i> Hochst.	30	VIII	1955	Цветение.	69.6
Овес бородачатый — <i>A. barbata</i> Patt.	24	VIII	1954	Молочная спелость.	—
Овес византийский — <i>A. byzantina</i> C. Koch .....	30	VIII	1955	Цветение.	67.0
	30	VIII	1955	Конец цветения.	65.0
Овес голый — <i>A. nuda</i> L. ....	30	VIII	1955	Молочная спелость.	63.4
Овес горный — <i>A. montana</i> All.	30	VIII	1955	Выметывание.	68.7
Овес короткий — <i>A. brevis</i> Roth.	30	VIII	1955		
Овес Людовика — <i>A. ludoviciana</i> Dur. ....	30	VIII	1955	Цветение.	68.2
Овес сходный — <i>A. cultiformis</i> Malz. ....	30	VIII	1955	Молочная спелость.	64.7
Овес щетинистый — <i>A. strigosa</i> Schreb. ....	30	VIII	1955	Цветение.	68.9
Плевел жесткий — <i>Lolium rigidum</i> Gaud. ....	4	IX	1950	»	66.5
Полевица — <i>Agrdatis</i> sp. ....	1949			—	—
Регнерия узкочешуйная — <i>Boegneria angustiglumis</i> Nevski	3	VIII	1950	Колошение.	65.7
	24	VII	1951	Конец кущения.	78.6
	8	VIII	1955	Колошение.	73.8
	13	VII	1955	Выход в трубку.	73.4
Регнерия тянь-шаньская — <i>B. tianschanica</i> (Drob.) Nevski ....	13	VII	1955	» »	77.8



## Сенокосных и пастбищных растений

	В процентах на абсолютно сухой вес							Где выращено растение и чьи данные*
	рас- творимые углеводы	крахмал	клетчатка	сырой протеин	жир	зола	без азотистые экстрактные вещества	
28.8	6.1	23.1	6.6	—	7.3	—	—	Кировск, Мурманской обл.
10.3	15.0	—	17.7	—	—	—	—	Там же.
19.9	16.4	30.3	6.3	—	4.1	—	—	» »
19.2	16.1	25.3	10.5	4.1	6.9	53.1	—	Апатиты, Мурманской обл.
15.0	15.5	30.3	10.1	—	6.6	—	—	Кировск, Мурманской обл.
24.2	10.5	21.1	13.5	—	8.7	—	—	Там же.
13.6	15.7	28.0	10.1	—	9.1	—	—	» »
7.0	18.6	35.5	6.9	—	7.4	—	—	» »
8.0	19.7	28.5	13.6	3.03	3.8	51.0	—	Апатиты, Мурманской обл.
8.1	25.8	29.3	9.1	2.7	5.8	53.0	—	Кировск, Мурманской обл.
19.1	—	29.7	5.6	4.4	4.6	55.7	—	Там же.
—	—	25.2	10.7	3.4	10.2	50.3	—	Якутия (Т. А. Работнов, И. В. Ларин и др., 1937 г.).
—	—	32.7	13.7	—	16.6	—	—	Узб. ССР Ш. М. Агабабян (И. В. Ларин и др., 1937 г.).
7.2	25.2	27.1	7.6	3.19	7.7	54.4	—	Апатиты, Мурманской обл.
—	—	31.0	14.0	3.0	8.0	45.0	—	(И. В. Ларин, 1937 г.).
—	—	33.0	11.0	3.0	8.0	45.0	—	
—	—	38.0	6.0	2.0	5.0	48.0	—	
13.7	20.2	28.2	9.4	—	5.6	56.9	—	Кировск, Мурманской обл.
41.6	1.8	14.7	12.9	—	6.1	—	—	Там же.
21.3	17.3	32.3	7.8	1.9	4.9	53.2	—	Апатиты, Мурманской обл.
15.6	15.1	33.0	11.4	2.6	6.7	46.3	—	Там же.
17.4	19.3	40.2	8.0	3.4	4.4	44.0	—	» »
12.7	23.2	29.9	7.8	1.8	4.9	55.6	—	» »
24.7	16.0	35.7	9.5	2.4	4.6	47.8	—	» »
11.9	27.1	25.6	7.6	2.2	4.9	59.7	—	» »
17.3	20.7	40.4	10.0	2.1	3.6	43.9	—	» »
26.2	14.8	35.1	6.7	0.5	3.6	54.1	—	» »
29.3	13.7	34.0	5.8	1.6	4.1	54.4	—	» »
26.6	14.8	32.8	9.5	2.4	4.1	51.2	—	» »
18.4	15.5	32.5	9.0	1.0	4.0	53.5	—	» »
21.7	17.1	35.9	9.6	1.9	4.2	48.5	—	» »
19.9	16.0	29.1	8.3	1.7	4.7	56.1	—	» »
4.1	27.8	32.0	8.8	—	4.6	—	—	Кировск, Мурманской обл.
10.7	—	31.8	7.4	0.7	8.5	41.0	—	Там же.
22.7	12.9	26.1	8.9	—	6.1	—	—	» »
20.2	12.5	24.2	15.6	2.5	8.1	49.6	—	» »
16.6	15.2	28.7	11.4	2.6	7.7	49.7	—	» »
17.7	19.3	25.4	11.3	—	6.5	—	—	Апатиты, Мурманской обл.
15.8	20.8	34.2	11.6	0.4	6.3	47.6	—	Там же.

Растение	Дата взятия проб			Фаза развития	Общий процент Влаги
Рожь многолетняя — <i>Secale kuprijanovii</i> Grossh.	26	VI	1953	Кущение.	86.8
	26	VI	1953	Выход в трубку.	86.7
	5	VII	1953	Цветение.	70.3
	1	IX	1950	Конец цветения.	55.0
Тимофеевка посевная — <i>Phleum pratense</i> L.	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	62.0
Тимофеевка альпийская — <i>Ph. alpinum</i> L.	1	IX	1950	Созревание семян.	67.6

Примечание. Данные по Кировску и Апатитам принадлежат автору настоящей статьи.

В условиях севера большое значение для животноводства имеет также содержание в растениях минеральных веществ. Особенно важно наличие в корме кальция и фосфора. К сожалению, мы не имели возможности определить количество этих элементов в золе исследуемых растений и располагаем лишь общими данными относительно всех зольных элементов. Наши анализы показывают большие различия в содержании золы у растений. Так, например, у посевной тимофеевки ее 2.9% в конце цветения, а у многолетней ржи — 9.6%. Интересно отметить, что (по литературным данным) у лисохвоста, вздутого из Якутии, содержится золы 10.2%, а у выращенного в Узбекской ССР — 16.6%. Это указывает на меньшее поглощение минеральных веществ растениями на севере.

Содержание клетчатки сильно варьирует в зависимости от фазы развития растения. К концу вегетации количество ее повышается, например, у лисохвоста зеравшанского с 28 до 35.5%, у регнерии узкощупой — с 24.2 до 28.7%, у ржи многолетней — с 24.7 до 28.9%. При этом на севере у растений наблюдается замедление процесса образования клетчатки. Например, в фазу цветения у лисохвоста лугового в Мурманской области клетчатки было 27.1%, а в более южных широтах (по данным И. В. Ларина) — 38.0%.

Некоторое представление о влиянии фаз развития на химический состав растений можно получить из табл. 2.

Данные, приведенные в табл. 2, подтверждают имеющиеся в литературе сведения и показывают, что за полярным кругом по мере развития в надземных частях злаков уменьшается количество воды, протеина и у многих — золы, а содержание клетчатки увеличивается. Наблюдается также тенденция к увеличению содержания безазотистых экстрактивных веществ, состоящих из легко усвояемых форм углеводов (растворимые углеводы и крахмал).

Исходя из общности химического состава между видами или между отдельными родами одного и того же семейства, можно предполагать более близкий состав у видов одного рода, например овса, чем у видов разных родов. В табл. 3 приводятся данные химического состава растений нескольких родов, находящихся в фазе цветения. У злаков эта фаза развития протекает быстро, обычно в несколько дней, и в этот период растения можно считать наиболее сравнимыми.

Таблица 1 (продолжение)

	В процентах на абсолютно сухой вес							Где выращено растение и чьи данные
	растворимые углеводы	крахмал	клетчатка	сырой протеин	жир	зола	безазотистые экстрактивные вещества	
	9.4	19.5	24.7	18.9	3.7	9.6	43.2	Апатиты, Мурманской обл.
	16.8	16.0	27.6	14.9	1.8	7.1	48.5	Там же.
	17.4	16.8	28.9	12.3	0.55	5.4	51.9	» »
	26.1	12.3	28.4	5.5	—	2.9	—	Кировск, Мурманской обл.
	—	—	31.9	8.5	2.7	5.9	51.0	(И. С. Попов и др., 1944 г.).
	—	—	31.0	7.6	2.3	5.5	53.6	(И. В. Ларин и др., 1937 г.).
	21.6	17.2	22.9	5.1	—	4.0	—	Кировск, Мурманской обл.

Таблица 2

Влияние фаз развития на содержание отдельных органических веществ в надземных частях злаков

Растение	Фаза развития	Общий процент влаги	В процентах на абсолютно сухой вес			
			клетчатка	протеин	зола	безазотистые экстрактивные вещества
Лисохвост зеравшанкий	Вегетация .....	76	29	14	4	53
	Начало созревания семян .....	72	28	10	9	53
	Зрелые семена .....	70	36	7	7	50
Рожь многолетняя	Кущение .....	87	25	19	10	42
	Выход в трубку .....	87	28	15	7	48
	Цветение .....	70	29	12	5	53
Регнерия узкочешуйная	Выход в трубку .....	73	25	11	6.5	57
	Колошение .....	74	29	11	8.0	52
	Конец колошения .....	66	26	9	6.0	59

Приведенные данные показывают, что в фазу цветения виды овса богаты легко усвояемыми формами углеводов, но в то же время они уже содержат много клетчатки. По содержанию сырого протеина овес может быть отнесен к средней группе, хотя у некоторых видов количество его достигает 10%. Самые низкие показатели по содержанию протеина у овса голого, а наилучшие — у бородатого и византийского. Все исследованные виды овса отличаются пониженным содержанием золы, что снижает их кормовую оценку.

Исследованные нами два вида коостра, так же как и овес, имеют много легко усвояемых углеводов, вследствие чего процент безазотистых экстрактивных веществ у них высок. Коостры обладают очень важным преимуществом по сравнению с овсами: в них мало клетчатки, много протеина и элементов золы. Из исследованных нами растений по кормовым признакам виды коостра оказываются наилучшими. Хорошие показатели имеет также многолетняя рожь.

Таблица 3

Биохимический состав надземных частей различных злаков в фазе цветения

Растение	В процентах на абсолютно сухой вес				
	растворимые углеводы и крахмал	клетчатка	сырой протеин	зола	безазотистые экстрактивные вещества
Костер растопыренный •••••	41	30	10	7	—
Костер кровельный •••••••••	35	21	14	9	—
Лисохвост вздутый •••••••••	34	29	9	6	53
Лисохвост луговой •••••••••	32	27	8	8	54
Овес абиссинский ••••••••••	36	40	8	4	44
Овес бородастый •••••••••••	41	38	10	5	48
Овес византийский •••••••••	37	40	10	4	44
Овес голый ••••••••••••••••	41	35	7	4	54
Овес Людовика •••••••••••••	34	32	9	4	54
Овес посевной, в 1950 г. •••••	34	28	9	6	—
Овес посевной, в 1955 г. •••••	38	32	8	5	53
Овес щетинистый •••••••••••	36	29	8	5	56
Плевел жесткий •••••••••••••	32	32	9	5	—
Рожь многолетняя •••••••••••	34	29	12	5,4	52
Тимофеевка луговая •••••••••	38	28	5,5	3	—

Химический состав у видов лисохвоста хуже: меньше легко усвояемых углеводов, мало протеина и зольных элементов. Очень мало протеина и золы у луговой тимофеевки, но содержание легко усвояемых углеводов у этого растения весьма высокое.

Итак, по химическим данным при сравнении растений в одну и ту же фазу развития (например, во время цветения) наилучшими кормовыми достоинствами обладают исследованные виды костра, многолетняя рожь и овес бородастый, а наихудшими — виды лисохвоста, тимофеевка луговая, овес голый и абиссинский.

## СИЛОСНЫЕ РАСТЕНИЯ

Полярно-альпийский ботанический сад в своей работе по интродукции растений большое внимание уделяет растениям, перспективным для силосования. Силосование на севере как способ заготовки кормов на зиму имеет большое преимущество перед сушкой на сено, которая часто затрудняется дождливой погодой.

В качестве силосных растений Садам выделены некоторые многолетники: борщевики, горец Вейриха и некоторые другие. Критерием пригодности этих растений на силос для нас служили результаты определения сахарного минимума, т. е. того минимального запаса сахара, который требуется для образования при силосовании консервирующей концентрации молочной кислоты, снижающей pH до 4,2 (Зубрилин, 1947; Обухова, 1939).

Количество сахаров, белков и других веществ значительно меняется в зависимости от условий произрастания растений и фазы их развития. Естественно, что сахарный минимум является величиной переменной и его необходимо определять на растениях, выращенных именно в той местности, где предполагается их использование. Результаты определения сахарного минимума приводятся в табл. 4.

Борщевики особенно привлекли наше внимание как типично силосные по характеру надземной массы растения. Сахарный минимум определен у 8 видов борщевика, причем определения эти были сделаны по несколько раз и в разные годы. Несмотря на довольно большие колебания погодных условий в годы наблюдений, сопоставление величины сахарного минимума с фактическим содержанием сахаров дало нам возможность судить о хорошей силосуемости анализированных нами растений. Только для отавы борщевика Сосновского был получен сахарный минимум более 50% фактического содержания сахара, в других

Таблица 4

## Сахарный минимум у силосных растений

Растение	Дата анализа			Анализируемая часть	Фаза развития	Сахарный минимум	Фактическое содержание сахара (В %)
Борщевик Сосновского.	7	IX	1951	Пластика стеблевых листьев	Конец цветения.	0.97	2.79
	8	IX	1951	То же (отава).	Вегетация.	1.12	1.92
	19	VIII	1953	Прикорневые. Листья.	»	0.84	3.51
	19	VIII	1953	Стеблевые листья.	Цветение.	0.96	3.11
	19	VIII	1953	Средняя часть стебля.	»	0.69	2.74
	28	VII	1955	Прикорневые листья с черешком.	Вегетация.	0.92	3.50
Борщевик сладкий		VII	1955	То же.	»	0.98	3.18
Борщевик персидский •••••	28	VII	1955	» »	»	0.62	3.63
Борщевик рассеченный •••••	27	VII	1955	» »	Начало цветения.	0.61	3.60
Борщевик переднеазиатский	28	VII	1955	» »	Вегетация.	0.50	4.22
Борщевик обыкновенный европейский •••••	28	VII	1955	» »	»	0.70	2.41
Борщевик пастернаколистный ••••••••••••••••	27	VII	1955	» »	Начало бутонизации.	0.54	2.71
Борщевик Лемана.	27	VII	1955	» »	Вегетация.	0.58	3.60
Цицербита Плюмье ••••••••••••	27	VII	1955	Надземная часть	»	0.73	2.14
Кровохлебка альпийская •••••	27	VII	1955	То же.	Бутонизация.	1.04	2.68
Большоголовник сафлоровидный	27	VII	1955	» »	То же.	1.03	1.98
Овес посевной	19	VIII	1953	» »	Выметывание метелки.	1.05	2.67
	20	VIII	1953	» »	Конец цветения.	0.90	2.42
Кормовая капуста	3	IX	1953	» »	Вегетация.	0.90	1.80
Горец Вейриха	7	IX	1951	Верхушки побегов	Конец цветения.	0.31	0.55
	8	IX	1951	То же.	То же.	0.23	0.57
	21	VIII	1953	Надземная часть.	» »	0.14	2.59

же случаях величина сахарного минимума составляла третью, четвертую и даже восьмую часть общего запаса сахара. У горца Вейриха по годам наблюдаются значительные колебания в содержании сахара и в меньшей степени — сахарного минимума. Сахарный минимум у этого растения невысокий, поэтому даже в годы с низким запасом сахара, как например в 1951 г., сахарный минимум был обеспечен и растение могло хорошо силосоваться.

Остальные испытанные нами растения: большоголовник, кровохлебка, цицербита — также могут быть отнесены к группе хорошо силосующихся, так как обладают сравнительно небольшой буферной емкостью и значительным запасом растворимых сахаров.

Для сравнения сахарный минимум был определен нами также у овса и

кормовой капусты — растений, широко используемых в Мурманской области для силосования. Анализы показывают, что у кормовой капусты запас сахара только в 2 раза и у овса в 2.5 раза превышает сахарный минимум. Таким образом, по запасу растворимых сахаров одним из лучших силосных растений является борщевик.

Таблица 5  
Содержание эфирного масла в прикорневых листьях различных видов борщевика  
(в % по объему данные анализов 1951 г.)

Растение	Возраст (в годах)	Дата анализа	Фаза развития	Процент эфирного масла
Борщевик рассеченный ••••• {	2	13 VII	Вегетация.	Следы.
	5	13 VII	Стеблевание.	0.012
Борщевик Сосновского ••••• {	2	16 VII	Вегетация.	0.011
	5	16 VII	»	0.016
Борщевик сибирский ••••••••••	2	4 VII	»	Следы.
Борщевик Мантегацца ••••••••••	2	4 VII	»	0.05
Борщевик персидский ••••••••••	13	17 VII	Начало стеблевания.	0.01
Борщевик шерстистый ••••••••••	?	17 VII	То же.	0.03
Борщевик бородатый ••••••••••	12	18 VII	» »	0.03
Борщевик пастернаколистный ••••	Перес. 1939 г.	18 VII	» »	0.05
Борщевик понтийский ••••••••••	?	22 VIII	Вегетация.	0.00

В работе с борщевиком пришлось столкнуться с одним его неприятным свойством. В солнечные дни августа при уборке растений у рабочих, соприкасавшихся с растением, на обнаженных руках наблюдались ожоги, часто сопровождавшиеся лихорадочным состоянием. Мы предположили, что ожоги вызывает эфирное масло, вырабатываемое борщевиком, и занялись его изучением (табл. 5). Определение содержания эфирного масла у различных видов и в разных органах борщевика мы проводили, используя прибор А. С. Гинзбурга (1932) и методику отгонки с водяным паром.

В прикорневых листьях, которые составляют основную массу растения, эфирное масло не было обнаружено только у понтийского борщевика, и как раз этот вид оказался необжигающим. Борщевик Мантегацца содержит 0.05% эфирного масла и является наиболее обжигающим. Таким образом, выявилась несомненная корреляция между этим свойством и содержанием эфирного масла. Однако следует заметить, что втирание в кожу эфирного масла, отогнанного с водяным паром из листьев обжигающих видов борщевика, проходит безболезненно.

В прикорневых листьях всех других исследованных видов борщевика эфирного масла содержится очень мало (сотые доли процента), но присутствие его и в таком незначительном количестве все же является отрицательным фактом, так как ухудшает поедаемость растения животными в свежем виде.

Эфирное масло в силосе борщевика не обнаружено, и он поедается хорошо.

У борщевика листья ежегодно отрастают заново, но, несмотря на это, у более старых растений, например борщевика рассеченного, имеет место более высокое содержание эфирного масла. Определение эфирного масла в период вегетации у борщевика рассеченного 2-го и 5-го годов жизни показывает, что у более старых растений образование эфирного масла происходит энергичнее, чем у молодых, и оно накапливается к концу вегетации (табл. 6).

Влияние возраста на содержание эфирного масла  
в прикорневых листьях борщевика рассеченного  
(данные анализов 1951 г.)

Возраст	Дата анализа	Фаза развития	Процент содержания эфирного масла (по объему)
2 года ••••••••	28 VI	Вегетация.	Следы.
	3 VII	»	»
	13 VII	»	»
	2 VIII	»	0.013
	8 VIII	»	0.032
5 лет ••••••••	3 VII	»	Следы.
	13 VII	»	0.012
	2 VIII	Цветение.	0.022
	8 VIII	Вегетация.	0.040

В разных органах борщевика содержится разное количество эфирного масла. В конце вегетации в борщевике Сосновского, когда в пластинках листьев имеются лишь следы эфирного масла, в черешках его содержится 0.014, в корнях — 0.33, а в семенах — 5.81 объемн. %. Эти данные показывают, что у борщевика Сосновского, как и у большинства растений из семейства зонтичных, эфирное масло сосредоточено главным образом в семенах. По органолептическим данным, эфирное масло из разных органов борщевика имеет различный химический состав.

Несмотря на значительное количество эфирного масла в корнях борщевика, они охотно поедаются некоторыми животными. В литературе (Эфирные масла, 1938) упоминается случай, когда свиньи осенью полностью уничтожили насаждения борщевика, объев его корни.

Условия выращивания растений отражаются на накоплении эфирного масла в пластинках листьев. Так, у борщевика Сосновского в фазу вегетации 9 VIII 1951 при выращивании на фоне без удобрений было 0.05%, а на фоне, удобренном навозной жижей, — 0.03% эфирного масла. При внесении навозной жижи вырастают крупные и сочные листья, а при расчете на 100 г веса зеленой массы наблюдается снижение количества эфирного масла. Возможно, что это понижение обусловлено специфическим влиянием азотистого удобрения, ухудшающего образование эфирного масла. Такие указания о влиянии агротехники возделывания и удобрений на содержание эфирного масла имеются в литературе (Львов, 1946; Цецур, 1948).

Кормовая оценка силосных растений давалась на основании тех же биохимических анализов, которые проводились теми же методами, что и для сенокосных и пастбищных растений. Данные анализов приводятся в табл. 8. В эту таблицу включены также те литературные данные, которые могут быть сопоставлены с нашими (т. е. если у растений анализировались те же органы и в ту же фазу развития, что и в наших опытах).

Обращает внимание высокое содержание воды в надземных частях растений борщевика (табл. 7), ревеня, капусты, мокрицы, которое колеблется у большинства образцов от 85 до 91%. У других растений, например горца Вейриха, баранника, окопника, щавеля, воды значительно меньше.

Из всех исследованных растений борщевик выделяется высоким содержанием растворимых углеводов, у некоторых его видов количество углеводов достигает 35%. Как указывалось выше, сахарный минимум у борщевика невелик, запас же растворимых углеводов значительно преобладает над минимумом, и это обеспечивает настолько хорошую консервируемость растения, что оно может быть использовано для совместного силосования с трудносилосующимися травами. Из анализированных нами видов борщевика меньше всего растворимых углеводов в понтийском борщевике.

Конечно, химический состав растения зависит от фаз развития, но он также

сильно варьирует по годам в зависимости от метеорологических условий. Не вдаваясь в анализ этих явлений, можно констатировать общий высокий процент растворимых углеводов у всех исследованных нами видов борщевика в разные годы и фазы развития.

У других растений, анализированных нами, растворимых углеводов меньше. Например, в горце Вейриха содержится 5—6.9%, у копеечника — до 7.78%, в иван-чае — 15%.

Питательность растения зависит не только от количества легко усвояемых форм углеводов (растворимые углеводы, крахмал), но и от наличия белка. Конечно, у молодых растений сырого протеина больше, чем у старых. По содержанию этих веществ борщевика также могут быть отнесены к растениям, обладающим достаточным их количеством, так как протеина образуется у них от 8.5 до 29.9%. У других растений протеина содержится от 7.8 (у крестовника) до 28.1% (у капусты). Даже бобовое растение — копеечник — не выделяется в этом отношении и имеет протеина 20.4%.

Сопоставляя литературные данные с нашими по иван-чаю в фазу цветения, мы видим, что в условиях Кировска иван-чай имеет пониженное количество клетчатки, среднее протеина и повышенное количество элементов золы по сравнению с растениями, выращенными в Якутии и на Алтае.

Горец Вейриха в условиях Кировска также характеризуется пониженным процентным содержанием клетчатки и повышенным содержанием протеина, жира и золы по сравнению с растениями Сахалина. К сожалению, в литературе не приводится данных о содержании растворимых углеводов.

Для борщевика Сосновского, как наиболее перспективного из борщевиков для целей окультуривания, нами был проведен биохимический анализ различных органов (табл. 7).

Данные табл. 7 показывают, что по химическому составу отдельные органы борщевика резко различаются между собой: листья наиболее богаты влагой, растворимыми углеводами и элементами золы; корни являются вместилищами запасных веществ, которые представлены главным образом крахмалом и отчасти жиром; семена сильно обезвожены и содержат почти 20% жира.

Для получения более полной кормовой оценки растений мы сочли необходимым определить содержание в них каротина, т. е. провитамина А, столь необходимого всем животным.

Таблица 7

Химический состав различных органов борщевика Сосновского  
(данные анализов 1951 г.)

Образец	Дата анализа	Общий процент влаги	В процентах на абсолютно сухой вес					
			растворимые углеводы	крахмал	клетчатка	общий азот	зола	жир
Прикорневые листья •••	9 VIII	87	32	10.6	15.6	1.7	9.5	1.7
Корни ••••••••••••••••••••	21 IX	79	19.6	45.6	8.5	1.1	3.9	2.9
Семена ••••••••••••••••••••	19 IX	12.5	8.7	10.2	24.6	4.1	7.6	19.3

Большинство исследованных нами растений имело крупные листья с сочными жилками. Для определения каротина бралась небольшая навеска, поэтому для сравнимости получаемых данных каротин определялся в мякоти листа из средней части пластинки. В табл. 8 приведены крайние значения полученных данных о содержании каротина при 4—5-кратном определении в течение одного вегетационного периода. Данные анализов других веществ в табл. 8 даются в среднем из двух определений.

Определение каротина в мякоти пластинок листьев показывает, что все исследованные растения богаты каротином, что значительно повышает их



питательную ценность.

## Выводы

1. Исследование химического состава интродуцируемых Полярноальпийским ботаническим садом растений, перспективных в качестве луговых или пастбищных, показывает, что произрастающие за полярным кругом растения характеризуются высоким содержанием растворимых углеводов. Особенно богаты этими веществами различные виды овса. Процент протеина у исследованных растений также достаточно высок.

У растений в полярных условиях замедляется образование клетчатки и несколько снижено содержание зольных элементов.

Из всех исследованных видов наиболее ценными в кормовом отношении, по данным анализов химического состава, в фазу цветения оказались костры, многолетняя рожь и овес бородастый.

2. Среди растений, интродуцируемых Полярно-альпийским ботаническим садом, как ценное силосное растение выделяется борщевик. Его сочная надземная масса содержит большое количество растворимых углеводов и, имея достаточное количество азотистых веществ, в то же время не обладает большой буферной емкостью. Это позволяет приготовить из борщевика хороший силос как в чистом виде, так и в смеси с трудносilo- сующимися растениями. Малое содержание клетчатки и богатство листьев каротином также характеризует борщевик как хорошее кормовое растение. По своему химическому составу для силосования пригодны все исследованные виды борщевика.

Одним из отрицательных свойств борщевика является наличие во всех частях эфирного масла, что уменьшает его поедаемость животными. Содержание эфирного масла зависит от вида растения, его возраста, возраста листьев и условий выращивания. В силосе из борщевика, по данным анализов, эфирного масла нет.

3. Из других перспективных для силосования растений можно отметить горец Вейриха. Это растение имеет меньший запас растворимых углеводов, чем борщевик, но его сахарный минимум незначителен, что позволяет использовать его для приготовления силоса.

По данным анализов, также хорошо должны силосоваться цицербита Плюмье, альпийская кровохлебка и большеголовник.

Для остальных растений, приведенных в табл. 8, изучен пока химический состав, но еще не определена буферная емкость. Все они имеют большое количество растворимых углеводов и с этой стороны могут считаться перспективными силосными растениями.

Растение	Дата взятия пробы			Фаза развития	Анализируемая часть
Борщевик бородатый — <i>Hegacleum barbatum</i> Ldb ••••	21	VII	1951	Стеблевание.	Прикорневые листья.
Борщевик Лемана — <i>H. lehmannianum</i> Bge ••••••••	24	VII	1955	Цветение.	Надземная часть.
Борщевик Мантегацца — <i>H. mantegazzianum</i> Som. et Lev.	18	VII	1951	Вегетация.	Прикорневые листья.
Борщевик пастернаколистный — <i>H. pastinacifolium</i> C. Koch	24	VII	1951	Стеблевание.	То же.
Борщевик переднеазиатский — <i>H. antasiaticum</i> Manden.	22	VIII	1955	Цветение.	Надземная часть.
Борщевик персидский — <i>H. persicum</i> Desf.	22	VIII	1951	Конец цветения.	То же.
	17	VII	1951	Стеблевание.	Прикорневые листья.
	26	VIII	1955	Цветение.	Надземная часть.
	22	VIII	1951	Вегетация.	Прикорневые листья.
Борщевик понтийский — <i>H. ponticum</i> (Lipsky) Schischk.	2	IX	1952	»	То же.
	4	VIII	1953	»	» »
	8	VIII	1952	»	» »
	5	VIII	1953	»	» »
Борщевик рассеченный — <i>H. dissectum</i> Ldb.	2	IX	1952	»	» »
	25	VII	1951	»	» »
	5	VIII	1955	Цветение.	Надземная часть.
Борщевик сладкий — <i>H. dulcet</i> Fisch.	24	VIII	1953	Вегетация.	Прикорневые листья.
	9	VIII	1954	Цветение.	Надземная часть.
Борщевик сибирский — <i>H. sibiricum</i> L. ••••••••••	26	VII	1951	Стеблевание.	Прикорневые листья.
	25	VII	1951	Начало стеблевания.	То же.
Борщевик Сосновского — <i>H. sosnowskyi</i> Manden.	25	VIII	1952	Вегетация.	» »
	26	VIII	1955	Начало цветения.	Надземная часть.
	8	IX	1951	Вегетация.	Прикорневые листья (отава).
Борщевик Стевена — <i>H. stevenii</i> Manden. et Grossh ••	24	VIII	1955	Начало цветения.	Надземная часть.
Борщевик шерстистый — <i>H. villosum</i> Fisch. ••••••••••	17	VII	1951	Стеблевание.	Прикорневые листья.
Бодяк разнолистный — <i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) All	8	VIII	1955	Цветение.	Надземная часть.
Большоголовник сафлоровидный (маралий корень) — <i>Leuzea (Rhaponticum) carthamoides</i> (Willd.) Iljin	6	VIII	1955	»	То же.
	21	VII	1955	»	—
Борец альпийский — <i>Polygonum alpinum</i> All •••••	15	VII	1952	Цветение.	Вегетативная часть.
	7	IX	1951	Вегетация.	Надземная часть.
Борец Вейриха — <i>P. Weyrichii</i> F. Schmidt	19	VII	1952	Цветение.	Вегетативная часть.
	15	VII	1955	»	То же.

Таблица 8

состав растений

	Общий процент влаги	В процентах на абсолютно сухой вес							Количество каротина (в мг%)	Чьи данные и где выращены растения
		растворимые углеводы	крахмал	клетчатка	сырой протеин	жир	зола	безазотистые экстрактивные вещества		
	90,2	35,2	7,9	23,7	11,1	0,97	9,9	54,3	—	Кировск, Мурманская обл.
	87,1	17,6	10,4	34,7	11,2	2,96	10,9	40,2	21—43	Там же.
	92,0	21,8	7,7	15,9	13,9	1,73	14,7	53,8	—	» »
	89,7	25,4	8,2	22,3	13,5	3,29	12,6	48,3	35—43	» »
	86,0	19,5	10,5	36,4	15,9	4,73	11,0	31,4	—	» »
	86,5	30,5	7,7	31,4	12,7	2,94	7,9	44,8	30—37	» »
	89,7	33,4	5,8	15,6	18,9	3,69	9,6	52,2	34—37	» »
	85,5	18,4	8,9	34,0	13,8	3,64	8,9	39,6	—	» »
	91,5	15,2	13,9	19,7	8,5	0,86	18,6	52,3	—	» »
	86,9	10,2	9,7	13,5	29,2	3,67	14,9	49	—	Апатиты, Мурманская обл.
	88,4	10,2	11,7	15,7	17,2	1,32	15,9	49,8	—	Там же.
	86,3	15,1	12,2	15,9	13,0	0,95	14,3	55,8	—	» »
	83,3	8,9	13,7	15,9	14,3	1,88	14,9	53,0	—	» »
	82,5	10,1	7,3	12,4	28,3	3,85	15,2	40,3	25—58	» »
	88,4	22,3	6,6	15,3	13,3	2,85	13,2	55,3	—	Кировск, Мурманская обл.
	88,2	18,2	8,0	29,5	15,7	4,24	14,0	37	—	Там же.
	80,2	13,7	12,9	11,4	24,9	2,48	14,8	46,5	7	Апатиты, Мурманская обл.
	89,6	24,0	8,2	27,9	14,8	4,81	11,1	41,4	—	Там же.
	90,7	18,6	8,5	20,9	16,6	—	17,3	—	—	Кировск, Мурманская обл.
	90,2	28,3	6,4	13,5	12,5	5,23	12,2	56,6	27—36	Апатиты, Мурманская обл.
	86,3	18,6	6,8	13,3	19,1	4,49	14,0	49,3	—	Там же.
	86,4	22,1	6,9	25,8	18,6	5,16	10,9	39,6	—	» »
	89	15,9	6,6	14,7	22,6	4,85	13,2	44,7	—	» »
	85,9	28,6	5,8	20,4	15,6	2,86	10,8	50,3	26—33	» »
	90,3	35,2	7,3	20,5	13,5	1,26	9,9	54,8	33—37	» »
	87,5	9,9	9,3	34,4	18,6	5,13	10,2	31,7	—	» »
	85,1	12,7	6,6	29,5	16,1	3,50	12,3	38,6	13—38	» »
	76,1	9,5	—	19,2	11,5	2,0	9,0	58,1	—	Ленинград (Мовчан, 1956).
	81,3	4,5	30,0	18,6	17,0	4,2	10,0	50,2	—	Кировск, Мурманская обл.
	85,0	6,9	9,9	19,2	20,6	4,3	10,3	45,4	16—42	Там же.
	85,4	6,2	30,4	17,8	21,5	4,6	8,7	47,4	—	» »
	79,4	9,1	—	21,4	17,5	2,1	9,2	49,8	—	Ленинград (Мовчан, 1956).

Растение	Дата взятия пробы			Фаза развития	Анализируемая часть
Горькуша альпийская — <i>Saussurea alpina</i> (L.) DC. ••	4	IX	1950	Цветение.	Надземная часть.
Иван-чай — <i>Chamaenerium angustifolium</i> (L.) Scop.	17	VII	1950	»	То же.
		1933		Вегетация.	» »
	24	VI	1933	»	Надземная часть.
	5	VII	1943	Цветение.	То же.
	6	VI	1932	»	» »
Кормовая капуста — <i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>acephala</i>	—			»	» »
	31	VIII	1951	Вегетация.	» »
	3	IX	1953	»	» »
Копеечник альпийский — <i>Hedysarum alpinum</i> L. •••• Крестовник (баранник) дланевидный — <i>Senecio palmatus</i> Pall. •••••••••• Кровохлебка альпийская — <i>Sanguisorba alpina</i> Bge. ••• Мокрица — <i>Stellaria media</i> L. •••••••••• Окопник жесткий — <i>Symphytum asperum</i> Lapech. Ревень лекарственный — <i>Rheum officinale</i> Baill. •••• Ревень татарский — <i>R. tataricum</i> L. •••••••••• Щавель конский — <i>Bumex confertus</i> Willd. •••••••••• Цицербита альпийская — <i>Cicerbita alpina</i> Less. ••••• Цицербита Плюмье — <i>C. plumieri</i> (L.) Kirsche. •••••	—			»	» »
	26	VIII	1955	Цветение.	» »
	17	VIII	1950	»	» »
	29	VIII	1955	»	» »
	19	VIII	1950	»	» »
	24	VIII	1953	—	» »
	25	VIII	1950	Плодоношение.	Прикорневые листья.
	25	VIII	1950	»	То же.
	17	VIII	1950	Цветение.	Надземная часть.
	29	VIII	1955	»	То же.
	17	VII	1950	»	» »

Таблица 8 (продолжение)

	Общий процент влаги	В процентах на абсолютно сухой вес							Количество каротина (в мг%)	Чьи данные и где выращены растения
		растворимые углеводы	крахмал	клетчатка	сырой протеин	жир	зола	безазотистые экстрактивные вещества		
	82.1	11.5	9.8	24.9	13.5	—	11.8	—	—	Кировск, Мурманской обл.
	78.0	15.3	14.1	18.4	11.4	—	7.3	—	—	Там же.
	—	—	—	17.6	18.7	2.3	9.4	52.0	—	Южная Якутия (Работнов, см.: Ларин с сотрудниками, 1956).
	—	—	—	15.3	15.6	4.8	6.3	58.0	—	Якутия (Сочава, см.: Ларин с сотрудниками, 1956).
	—	—	—	27.8	8.7	1.7	5.9	55.7	—	Южная Якутия (Работнов, см.: Ларин и др., 1956).
	—	—	—	24.5	14.9	3.7	6.1	50.8	—	Алтай (Ларин, 1956).
	—	—	—	38.5	11.1	4.7	5.0	40.7	—	Южная Якутия (Куминова, см.: Ларин с сотрудниками, 1956).
	91.4	21.9	5.2	13.9	28.1	2.7	14.5	40.7	—	Апатиты, Мурманской обл.
	88.3	12.2	5.5	12.2	27.6	0.8	16.1	43.3	—	Там же.
	87.4	—	—	11.9	15.8	3.2	15.1	54.0	—	Попов (Елкин, 1935).
	76.4	7.7	9.5	34.2	20.4	4.35	4.7	36.5	22—28	Кировск, Мурманской обл.
	71.7	20.4	9.7	23.9	7.8	—	6.0	—	—	Там же.
	77.7	14.2	8.8	36.0	12.6	3.71	7.9	39.8	16-37	» »
	90.1	12.5	14.7	15.8	10.3	—	14.8	—	—	Апатиты, Мурманской обл.
	84.7	15.7	2.9	12.6	20.9	0.72	17.6	48.3	—	Там же.
	89.2	14.3	7.9	14.8	10.9	—	16.8	—	11—61	Кировск, Мурманской обл.
	88	15.2	6.8	12.4	10.1	—	11.9	—	—	Там же.
	79.8	22.6	11.9	18.1	8.1	—	6.6	—	—	» »
	85.3	20.9	9.5	31.7	11.1	4.14	7.9	45.3	—	» »
	78.0	15.3	14.1	18.4	11.4	—	7.3	—	15	» »

## ЛИТЕРАТУРА

- Благовещенский А. В. 1950. Биохимические основы эволюционного процесса у растений. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Гинзбург А. С. 1932. Упрощенный способ определения количества эфирного масла в эфирносах. Химико-фарм. промышл., № 8—9.
- Дороганевская Е. А. 1948. Климатические факторы химизма сельскохозяйственных растений. Изд. АН Каз.ССР, Алма-Ата.
- Дороганевская Е. А. 1951. О связи географического распространения растений с их обменом веществ. Изд. АН СССР, М.
- Зубрилин А. А. 1947. Научные основы консервирования зеленых кормов. Сельхозгиз, М.—Л.
- Ларин И. В. 1957. Кормовые растения. Растительное сырье СССР, т. II. Натурные растения. М.—Л.
- Ларин И. В., Ш. М. Агабабян, В. К. Ларина, С. П. Смелов, М. А. Касименко, В. С. Говорухин, Т. А. Работнов, С. Я. Зафрен. 1937. Кормовые растения естественных сенокосов и пастбищ СССР. 1950, Л.
- Ларин И. В., Ш. М. Агабабян, Т. А. Работнов и др. 1950. Кормовые растения Сенокосов и пастбищ СССР, т. I, М.—Л.
- Ларин И. В., Ш. М. Агабабян, Т. А. Работнов, В. К. Ларина, М. А. Касименко, А. Ф. Любская. 1956. Кормовые растения, т. III. М.—Л.
- Львов С. Д. 1946. К вопросу об условиях образования эфирных масел у ароматических растений. Тр. юбилейной научн. сессии Ленингр. унив., Л.
- Мовчан С. Д. 1956. О новых кормовых и силосных растениях. Ботан. журн., т. 41, № 2.
- Обухова З. Д. 1939. Сахарный минимум некоторых типов естественной растительности Киргизии. Тр. Киргизск. н.-иссл. инет, животноводства, вып. V.
- Попов И. С., И. Г. Елкин. 1935. Корма СССР. Сельхозгиз, М.
- Попов И. С., М. Ф. Томмэ, Г. М. Елкин. П. Х. Попандоуло. 1944. Корма СССР, состав и питательность. Сельхозгиз, М.
- Соколов В. С. 1952. Алкалоидоносные растения СССР. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Цецур М. Н. 1948. Влияние подкормки на рост, развитие и выход эфирного масла у змееголовника. Сб. работ биол. факультета Днепропетровск, унив., т. XXXII.
- Шарапов Н. П. 1954. Химизм растений и климат. Изд. АН СССР, М.—Л. Эфирные масла. 1938. Сб. под ред. Г. В. Пигулевского. М.—Л.

*И. Д. Шматок*

## СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЛИСТЬЯХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ПОЛЯРНЫХ УСЛОВИЯХ

Полярно-альпийский ботанический сад, где проводилась настоящая работа, находится в Мурманской области (близ г. Кировска) и расположен в Хибинских горах, за полярным кругом.

Характерными отрицательными особенностями вегетационного периода Мурманской области являются его краткость (продолжается в среднем с начала июня до середины сентября) и низкая температура воздуха и почвы. Средние месячные и годовая температуры воздуха за вегетационный период, по данным метеостанции Имандра, расположенной в 30 км к северо-западу от Ботанического сада, следующие:

Июнь .....	9,1°
Июль .....	13,4
Август .....	10,3

Сентябрь ..... 6,3  
Средняя годовая температура ..... 0,8

Преобладающие дневные температуры вегетационного периода колеблются от 10 до 12°. Однако в любой его месяц возможны заморозки (Мишкин, 1953).

Существенное влияние на рост и развитие растения оказывает круглосуточное освещение (темные ночи начинаются только в последнюю треть вегетационного периода). Но несмотря на круглосуточный день, растения получают сравнительно малые суммы солнечной радиации вследствие небольшой высоты стояния солнца над горизонтом и значительной облачности. В табл. 1 приводятся сведения об облачности за вегетационный период в Мурманской области по сравнению с данными некоторых других метеостанций (Мировой агроклиматический справочник, 1937). Следует иметь в виду, что в условиях Полярно-альпийского ботанического сада, расположенного в котловине Хибинских гор, облачность еще более значительна, чем для станции Имандра.

Таблица 1

Средняя месячная облачность (в %) по данным различных метеостанций

Станция	Месяцы				Средняя годовая
	VI	VII	VIII	IX	
Имандра .....	73	67	76	80	76
Ленинград .....	56	58	63	65	70
Верхоянск .....	64	64	66	66	51
Якутск .....	56	56	60	63	56

Эти специфические условия вегетационного периода Мурманской области оказывают безусловно большое влияние на растения, интродуцируемые из более низких широт, и вызывают изменения в их обмене веществ.

На протяжении всего своего жизненного цикла растения постоянно испытывают изменения условий среды. Колебания во внешней среде отражаются на состоянии растений, на их физиологических процессах, большинство из которых имеет ферментативный характер. Особенно резкие изменения в обмене веществ можно ожидать при выращивании растений в крайних для них условиях существования, например при выращивании растений средних широт за полярным кругом.

Нами изучалось изменение содержания аскорбиновой кислоты в листьях растений, интродуцируемых Садам.<sup>VII</sup>

Аскорбиновая кислота (витамин С) образуется всеми высшими растениями. Участвуя в окислительно-восстановительных процессах, а также влияя на синтетические процессы, происходящие в зеленых частях растений, аскорбиновая кислота играет большую роль в жизнедеятельности растений. С. Д. Львов с сотрудниками (1945) рассматривал ее как существенный, хотя и не универсально обязательный, фактор дыхания. Благодаря способности легко отдавать два атома водорода, превращаясь при этом в дегидроформу, и так же легко присоединять их, вновь восстанавливаясь, аскорбиновая кислота может служить промежуточным катализатором в окислительно-восстановительных реакциях (Федорова, 1948).

Так как витамин С участвует в процессе клеточного дыхания, а этот процесс является обязательным для всех живых существ и может служить показателем жизнеспособности, то можно ожидать известной зависимости между содержанием аскорбиновой кислоты и приспособлением растений к окружающей среде.

<sup>VII</sup> Выражаю искреннюю признательность доктору биологических наук Николаю Александровичу Аврорину и сотруднику Полярно-альпийского ботанического сада А. А. Кальнин за предоставление материала и определение видового состава исследованных растений.

Поэтому определение витаминности того или иного растения, помимо практического, имеет и теоретическое значение, указывая на сдвиги в обмене веществ растения.

Витамин С является наиболее изученным витамином: его химическая формула установлена и налажено производство синтетического препарата. Однако это не снимает вопроса о получении и применении препаратов витамина С из растений, так как физиологическое действие концентратов из естественных продуктов благодаря наличию в них комплекса витаминов, органических кислот и минеральных слоев разностороннее, чем у синтетических чистых препаратов.

Исследование витаминности кормовых растений имеет большое значение для животноводства. Животные способны к биосинтезу аскорбиновой кислоты, но при длительном стойловом содержании и кормлении сеном собственного витамина С животным, особенно молодняку, может не хватать. В таких случаях введение витамина С извне, как это доказано практикой, может благоприятствовать здоровому состоянию организма и нормальной его жизнедеятельности (Егоров, 1954).

Витамин С — один из самых нестойких витаминов. Его количество прежде всего определяется положением растения в естественной системе, но подвержено колебаниям, зависящим от возраста и фазы развития, т. е. изменяется в онтогенезе по мере созревания и старения растения. Содержание витамина С зависит также от географических факторов: географических координат места произрастания растения, высоты над уровнем моря и др. В отдельные годы оно изменяется в зависимости от погодных и других условий внешней среды. Особенно значительное влияние на количество витамина С оказывают солнечная радиация и влажность. Этим объясняется крайняя изменчивость содержания аскорбиновой кислоты в растительном организме не только в разном возрасте, но и в течение суток.

Таким образом, полученные данные по содержанию аскорбиновой кислоты в растениях до некоторой степени условны и сравнение их необходимо проводить с учетом фаз развития растения, погодных условий и времени сбора, условий местообитания и т. д.

В литературе имеются довольно подробные сведения о влиянии высоты местообитания над уровнем моря на содержание витамина С. По наблюдениям А. В. Благовещенского (1937), проведенным на Памире, С. О. Гребинского (1941) — в горах Казахстана, Т. А. Кезели (1944а и 1944б), Т. А. Кезели и Л. И. Джапаридзе (1944) — на Кавказе, А. Ф. Самойлова (1942) — в Туркмении содержание аскорбиновой кислоты в растениях на больших высотах значительно возрастает. Гребинский указывает даже, что это увеличение пропорционально ухудшению условий существования и замедлению роста растений. Однако утверждение Гребинского несколько противоречит наблюдениям за содержанием аскорбиновой кислоты в процессе развития растения, количество которой обычно увеличивается по мере его роста. Кроме того, заметное повышение количества аскорбиновой кислоты в растениях по мере продвижения в горы наблюдалось только в районе массового распространения данного вида. Для ряда видов растений у верхней границы существования отмечено снижение содержания аскорбиновой кислоты. По данным В. С. Федоровой (1948), в дикорастущей флоре с продвижением к северу содержание аскорбиновой кислоты увеличивается лишь в районах массового произрастания. Севернее этих районов содержание аскорбиновой кислоты уменьшается.

Аскорбиновая кислота в растении встречается в нескольких формах: 1) преимущественно в виде восстановленной аскорбиновой кислоты, 2) дегидроаскорбиновой кислоты, 3) аскорбигена или связанной формы витамина, 4) протеинферрума аскорбиновой кислоты. Первые две формы представляют собой свободный витамин С, две последние — комплексные соединения.



Аскорбиновая кислота появляется в растении в момент прорастания: в листьях даже молодого растения она находится уже в значительном количестве. Максимум содержания аскорбиновой кислоты у большинства растений наблюдается к моменту цветения и началу созревания семян, а затем происходит уменьшение, т. е. наибольшее содержание витамина С совпадает с периодом наиболее сильного роста и развития растения.

Количество аскорбиновой кислоты зависит от условий освещения: в пасмурную и дождливую погоду листья некоторых растений имеют ее меньше, чем органы, лишенные хлорофилла.

Растения, произрастающие на открытых участках, содержат больше аскорбиновой кислоты, чем растения в условиях затенения; в густом травостое лучше освещенные верхние листья богаче аскорбиновой кислотой, чем нижние (Панкова, 1949).

С другой стороны, рядом исследователей отмечено накопление аскорбиновой кислоты при низкой температуре и при выращивании растений в условиях открытого грунта (Гребинский, 1945; Кудряшов, 1948; Тульчинская, 1941; Шмидт, 1941).

Определение содержания аскорбиновой кислоты у интродуцируемых растений представляет собой интерес, так как может решить спорный вопрос о характере зависимости накопления аскорбиновой кислоты в растении от географических условий.

Нами изучалось содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты в листьях многих растений, интродуцируемых Полярно-альпийским ботаническим садом. Пробы с растений одного и того же семейства брались в течение 2—3 дней. Для анализов мы применили метод Тильманса. Титр краски 2—6 дихлорфенолиндофенола устанавливался по Прокошеву при помощи кристаллической аскорбиновой кислоты.

Дополнением к этой методике было введение поправки на редуцирующие вещества. Эта поправка определялась следующим образом. Одновременно с водной вытяжкой, предназначенной для титрования, такое же количество вытяжки бралось в химический стаканчик, в который затем приливалось по две капли 10%-го медного купороса для ускорения разрушения аскорбиновой кислоты. Стаканчик ставился на 10 мин. в сушильный шкаф при температуре 110°, затем охлаждался, а содержимое титровалось тем же раствором краски, каким и основная проба. Исползованное на эту поправку количество миллилитров краски вычиталось из данных титрования вытяжки с неразрушенной аскорбиновой кислотой. Для некоторых растений эта поправка оказалась весьма существенной. Для каждого образца мы проводили два параллельных определения и расчеты делали на свежий и абсолютно сухой вес образца.

Изучаемые растения росли в питомнике, занимающем довольно хорошо выравненную открытую площадку с окультуренной дерново-подзолистой почвой на северном—северо-восточном склоне горы Вудъяврчорр, на высоте 330 м над ур. м.

Для того чтобы устранить значительные колебания в освещении, наблюдающиеся в связи с большой облачностью, пробы для анализов брались в

Таблица 2

Дневной ход изменений содержания аскорбиновой кислоты в листьях растений (в мг % на абсолютно сухой и свежий вес) (данные анализа 26 VII 1950. Погода с утра холодная, с туманом; днем сквозь облака просвечивало солнце)

Время взятия проб (час., мин.)	Пион		Аконит	
	на свежий вес	на абсолютно сухой вес	на свежий вес	на абсолютно сухой вес
7.30	305	1085	146	748
8.45	278	1121	181	919
11.00	316	1279	163	787
13.00	299	1119	71	390
15.30	198	780	65	270

одно и то же время — с 6 до 8 час. утра, когда питомник был освещен не прямыми солнечными лучами, а рассеянным светом.

Все пробы с растений взяты в течение месяца — с 19 VI по 18 VII в 1951 и 1956 гг. В это время на широте сада бывает непрерывный полярный день.

Учитывая положительное влияние освещения на содержание аскорбиновой кислоты, можно было ожидать высокие ее показатели в листьях, собранных в утренние часы на растениях, выращенных за полярным кругом. Это и подтвердилось наблюдениями за динамикой изменений аскорбиновой кислоты в течение дня (табл. 2) у лука алтайского (*Allium altaicum* Pall.), лука резанца (*A. schoeoprasum* L.), пиона (*Paeonia anomala* L.), аконита высокого (*Aconitum excelsum* Rchb.).

Данные, рассчитанные на свежий вес, показывают, что в 7 ч. 30 м. в листьях пиона содержится почти максимальное количество аскорбиновой кислоты (характерное для этого дня), а разница с 11-часовой пробой составляет всего 3%. У аконита максимальное количество аскорбиновой кислоты тоже приходится на утренние часы, но разница между двумя утренними пробами составляет около 20%.

При пересчете количества аскорбиновой кислоты на абсолютно сухой вес выяснилось, что общий ход изменений ее содержания в течение дня сохраняет то же направление, что и при вычислении на свежий вес. Меняются местами только данные первой и второй пробы для пиона, максимальное же содержание как для пиона, так и для аконита приходится на те же часы, что и при расчете на свежий вес листьев.

Определения изменений количества аскорбиновой кислоты в дневное время у лука мы делали на свежий вес. Эти данные, полученные в типичную для нашей местности погоду, указывают на высокое содержание аскорбиновой кислоты в листьях даже при дождливой погоде и большой облачности (табл. 3), что можно объяснить влиянием длинного полярного дня. Сильное увеличение содержания аскорбиновой кислоты у луков наблюдалось только при освещении растений прямыми солнечными лучами, что имело место в 14 час. 31 VII.

Необходимо отметить, что условия освещения, а также изменяющиеся, в связи с этим температурные условия могут резко увеличить количество

Таблица 3

Дневной ход изменений содержания аскорбиновой кислоты  
в листьях лука (в мг % на свежий вес)

Время взятия проб (час., мин.)	Температура (в °)	Погода	Лук алтайский	Лук резанец
30 VII 1950				
6,30	—	Пасмурно, редкий дождь.	95	127
8,30	11,5	Мелкий дождь (до 9 час.).	85	116
10,30	11,6	Облачно, мелкий дождь с 10 час.	104	116
12,30	11,4	Дождя нет, сплошная облачность.	115	135
14,30	13,2	Мелкий дождь, изредка проглядывает солнце.	134	116
16,30	13,3	Облачно.	142	108
18,30	13,0	Сплошная облачность.	110	127
20,30	12,0	Облачно.	116	105
31 VII 1950				
6,00	8,6	Туман, морозящий дождь.	86	108
8,00	8,4	Дождя нет, пасмурно.	106	109
10,00	8,0	То же.	114	106
12,00	13,0	» »	86	97
14,00	14,0	Солнечно.	150	146
16,00	14,0	»	119	127

аскорбиновой кислоты в листьях. У аконита в течение одного дня наблюдались колебания от 65 до 181 мг %, у лука алтайского — от 86 до 150 мг % (31 VII), при этом сдвиг происходит в очень короткий промежуток времени. Например, у лука резанца в 12 час. содержание аскорбиновой кислоты составляло 97 мг %, а в 14 час. — 146 мг%.

Наблюдения за дневным ходом изменений содержания аскорбиновой кислоты указывают на большое влияние инсоляции, но в наших климатических условиях освещение растения прямыми солнечными лучами бывает редко, так как этому препятствуют значительная облачность и частые, мелкие, морозящие дожди. Вследствие этого растения в полдень могут иметь меньше аскорбиновой кислоты, чем в утренние часы, о чем свидетельствуют цифры 13-часовой пробы для пиона и аконита и 12-часовой (31 VII) — для лука резанца. Поэтому взятие проб в утренние часы в условиях Мурманской области не означает получения заниженных цифр.

При переселении растений в Полярно-альпийский ботанический сад на них может оказать влияние не только положение Сада за полярным кругом, но и высота над уровнем моря. Об этом комплексном влиянии факторов свидетельствует распределение местной растительности. Так, на высоте 311 м мы встречаем растения, типичные для долинной тундры: вереск, водянику, карликовую березу, чернику, бруснику и др. На высоте 330 м располагается пояс елового редколесья из елей, березы, рябины и ольхи, который на высоте 360 м сменяется криволесьем, преимущественно из березы.

Выше, примерно на 400 м, деревья отсутствуют, появляется растительность горной тундры, представленная черникой, водяникой, карликовой березой, азалеей, толокнянкой, дриадой и др. Выше 600 м находится каменистая пустыня, где среди обломков камней встречаются наиболее выносливые растения, как ожига, ситник, осока, кассиопа, камнеломка и др. (Мишкин, 1953).

В вегетацию 1951 г. мы сравнивали содержание аскорбиновой кислоты у местных диких растений, произрастающих в горнолесном поясе и в горной тундре.

Работа проводилась с растениями, имеющими в этих местообитаниях массовое распространение. Результаты приводятся в табл. 4. Влияние высоты местопроизрастания на содержание аскорбиновой кислоты у местных растений выявить не удалось, так как оно затушевывается влиянием различий в фазах развития. Разница, наблюдавшаяся 1 VIII при одной и той же температуре, может быть, объясняется разницей в фазах развития.

Таблица 4

Влияние высоты произрастания растений на содержание аскорбиновой кислоты (в мг % на свежий вес листьев)

Растение	Высота над уровнем моря (в м)	Температура (в °)	Фаза развития	Количество аскорбиновой кислоты
11 VII 1951. Погода пасмурная, мелкий дождь				
Брусника	440	5.2	Вегетация.	239
	320	8.0	»	218
	312	6.2	Цветение.	239
Черника	440	5.2	Бутонизация.	169
	320	8.0	Цветение.	155
	312	6.2	»	155
	440	5.2	Вегетация.	155
Водяника <sup>1</sup>	320	8.0	Цветение.	169
	312	6.2	Начало плодоношения.	157
	440	5.2	Вегетация.	215
Карликовая береза	312	6.2	»	215
	320	8.0	Вегетация.	151.5
Иван-чай	312	6.2	»	130.4

Брусника	600	15	Бутонизация.	208
	312	15	Цветение.	218
Черника	600	15	Конец цветения, плодоношения.	201
	312	15	Плодоношение, ягоды начинают чернеть.	184
Водяника <sup>1</sup>	600	15	Вегетация.	138
	312	15	Плодоношение, ягоды зеленые.	138
Карликовая береза	600	15	Вегетация.	213
	312	15	Побеги с зелеными сережками.	218

Полученные данные мы пытались сравнить с определениями, проведенными у этих же видов растений в других широтах. С этой целью был просмотрен литературный материал, относящийся к содержанию аскорбиновой кислоты у растений в Калининской, Ленинградской, Московской, Мурманской и Саратовской областях, Азербайджане, Алма-Ате, Алтае, Воркуте, Колыме, Чувашской автономной республике, Якутии, на Дальнем Востоке и др. Общий список просмотренных данных составил около 3000 определений аскорбиновой кислоты в растениях. Сравнение этих данных с нашими показывает, что Полярно-альпийским ботаническим садом интродуцируются растения, большей частью не исследованные со стороны их витаминности. Поэтому сведения о содержании аскорбиновой кислоты в листьях этих растений интересны сами по себе.

Из 227 видов исследованных нами растений в литературе найдены сведения, относящиеся лишь к 73 видам (табл. 6). Необходимо отметить, что исследователи, сообщая результаты своих анализов, часто не приводят видового названия растений (Гребинский, 1941; Гроссгейм, 1943; Девятнин, 1946) или не указывают, какая часть растения ими анализировалась, или указывают весьма неточно: «зелень», «травя», «зеленые части». Многими исследователями не отмечаются фаза развития растения в момент взятия пробы и условия произрастания растения. Между тем все эти обстоятельства существенно отражаются на результатах определения содержания аскорбиновой кислоты. Совершенно необходимо также указание места произрастания и даты сбора материала, так как оно может помочь (в случае надобности) установить метеорологические особенности года сбора растения. В связи с этим большие списки, не содержащие таких сведений, но относящиеся к определениям аскорбиновой кислоты у дикорастущих растений Дальнего Востока (Процеров, 1945), Азербайджана (Гроссгейм, 1943) и многих других мест, нами мало использованы.

В литературе расчеты содержания витамина С большей частью даются на сырой вес, но так как под влиянием самых разнообразных изменений в окружающей среде происходят заметные колебания в содержании воды в листьях растений, то некоторые исследователи (Панкова, 1949) выражают С-витаминность растений минимальными и максимальными показателями для данного растения или дают расчет на абсолютно сухой вес (Егоров, 1954; Муравьева и Баньковский, 1947).

Нами приводятся данные на сырой и абсолютно сухой вес.

Наиболее богатыми аскорбиновой кислотой, по литературным данным, а также по нашим наблюдениям за растениями, выращенными за полярным кругом, являются представители следующих семейств: первоцветных, розоцветных, касатиковых, бобовых, крестоцветных, а наиболее бедными — представители семейств бурачниковых, губоцветных, сложноцветных. Но и среди видов одного и того же семейства наблюдаются значительные колебания в содержании витамина С. Об этом отчетливо свидетельствуют данные табл. 7.

Из табл. 7 видно, что, например в семействе первоцветных, разница в содержании аскорбиновой кислоты составляет  $1285 - 158 = 1127$  мг%, а в семействе сложноцветных, из которого исследовано 49 видов растений,  $133 - 9 = 124$  мг%. Это составляет для первых растений 87%, а для вторых — 93% от максимального количества аскорбиновой кислоты у растений данного семейства. Амплитуда колебания в содержании аскорбиновой кислоты значительна как в

Таблица 5

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений, интродуцируемых Полярно-альпийским ботаническим садом (данные 1950 г.)

№ п. п.	Растение	Происхождение посадочного и посевого материала, год интродукции	Из какого материала выращено растение	Дата анализа	Фаза развития	Погода, температура (в °С)	Аскорбиновая кислота (В мг %)		
							на свежий вес	на сухой вес	
Бобовые — <i>Leguminosae</i>									
1	Галега восточная — <i>Galega orientalis</i> Lam.	Ленинград, БИН, 1933.	Растение.	27	VI	Вегетация.	Ясно, 22.	110	484
2	Клевер люпиновидный — <i>Trifolium lupinaster</i> Lam.	Игарка, 1957.	Семена.	5	VII	Цветение.	Облачно, дождь, 8.8.	223	—
3	Копеечник альпийский — <i>Hedysarum alpinum</i> L.	Ленинград, БИН, 1957.	»	27	VI	Бутонизация.	Ясно, 22	307	1445
4	Сочевичник Гмелина— <i>Lathyrus gmelini</i> (Fisch.) Fritsch.	Алтай, 1934.	Растение.	27	VI	Цветение.	То же.	167	814
5	Сочевичник весенний — <i>L. vernus</i> (L.) Bernh.	Кировск, 1940.	Семена.	27	VI	»	» »	169	864
6	Термопсис бобовый — <i>Thermopsis fabacea</i> DC.	Ленинград, БИН, 1933.	Растение.	28	VI	Вегетация.	Ясно, 22.6.	327	1559
Бурачниковы — <i>Borraginaceae</i>									
7	Бруннера сибирская — <i>Brunnera sibirica</i> Stev.	Алтай, 1934.	Растение.	27	VI	Вегетация.	То же.	42	447
8	Воловик аптечный — <i>Anchusa officinalis</i> L.	Кировск, 1946.	Семена.	27	VI	»	Ясно, 22.	49	453
9	Медуница мягчайшая — <i>Pulmonaria mollissima</i> Kerner	Кировск, 1937.	»	19	VI	Цветение.	Ясно, 24.	4	26
10	Мертелзия реснитчатая — <i>Mertensia ciliata</i> Don	Москва, 1938.	»	5	VII	Бутонизация.	Облачно, дождь, 8.8.	70	467
11	Незабудка альпийская — <i>Myosotis alpestris</i> F. W. Schmidt	Таймыр, 1947.	Растение.	27	VI	Начало цветения.	Ясно, 22.	62	379
12		Кировск, 1943.	Семена.	27	VI	Цветение.	То же.	48	261
13		Синяк красный — <i>Echium rubrum</i> Jacq.	Москва, МГУ, 1947.	»	27	VI	Бутонизация.	» »	69
Валериановы — <i>Valertanaceae</i>									
14	Валериана лекарственная — <i>Valeriana officinalis</i> L.	Кировск, 1943.	Семена.	18	VII	Цветение.	Дождь, 10.7.	131	720

Гвоздичные — <i>Caryophyllaceae</i>									
15	Дрема лесная — <i>Melandrium silvestre</i> Roehl.	Манитоба, 1945.	Семена.	20	VII	Цветение.	Ясно, 17.2.	122	—
16	Качим изящный — <i>Gypsophila elegans</i> M. B.	Ленинград, ВИН, 1950.	»	18	VII	»	Дождь, 10.7	80	—
17		Караганда, 1950.	»	18	VII	»	То же.	80	704
18	Качим изящный — <i>G. elegans</i> var. <i>grandiflora alba</i> M. B.	Минск, 1950.	»	18	VII	»	» »	190	—
19	Смолевка многограссеченная — <i>Silene multifida</i> Rohrb.	Армения, 1935.	Растение.	20	VII	Бутонизация.	Ясно, 17.2.	135	744
20	Ясколка Биберштейна — <i>Cerastium biebersteinii</i> D. C.	Ялта, 1950.	Семена.	8	VII	Начало цветения.	Облачно, дождь, 7.0	123	—
Гераниевые — <i>Geraniaceae</i>									
21	Герань луговая — <i>Geranium pratense</i> L.	Кировск, 1939.	Семена.	18	VII	Бутонизация.	Дождь, 10.7.	176	757
22		Москва, МГУ, 1938.	»	18	VII	Цветение.	То же.	232	—
Горечавковые — <i>Gentianaceae</i>									
23	Горечавка трехцветковая — <i>Gentiana triflora</i> Pall.	Ю. Сахалин, 1946.	Семена.	20	VII	Вегетация.	Ясно, 17.2.	215	—
24	Горечавка семираздельная — <i>G. septemfida</i> Pall.	Бакуриани, 1946.	»	20	VII	Бутонизация.	То же.	217	922
Гречишные — <i>Polygonaceae</i>									
25	Горец Вейриха — <i>Polygonum weyrichii</i> F. Schmidt	Воронеж, 1944.	Семена.	28	VI	Вегетация.	Ясно, 22.6.	82	778
26	Горец горный — <i>P. alpinum</i> All.	Туруханск, 1946.	»	28	VI	Цветение.	То же.	155	992
27		Кировск, 1950.	»	28	VI	Начало цветения.	» »	181	1313
28	Горец змеиный — <i>P. bistorta</i> L.	Кировск, самосев.	»	28	VI	Цветение.	» »	165	768
29	Горец сибирский — <i>P. sibiricum</i> Laxm.	Игарка, 1946.	»	28	VI	Цветение.	» »	234	1435
30	Горец остроконечный — <i>P. cuspidatum</i> Sieb. et Zucc.	Ленинград, БИН, 1932.	»	28	VI	Вегетация.	» »	98	726
31	Кислинчик двустолбчатый — <i>Oxyria digyna</i> Hill	Кировск, 1939.	»	28	VI	Цветение.	» »	113	995
32	Ревень Муркрофта — <i>Rheum moorcroftianum</i> Roule	Москва, ТСХА, 1946.	»	28	VI	»	» »	165	1813
33	Щавель Гмелина — <i>Rumex gmelini</i> Turcz.	Осака, 1937.	»	28	VI	Вегетация.	» »	124	998
34	Щавель Фишера — <i>R. fischeri</i> Rchb.	Алма-Ата, 1937.	»	28	VI	Начало бутонизации.	» »	206	1366
35	Щавель кислый обыкновенный — <i>R.</i>	Игарка, 1946.	»	28	VI	Цветение.	» »	72	744

36	<i>acetosa</i> L. Щавель Рехингера — <i>R. rechingerianus</i> A. Los.	Днепропетровск, 1947.	»	28	VI	Начало цветения.	» »	103	905
37	Щавель клубневый — <i>R. tuberosus</i> L.	Ереван, 1947.	»	28	VI	Цветение.	» »	80	768
38	Щавель — <i>Rumex</i> sp.	Игарка, 1947.	»	28	VI	»	» »	181	1263
Губоцветные — <i>Labiatae</i>									
39	Буковица крупноцветковая — <i>Betonica grandiflora</i> Willd.	Кировск, 1940.	Семена.	15	VII	Бутонизация.	Ясно, 17.7.	103	457
40	Буковица аптечная — <i>B. officinalis</i> L.	Бакуриани, 1946.	Растения.	15	VII	»	То же.	56	194
41	Змееголовник крупноцветковая — <i>Dracocephalum grandiflorum</i> L.	Куровск, 1939.	Семена.	15	VII	Начало цветения.	» »	62	309
42		Ойрот-Тура, 1946.	»	15	VII	Цветение.	» »	52	264
43		Алтай, 1946.	Растения.	15	VII	Вегетация.	» »	50	270
44	Котовник сетчатый — <i>Nepeta nervosa</i> Benth.	Кировск, самосев.	Семена.	15	VII	Бутонизация.	» »	79	412
45	Котовник кошачий — <i>N. cataria</i> L.	Нальчик, 1946.	»	15	VII	Вегетация.	» »	16	—
46	Котовник камфорный — <i>N. camphorate</i> Boiss. et Heldr.	Ленино-Дачное, 1948.	»	15	VII	»	» »	64	—
47	Котовник растопыренный — <i>N. distans</i> Royle	Копенгаген, 1946.	»	15	VII	»	» »	36	207
48	Котовник Стюарта — <i>N. stewartiana</i> Diels	Эдинбург, 1946.	»	15	VII	»	» »	58	263
49	Мята канадская — <i>Mentha canadensis</i> L.	Москва, ТСХА, 1945.	»	15	VII	»	» »	42	—
Злаки — <i>Gramineae</i>									
50	Бор развесистый — <i>Millium effusum</i> L.	Кировск, самосев.	Семена.	11	VII	Образование метелки.	Облачно, 8.4	196	706
51	Клинелимус (волоснец) сибирский — <i>Clinelymus sibiricus</i> (L.) Nevski	Чадор, 1946.	»	15	VII	Вегетация.	Ясно, 17.7.	203	777
52	Колосняк виргинский — <i>Elymus virginicus</i> L.	Алма-Ата, 1946.	»	15	VII	»	То же.	194	460
53	Лисохвост зеравшанский — <i>Alopecurus seravschanicus</i> Ovcz.	Душанбе, 1943.	»	11	VII	Цветение.	Облачно, 8.4.	109	394
54	Мятлик альпийский — <i>Poa alpina</i> L.	Кировск, самосев.	»	11	VII	»	То же.	196	614
55	Мятлик грузинский — <i>P. iberica</i> Fisch. et Mey.	Бакуриани, 1939.	Растение.	15	VII	Образование метелки.	Ясно, 17.7.	208	647
56	Пырей — <i>Agropyrum</i> sp.	Игарка, 1946.	Семена.	11	VII	То же.	Облачно, 8.4.	163	661
57	Тимофеевка альпийская — <i>Phleum alpinum</i>	Гренобль, 1939.	»	11	VII	» »	То же.	100	305

58	L. Тимофеевка луговая — <i>Ph. pratense</i> L.	Ю. Сахалин, 1946.	»	11	VII	» »	» »	181	646
Зонтичные — <i>Umbelliferae</i>									
59	Астранция наибольшая — <i>Astrantia maxima</i> Pall.	Бакуриани, 1946.	Растение.	11	VII	Цветение.	Облачно, 8.4.	137	509
60	Борщевик Сосновского — <i>Heracleum sosnowskyi</i> Manden.	Тбилиси, 1948.	Семена.	11	VII	»	То же.	176	920
61	Борщевик рассеченный — <i>H. dissectum</i> Ldb.	Кировск.	Самосев.	11	VII	»	» »	166	939
62	Володушка длиннолучевая — <i>Bupleurum longiradiatum</i> Turcz.	Ю. Сахалин, 1947.	Семена.	18	VII	Вегетация.	Дождь, 10.7	145	—
63	Гирчевник влагалищный — <i>Conioselinum vaginatum</i> (Spreng.) Thell.	Игарка, 1946.	»	18	VII	»	То же.	202	—
64	Лигустикум крылатый — <i>Ligusticum alatum</i> (M. B.) Spreng.	Армения, 1939.	Растение.	11	VII	Бутонизация.	Облачно, 8.4.	129	538
65	Миррис душистый — <i>Myrrhis odorata</i> (L.) Scop.	Дижон, 1939.	Семена.	11	VII	Вегетация.	То же.	174	872
66	Синеголовник альпийский — <i>Eryngium alpinum</i> L.	Грац, 1938.	»	11	VII	Бутонизация.	» »	46	266
67	Тмин обыкновенный — <i>Carum carvi</i> L.	Кировск, 1938.	»	11	VII	Цветение.	» »	187	812
Камнеломковые — <i>Saxifragaceae</i>									
68	Бадан толстолистный — <i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch	—	—	17	VII	Созревание семян.	Ясно, 14.	197	782
69	Камнеломка дернистая — <i>Saxifraga caespitosa</i> L	Оттава, 1939.	Семена.	17	VII	Цветение.	То же.	92	—
70		Кировск, 1949.	Самосев.	17	VII	»	» »	84	—
71	Камнеломка круглолистная — <i>S. rotundifolia</i> L.	Ленинград, БИН, 1945.	Семена.	17	VII	»	» »	132	712
72	Камнеломка моховидная — <i>S. muscoides</i> Wulf	Хельсинки, 1939.	»	17	VII	»	» »	92	—
73	Камнеломка Штейнмана — <i>S. decipiens</i> Ehrh. var. <i>Steinmannii</i>	Оттава, 1938.	»	17	VII	»	» »	120	890
Касатиковые — <i>Iridaceae</i>									
74	Касатик Блудова — <i>Iris bloudowi</i> Ldb	Алтай, 1934.	Растение.	17	VII	Цветение.	Ясно, 14.0.	204	—
75	Касатик Гукера — <i>I. hookeri</i> Penny.	Горький, 1946.	Семена.	17	VII	Вегетация.	То же.	337	1684
76	Касатик Сверта — <i>I. swertii</i> Lam.	Москва, МГУ, 1940.	»	17	VII	»	» »	33	—
77	Касатик солелюбивый — <i>I. halophila</i> Pali.	Москва, МГУ, 1940.	»	17	VII	»	» »	275	1216



78	Касатик щетиноносный — <i>I. setosa</i> Pall.	Москва, МГУ, 1940.	»	17	VII	»	» »	282	1254
Кипрейные — <i>Onagraceae</i>									
79	Иван-чай широколистный — <i>Chamaenerium latifolium</i> Th. Fr. et Lange	Стокгольм, 1938.	Семена.	18	VI	Бутонизация.	Дождь, 10.7.	191	953
80	Кодонопсис овальный — <i>Codonopsis ovata</i> Benth.	Алма-Ата, 1940.	Семена.	5	VII	Бутонизация.	Дождь, 8.8.	291	1240
81	Колокольчик аляскинский — <i>Campanula alascana</i> Leihl.	Москва, ТГХА, 1940.	»	18	VI	Вегетация.	Дождь, 10.7.	191	1584
82	Колокольчик головковый — <i>C. cephalotes</i> Nakai.	Ленинград, БИН. 1939.	»	26	VI	»	Ясно, 21.4.	130	625
83	Колокольчик жезловый — <i>C. thyrsoides</i> L.	Кировск, 1947.	Самосев.	26	VI	Бутонизация.	То же.	73	502
84	Колокольчик млечоцветный — <i>C. lactiflora</i> Bieb.	Бакуриани, 1945.	Растение.	26	VI	Вегетация.	» »	107	679
85	Колокольчик крапиволистный — <i>C. trachelium</i> L.	Свердловск, 1946.	Семена.	26	VI	Бутонизация.	» »	155	719
86	Колокольчик ромбовидный — <i>C. rhomboidalis</i> L.	Гренобль, 1939.	»	26	VI	»	» »	269	1161
87	Колокольчик скученный — <i>C. glomerata</i> L. (speciosa).	Оттава, 1939.	»	26	VI	Вегетация.	» »	100	592
88	Колокольчик холмовой — <i>C. collina</i> M. B.	Грузия, 1939.	Растение.	26	VI	»	» »	161	625
89	Колокольчик широколистный — <i>C. latifolia</i> L.	Брюссель.	Семена.	26	VI	»	» »	265	1529
Колокольчиковые — <i>Campanulaceae</i>									
90	Крапива Такеды — <i>Urtica takedana</i> Ohur.	Ю. Сахалин, 1946.	Семена.	18	VII	Вегетация.	Дождь, 10.7.	198	733
Крестоцветные — <i>Cruciferae</i>									
91	Вечерница динарская — <i>Hesperis dinarica</i> Beck.	Горы — Горки, 1938.	Семена.	20	VII	Цветение.	Ясно, 20.7.	206	1082
92	Хрен дикий — <i>Armoracia rusticana</i> (Lam.) Gaertn.-Mey.-Schreb.	—	—	20	VII	Вегетация.	То же.	576	2155
Лилейные — <i>Liliaceae</i>									
93	Мышиный гиацинт — <i>Muscari</i> sp.	Баку, 1939.	—	15	VII	Конец цветения.	Ясно, 17.7.	65	552
94	Красоднев желтый — <i>Hemerocallis flava</i> L.	Алтай, 1933.	Растение.	17	VII	Бутонизация.	Ясно, 14.0.	168	811
95	Купена лекарственная — <i>Polygonatum officinale</i> All	Алтай, 1933.	Растение.	15	VII	Вегетация.	Ясно, 17.7.	341	1864
96	Ландыш обыкновенный — <i>Convallaria</i>	Дудергоф, 1933.	»	15	VII	Цветение.	То же.	200	794

97	<i>mafalis</i> L. Лилия даурская — <i>Lilium dahuricum</i> Ker-Gawl.	Горно-Алтайск, 1941.	Луковица.	15	VII	»	» »	101	655
98	Лилия кудреватая — <i>L. martagon</i> L.	Алтай, 1933.	»	15	VII	Бутонизация.	» »	89	601
99	Лилия Шовица — <i>L. szovitsianum</i> Fisch. et Ave Lail.	Кировокан, 1937.	»	15	VII	Начало цветения.	» »	106	741
100	Лук алтайски — <i>Allium altaicum</i> Pall.	Кировск, 1943.	Семена.	17	VI	Цветение.	Ясно, 14.0.	111	972
101	Лук косой (чесночный) — <i>A. obliquum</i> L.	Кировск, 1943.	»	17	VI	»	То же.	135	1032
102	Лук Ледебура — <i>A. ledebourianum</i> Roem. et Schult.	Кировск, 1943.	»	17	VI	»	» »	105	622
103	Лук победный (черемша) — <i>A. victorious</i> L.	Кировск, 1943.	»	17	VI	»	» »	182	1007
104	Лук скорода (резанец) — <i>A. schoenoprasum</i> L.	Хибины.	Растение.	17	VI	»	» »	137	672
105	Лук темно-красный — <i>A. atrosanguineum</i> Kar. et Kir.	Алма-Ата, 1937.	»	17	VI	Начало созревания семян.	» »	137	775
106	Рябчик камчатский — <i>Fritillaria kamschatcensis</i> (L.) Fisch.	Ленинград, БИН, 1933.	»	15	VII	Конец цветения.	Ясно, 17.7.	118	734
107	Чемерица белая — <i>Veratrum lobelianum</i> Bernh.	Териберка, Мурманская обл., 1937.	»	15	VII	Цветение.	То же.	171	1049
Лютиковые — <i>Ranunculaceae</i>									
108	Адонис весенний — <i>Adonis vernalis</i> L.	Алтай, 1933.	Растение.	30	VI	Цветение.	Ясно, 15.8.	211	827
109	Аконит высокий — <i>Aconitum excelsum</i> Rchb.	Саяны, 1935.	»	30	VI	Бутонизация.	То же.	70	427
110	Аконит круглолистный — <i>A. rotundifolium folium</i> Как. et Kir.	Алтай, 1933.	»	30	VI	Вегетация.	» »	129	643
111	Василисник морщинистый — <i>Thalictrum rugosum</i> All.	Хельсинки, 1938.	Семена.	30	VI	Бутонизация.	Ясно, 15.8.	162	1074
112	Василисник яванский — <i>Th. favanicum</i> Blume.	Ленинград, БИН, 1939.	»	30	VI	»	» »	168	745
113	Василисник — <i>Thalictrum</i> sp.	Ю. Сахалин, 1946.	»	30	VI	Вегетация.	» »	235	812
114	Ветреница длинноволосатая — <i>Anemone crinita</i> Juz.	Кировск, 1940.	»	30	VI	Конец вегетации.	» »	107	445
115	Ветреница пучковатая — <i>A. fasciculata</i> L.	Грузия, 1939.	»	27	VI	Цветение.	Ясно, 22.	170	889
116	Водосбор железковый — <i>Aquilegia glandulosa</i> Fisch.	Кировск, 1943.	»	30	VI	»	Ясно, 15.8.	181	836
117	Живокость высокая — <i>Delphinium elatum</i> L.	Кировск, 1939.	»	3	VI	Бутонизация.	То же.	181	866
118	Купальница азиатская — <i>Trollius asiaticus</i> L.	Кировск, 1940.	»	30	VI	Конец цветения.	» »	63	261

119	Каллиантемум узколистный — <i>Callianthemum angustifolium</i> Witasek	Алтай, 1933.	Растение.	21	VI	Цветение.	Ясно, 16.6.	83	423
120	Лютик горный — <i>Ranunculus oreophilus</i> M. B.	Кировск.	Самосев.	30	VI	»	Ясно, 15.8.	83	344
121	Лютик кавказский — <i>R. caucasicus</i> M. B.	Кировск.	»	30	VI	Вегетация.	То же.	19	823
Маковые — <i>Papaveraceae</i>									
122	Мак восточный - <i>Papaver orientate</i> L.	Пермь, 1944.	Семена.	20	VII	Цветение.	Ясно, 20.7.	114	616
123		Кировск.	Самосев.	20	VII	Вегетация.	То же.	106	—
124	Мак голостебельный — <i>P. nudicaule</i> L.	Кировск.	»	20	VII	Цветение.	» »	87	434
125		Кировск.	»	18	VII	»	Дождь, 10.7.	63	374
126	Мак горный — <i>P. oreophilum</i> Rupr.	Кировск.	»	20	VII	»	Ясно, 20.7.	68	391
127		Кировск.	»	20	VII	»	То же.	135	—
128	Мак лапландский — <i>P. lapponicum</i> Nordh.	Кировск.	»	20	VII	»	То же.	135	—
128	Мак ложносероватый — <i>P. pseudocanescens</i> M. Pop.	Свердловск, 1945.	Семена.	20	VII	»	» »	138	—
129	Мак одноцветковый — <i>P. monanthum</i> Trautv	Ленинград, БИН, 1939.	»	20	VII	»	» »	89	—
130	Мак прицветниковый — <i>P. bracteatum</i> Lindl.	Москва, 1939.	»	20	VII	Бутонизация.	» »	99	524
131	Мак снотворный — <i>P. somniferum</i> L.	Ленинград, ЛГУ, 1950.	»	20	VII	Начало цветения.	» »	141	—
Молочайные — <i>Euphorbiaceae</i>									
132	Молочай кипарисовый — <i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Ленинград, БИН, 1946.	Семена.	18	VII	Вегетация.	Дождь, 10.7.	257	1097
Норичниковые — <i>Scrophulariaceae</i>									
133	Вероника горечавковая — <i>Veronica gentianoides</i> Wall.	Кировск.	Самосев.	18	VII	Конец цветения.	Дождь, 10.7.	61	373
134	Вероника длинностлистая — <i>V. longijolia</i> L.	Игарка, 1946.	Семена.	18	VII	Цветение.	То же.	220	971
135	Вульфения каринтийская — <i>Wulfenia carinthiaca</i> Jacq.	Берген, 1946.	»	20	VII	Созревание семян.	Ясно, 20.7.	52	177
136	Коровяк фиолетовый — <i>Verbascum phoeniceum</i> L., <i>hybridum</i> .	Манитоба, 1945.	»	18	VII	Цветение.	Дождь, 10.7.	80	578
137	Коровяк шерстистый — <i>V. phlomoides</i> L.	Каменец-Подольск, 1948.	»	18	VII	Вегетация.	То же.	75	436
138	Норичник крупноцветный — <i>Scrophularia grandiflora</i> DC.	Брюссель, 1939.	»	18	VII	»	» »	334	—
139	Пентстемон разрастающийся — <i>Pentstemon diffusus</i> Dougl.	Ленинград.	»	20	VII	Бутонизация.	Ясно, 20.7.	150	637

140	Пентстемон стройный — <i>P. procerus</i> Dougl.	Минск, 1939.	»	20	VII	Начало цветения.	То же.	153	456
Осоковые — <i>Cyperaceae</i>									
141	Осока ржавопятнистая — <i>Carex siderosticta</i> Hance.	Приморье, 1946.	Растение.	15	VII	Веgetация.	Ясно, 17.7.	107	457
Пасленовые — <i>Solanaceae</i>									
142	Паслен сладко-горький — <i>Solanum dulcamara</i> L.	Кировск, 1938.	Семена.	20	VII	Бутонизация.	Ясно, 20.7.	171	824
143	Физохляйна восточная — <i>Physochlaina orientalis</i> G. Don	Ленинград, БИН, 1946.	»	20	VII	Веgetация.	То же.	101	649
Первоцветные — <i>Primulaceae</i>									
144	Вербейник — <i>Lysimachia acroadenia</i> Mak.	Горький, 1944.	Семена.	18	VII	Веgetация.	Дождь, 10.7.	158	900
145	Вербейник лобелиевый — <i>L. lobelioides</i> Wall.	Горький, 1944.	»	18	VII	»	То же.	227	—
146	Вербейник мутовчатый — <i>L. verticillaris</i> Spreng.	Горький, 1944.	»	18	VII	»	» »	210	—
147	Вербейник точечный — <i>L. punctata</i> L.	Ленинград, БИН, 1944.	»	18	VII	»	» »	282	—
148	Додекатеон Джефрея — <i>Dodecatheon jeffreyi</i> Mooge	Хельсинки, 1940.	»	21	VI	»	Ясно, 16.6.	1181	—
149		Хельсинки.	»	18	VII	Бутонизация.	Дождь, 10.7.	1227	8491
150	Додекатеон обыкновенный — <i>D. meadia</i> L.	Ленинград, БИН, 1944.	»	21	VI	Веgetация.	Ясно, 16.6.	1285	—
151		Оттава, 1939.	»	21	VI	Бутонизация.	То же.	1140	9000
152	Кортуза Бротеруса — <i>Cortusa brotheri</i> Pax.	Алма-Ата, 1936.	Растение.	20	VI	Цветение.	Ясно, 20.7.	223	1354
153		—	—	20	VI	Веgetация.	То же.	746	5469
154	Первоцвет аврикула — <i>Primula auricula</i> L.	—	—	21	VI	»	Ясно, 16.6.	762	—
155		—	—	21	VI	»	То же.	1069	7837
156	Первоцвет бесстебельный — <i>P. acaulis</i> (L.) Hill.	—	—	18	VII	Созревание семян.	Дождь, 10.7.	917	—
157		—	—	20	VI	Цветение.	Ясно, 20.7.	433	2072
158	Первоцвет высокий татринский — <i>P. elatior</i> (L.) Hill. var. <i>tatrica</i> Don	Краков, 1939.	Семена.	18	VII	Веgetация.	Дождь, 10.7.	929	3937
159	Первоцвет тонкопушистый — <i>P. pubescens</i> Jacq.	Марбург, 1938.	»	18	VII	»	То же.	815	6228
Портулаковые — <i>Portulacaceae</i>									
160	Клайтония копытнелистная — <i>Claytonia asarifolia</i> A. Gr.	Кировск.	Самосев.	20	VI	Цветение.	Ясно, 20.7.	39	379

Розоцветные — *Rosaceae*

161	Ацена сизолистная — <i>Acaena glaucophylla</i> Witt.	Гетеборг, 1946.	Семена.	6	VII	Веgetация.	Облачно, 7.3.	411	1537
162	Волжанка азиатская — <i>Aruncus asiaticus</i> A. Pojark.	Ленинград, БИН, 1939.	»	5	VII	Цветение.	Дождь, 8.8.	160	609
163	Гравилат Гельдрейха — <i>Geum heldreichii</i> hort.	Берлин, 1944.	»	5	VII	»	То же.	121	431
164	Гравилат коралловый — <i>G. coccineum</i> Sibth. et Schmidt.	Каунас, 1950.	»	6	VII	»	Облачно, 7.3.	150	502
165		Кировск, 1944.	»	6	VII	»	То же.	172	616
166	Гравилат крупнолистный — <i>G. macrophyllum</i> Willd.	Сахалин, 1946.	»	5	VII	Бутонизация.	Дождь, 8.8.	143	467
167	Гравилат речной — <i>G. rivale</i> L.	Хельсинки, 1946.	»	6	VII	Цветение.	Облачно, 7.3.	152	577
168	Земляника восточная — <i>Fragaria orientalis</i> A. Los.	Кировск, 1948.	»	6	VII	Веgetация.	То же.	304	917
169	Земляника лесная — <i>F. vesca</i> L.	Кировск, 1948.	»	6	VII	»	» »	399	572
170	Костяника арктическая (мамура) — <i>Rubus arcticus</i> L.	Мурманская обл., Терский берег, 1937.	Растение.	5	VIII	Цветение.	Дождь, 8.8.	241	782
171		Петрозаводск, 1935.	Семена.	5	VIII	»	То же.	241	781
172	Костяника каменная — <i>R. saxatilis</i> L.	Кировск.	Самосев.	6	VII	»	Облачно, 7.3.	239	925
173	Кровохлебка альпийская — <i>Sanguisorba alpina</i> Bge.	Душанбе, 1939.	Семена.	5	VII	Веgetация.	Дождь, 8.8.	209	1053
174	Кровохлебка лекарственная — <i>S. officinalis</i> L.	Алтай, 1934.	Растение.	7	VII	»	Дождь, 7.0	250	886
175	Кровохлебка канадская — <i>S. canadensis</i> L.	Лексингтон, 1939.	Семена.	5	VII	»	Дождь, 8.8.	270	973
176	Кровохлебка тонколистная — <i>S. tenuifolia</i> Fisch.	Москва, ВИЛАР, 1939.	»	6	VII	Бутонизация.	Облачно, 7.3.	334	1224
177	Лабазник красный — <i>Filipendula rubra</i> Robinson	Лексингтон, 1939.	»	5	VII	Веgetация.	Дождь, 8.8.	221	748
178	Лапчатка крупноцветная — <i>Potentilla grandiflora</i> L.	Голландия, 1938.	»	6	VII	»	Облачно, 7.3.	258	907
179	Лапчатка прекрасная — <i>P. pulcherrima</i> Lehm.	Горы—Горки, 1939.	»	6	VII	Начало бутонизации.	То же.	296	1578
180	Лапчатка серебристолистная гибридная — <i>P. argyrophylla</i> Wall. v. <i>hybrida</i> .	Горький, 1939.	»	5	VII	Веgetация.	Дождь, 8.8.	327	1073
181	Лапчатка темно-красная — <i>P. atrisanguinea</i> Lodd.	Горы—Горки, 1939.	»	6	VII	»	Облачно, 7.3.	306	1041

182	Лапчатка черногорская — <i>P. montenegrina</i> Pantoc.	Табор, 1939.	»	7	VII	»	Дождь, 7.0.	281	1091
183	Манжетка — <i>Alchimilla</i> sp.	—	Растение.	5	VII	Цветение.	Дождь, 8.8.	233	790
184	Репейничек пахучий — <i>Agrimonia odorata</i> Mill.	Оттава, 1939.	Семена.	20	VII	Вегетация.	Ясно, 20.7.	290	1028
Свинчатковые — <i>Plumbaginaceae</i>									
185	Армерия лабradorская — <i>Armeria labradorica</i> Wallr.	Свердловск, 1945.	Самосев.	20	VII	Цветение.	Ясно, 17.2.	196	857
Синюховые — <i>Polemoniaceae</i>									
186	] Синюха голубая — <i>Polemonium coeruleum</i> L. Синюха голубая тангутская — <i>P. Coeruleum</i> L. <i>tanguticum</i> . Синюха Фаррера — <i>P. farreri</i> hort.	Кировск.	Самосев.	18	VII	Цветение.	Дождь, 10.7.	226	1431
187		Игарка, 1946.	Семена.	18	VII	»	То же.	263	—
188		Манитоба, 1945.	»	20	VII	»	Ясно, 17.2.	293	1300
189		Берлин, 1946.	»	18	VII	»	Дождь, 10.7.	256	1468
Сложноцветные — <i>Compositae</i>									
190	Арника горная — <i>Arnica montana</i> L.	1939	Семена.	6	VII	Вегетация.	Облачно, 7.3.	11	63
191	Астра гаспетская — <i>Aster gaspensis</i> Vitt.	Канада, 1946.	»	10	VII	—	Облачно, 9.6.	31	132
192	Астра сибирская — <i>A. sibiricus</i> L.	Игарка, 1946.	»	8	VII	Бутонизация.	Дождь, 7.0.	75	371
193	Бенедикт съедобный — <i>Cnicus edulis</i> A. Gr.	Вагенинген, 1939.	»	7	VII	Вегетация.	Дождь, 6.3.	61	474
194	Бодяк разнолистный — <i>Cirsium heterophyllum</i> Hill.	Кировск.	Самосев.	16	VII	—	—	35	203
195	Большеголовник сафлоровидный — <i>Rhaponticum carthamoides</i> Iljin.	Кировск, 1942.	Семена.	7	VII	Цветение.	Дождь, 6.3.	82	451
196	Бузульник видный — <i>Ligularia speciosa</i> Fisch.	ВИР, 1946.	Семена.	10	VII	—	Облачно, 9.6.	58	286
197	Бузульник Пржевальского — <i>L. przewalskii</i> Mak.	Гетеборг, 1946.	»	10	VII	Бутонизация.	То же.	65	314
198	Бузульник тонгольский — <i>L. tongolensis</i> Hond.	Гетеборг, 1946.	»	11	VII	Вегетация.	Облачно, 8.4.	63	341
199	Василек бальзамный — <i>Centaurea balsamita</i> Lam.	Волгоград, 1939.	»	11	VII	»	То же.	91	448
200	Василек горный — <i>C. montana</i> L.	Стокгольм, 1938.	»	10	VII	Бутонизация.	Облачно, 9.6.	24	191

201	Василек Кочи — <i>C. kotschyana</i> Heuff.	Краков, 1939.	»	10	VII	»	То же.	133	877
202	Василек чернеющий — <i>C. nigrescens</i> Willd.	Оттава, 1938.	»	11	VII	Начало бутонизации.	Облачно, 8.4.	70	339
203	Гелениум Гупеза — <i>Helenium hoopesii</i> A. Gr.	Горы—Горки, 1941.	»	6	VII	Вегетация.	Облачно, 7.3.	61	414
204	Гелениум мексиканский — <i>H. mexicanum</i> H. B.	Рига, 1945.	»	6	VII	»	То же.	63	353
205	Горькуша лопуховая — <i>Saussurea lappa</i> Clarke	ВИР, 1939.	»	6	VII	Цветение.	» »	57	232
206	Гроссгеймия крупноголовая — <i>Grossheimia macrocephala</i> D. Sosn. et Takht.	Кировокан, 1935.	Растение.	10	VII	Вегетация.	» »	67	116
207	Девясил британский — <i>Inula britannica</i> L.	Саяны, 1935.	»	7	VII	»	Дождь, 6.3.	65	491
208	Девясил великолепный — <i>L. magnifica</i> Lipsky.	Ленинград, БИН, 1939.	Семена.	8	VII	»	Дождь, 7.0.	48	254
209	Девясил железковый — <i>L. glandulosa</i> Willd.	Бакуриани, 1939.	Растение.	8	VII	»	То же.	14	96
210	Девясил Ройли — <i>I. royleana</i> DC.	Москва, ТСХА, 1940.	Семена.	8	VII	»	» »	72	367
211	Дороникум алтайский — <i>Doronicum altaicum</i> Pall.	Алтай, 1934.	—	10	VII	»	Облачно, 9.6.	68	340
212	Дороникум крупноцветный — <i>D. grandiflorum</i> Lam.	Гренобль, 1939.	Семена.	8	VII	Цветение.	Дождь, 7.0.	58	413
213	Дороникум продолговатолистный — <i>D. oblongifolium</i> DC.	Армения, 1939.	»	7	VII	Конец цветения.	Дождь, 6.3.	77	419
214	Дороникум подорожниковый — <i>D. plantagineum</i> L.	Гронинген, 1939.	»	8	VII	Цветение.	Дождь, 7.0.	75	394
215	Крестовник арниковый — <i>Senecio pseudoarnica</i> Less.	Сахалин, 1946.	»	11	VII	Вегетация.	Облачно, 8.4.	28	208
216	Крестовник дланевидный — <i>S. palmatus</i> Pall.	Ю. Сахалин, 1946.	»	8	VII	Бутонизация.	Дождь, 7.0.	58	305
217	Крестовник перистолистный — <i>S. erucaefolius</i> L.	Игарка, 1946.	»	8	VII	Бутонизация.	То же.	83	617
218	Крестовник дубравный — <i>N. nemorensis</i> L.	Игарка, 1946.	»	11	VII	Начало бутонизации.	Облачно, 8.4.	61	466
219	Крестовник широколистный — <i>S. platyphyllus</i> DC.	Бакуриани, 1945.	Растение.	18	VII	То же.	Дождь, 10.7.	16	108
220	Крестовник Фукса — <i>S. juchsii</i> Gmel.	Загреб, 1939.	Семена.	10	VII	Бутонизация.	Облачно, 9.6.	29	178
221	Мелколепестник видный сорт Бьюти — <i>Erigeron speciosus</i> DC. 'Beauty'	Москва, МГУ, 1944.	»	6	VII	Вегетация.	Облачно, 7.3.	27	109

222	Мелколепестник гладкий — <i>E. glabellus</i> Nutt.	Берлин, 1944.	»	10	VII	Бутонизация.	Облачно, 9.6.	56	281
223	Мелколепестник многолучистый — <i>E. multiradiatus</i> Benth.	Хельсинки, 1939.	»	8	VII	Цветение.	Дождь, 7.0.	51	267
224	Мелколепестник оранжевый — <i>E. aurantiacus</i> Bge.	Кировск, 1939.	»	8	VII	Начало цветения.	То же.	64	307
225	Мордовник шароголовый — <i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	Москва, МГУ, 1939.	»	8	VII	» »	» »	52	297
226	Нивяник обыкновенный — <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Кировск.	Самосев.	10	VII	Бутонизация.	Облачно, 9.6.	53	335
227	Одуванчик коксагыз — <i>Taraxacum koksaghys</i> Rodin	Кировск, 1939.	»	10	VII	Созревание семян.	То же.	47	290
228	Пижма северная — <i>Tanacetum boreale</i> Fisch. et Zink.	Москва, МГУ, 1940.	Семена.	10	VII	Бутонизация.	» »	18	114
229	Полынь пышная, камчатская — <i>Artemisia opulenta</i> Rampr.	Ю. Сахалин, 1946.	»	11	VII	» »	Облачно, 8.4.	8.7	41.7
230	Полынь обыкновенная, чернобыльник — <i>A. vulgaris</i> L.	Игарка, 1946.	»	10	VII	Бутонизация.	Облачно, 9.6.	57	309
231	Поповник крупнолистный — <i>Pyrethrum macrophyllum</i> Walds.	Краков, 1939.	»	8	VII	»	Дождь, 7.0.	26	157
232	Поповник розовый — <i>P. roseum</i> M. B.	Москва, МГУ, 1944.	»	7	VII	Цветение.	Дождь, 6.3.	47	292
233	Поповник Шовица — <i>P. szowitsii</i> (C. Koch) D. Sosn.	Ереван, 1948.	»	7	VII	Бутонизация.	То же.	0	0
234	Поповник щитковидный — <i>P. corymbosum</i> L.	Ленинград, БИН, 1939.	»	7	VII	»	» »	31	181
235	Тысячелистник обыкновенный — <i>Achillea millefolium</i> L.	Оттава, 1939.	Семена.	8	VII	Бутонизация.	Дождь, 7.0.	35	199
236	Тысячелистник низкий — <i>Ach. nana</i> L.	Марбург, 1938.	»	10	VII	»	Облачно, 9.6.	39	196
237	Тысячелистник червеобразный — <i>Ach. vermicularis</i> Trin.	Ереван, 1946.	»	8	VII	Начало бутонизации.	Дождь, 7.0.	21	151
238	Чихотник хрящеватый — <i>Ptarmica cartilaginea</i> DC.	Кировск.	Самосев.	8	VII	Бутонизация.	То же.	42	252
Толстянковые — <i>Crassulaceae</i>									
239	Молодило сизо-зеленое — <i>Sempervivum glaucum</i> Tenore	Ленинград, БИН, 1932.	Семена.	17	VII	Цветение.	Ясно, 14.0.	55	651



240	Молодило Вульфена — <i>S. wulfenii</i> Hoppe	Ленинград, БИН, 1933.	Растение.	17	VII	»	То же.	41	—
241	Родиола розовая — <i>Rhodiola rosea</i> L.	—	—	17	VII	Конец цветения.	» »	81	721
242	Фиалка алтайская— <i>Viola altaica</i> Ker-Gawl.	Кировск, 1943.	Фиалковые — <i>Violaceae</i> Семена.	18	VII	Созревание семян.	Дождь, 10.7.	250	1035

Примечание. В 3-й графе приняты следующие сокращения: БИН — Ботанический институт АН СССР; ВИР — Всесоюзный институт растениеводства; ВИЛАР — Всесоюзный институт лекарственных и ароматических растений; МГУ — Московский государственный университет; ТСХА — Сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева. В 7-й графе кратко описывается погода, при этом облачность и дождь указываются в момент взятия пробы, а температура — по наблюдениям в 13 час.новой кислоты значительна как в расчете на свежий, так и на абсолютно сухой вес.

расчете на свежий, так и на абсолютно сухой вес.

При сопоставлении данных крайних колебаний аскорбиновой кислоты в пределах семейств, полученных на свежий вес, с аналогичными данными на сухой вес существенная разница обнаружена для семейства губоцветных, у которого в первом случае максимальное количество аскорбиновой кислоты превосходит минимальное в 6 раз, а во втором — в 2 раза; в семействе Compositae — соответственно в 15 и 21 раз, в семействе первоцветных — в 8 и 10 раз. В других семействах, например у бобовых, бурачниковых и розоцветных, расчеты, сделанные как на свежий, так и на сухой вес, дают одинаковые отношения.

Как видно из приведенных сопоставлений, амплитуда колебаний витаминности не всегда так незначительна, как это указывается для растений Якутии А. Д. Егоровым (1954). С другой стороны, мы не имеем примеров колебаний в сотни раз, как это указано в сводной работе И. А. Панковой (1949), например, для семейств: злаки, губоцветные и др. В наших исследованиях самые значительные колебания были в 17 и в 21 раз.

Довольно большое соответствие содержания аскорбиновой кислоты в листьях растений при пересчете на свежий и на абсолютно сухой вес можно объяснить климатическими особенностями Мурманской области, где благодаря почти постоянной значительной влажности воздуха листья растений не испытывают дефицита влажности. Конечно, имеет значение и то, что пробы для всех растений были взяты в утренние часы, когда листья насыщены водой.

Для удобства просмотра материала и выявления изменений витаминности растения при переселении их на север в табл. 8 приводятся данные, выделенные из табл. 5 и 6. Эти сведения относятся к тем растениям, для которых в литературе имеется сравнимый цифровой материал. Данные о витаминности растений, найденные различными исследователями (табл. 8), показывают большие колебания, что зависит от многих причин и прежде всего от условий произрастания растений, а также и от методики определения содержания аскорбиновой кислоты. Даже такая деталь методики, как поправка на редуцирующие вещества, может отразиться на точности полученных данных, особенно у тех растений, которые обладают малой витаминностью и содержат много углеводов, дубильных и других веществ, влияющих на титрование индофенолом.

Много редуцирующих веществ можно отметить у растений семейств: толстянковых (поправка от 0.2 до 0.5 мл краски), касатиковых, у некоторых лилейных (например, у луков). Наоборот, абсолютная поправка на редуцирующие вещества незначительна у семейств: первоцветных, сложноцветных, маковых, розоцветных. У растений, содержащих мало аскорбиновой кислоты, процент поправки может быть велик даже в случае, если абсолютная поправка мала. Так, например, у растений семейства сложноцветных эта поправка колеблется от 5.5 до 80%, у толстянковых — от 5 до 23%, у злаков — от 2 до 30%, у первоцветных — от 0.4 до 1.5%, у бобовых — от 1.5 до 4% и т. д. Значение различных методик можно предположить на основании просмотра материала, полученного различными исследователями. Так, указанные в работе И. А. Панковой (1949) данные, относящиеся к исследованиям Б. Н. Клопотова, Б. Н. Овчинникова и некоторых других сотрудников, большей частью занижены.

По витаминности растения Якутии и Колымы близки растениям Полярно-альпийского ботанического сада.

Обращает внимание повышенная витаминность некоторых растений, выращенных в условиях Полярно-альпийского ботанического сада (хрен, лук, сочевичник, клевер, костяника, бор развесистый).

Таблица 6

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений, по литературным данным (в мг % на свежий и абсолютно сухой вес)

№ п. п.	Растение	Место произрастания	Дата анализа	Фаза развития	Количество аскорбиновой кислоты		Автор
					на свежий вес	на сухой вес	
Б о б о в ы е							
1	Галега восточная.	{ Кировск. Кавказ, Московская область.	—	—	180	—	Данные Мишкина, 1943 г. Панкова, (1949). <sup>1</sup> Муравьева и Баньковский (1947).
			30 VI	Цветение.	219	—	
			10 VI	—	—	697	
2	Клевер люпиновидный.	{ Ленинград. Якутия.	8 VIII	Цветение.	110—140	—	Панкова (1949). Егоров (1954).
24 VIII	»	142	487				
3	Копеечник альпийский.	{ Ленинград.	16 VIII	Плодоношение.	220	—	Панкова (1949).
4	Сочевичник весенний.	{ Кировск. Кавказ. Саратовская обл.	—	Плодоношение.	207	—	Данные Мишкина, 1943 г. Панкова (1949). Фурсаев и Перекальская (1946).
			—	—	109	—	
			18 V	Цветение.	6.2	—	
Б у р а ч н и к о в ы е							
5	Медуница мягчайшая.	{ Кировск. Московская обл. —	—	—	75	—	Данные Мишкина, 1943. Муравьева и Баньковский (1947). Рябова (1942).
			16 V	—	—	220	
			—	Осеннее отра- стание.	15	—	
6	Мертензия реснитчатая.	{ Кировск	—	—	75—104	—	Данные Мишкина, 1943 г.
В а л е р и а н о в ы е							
7	Валериана лекарственная.	{ Якутия. Ленинград.	15 VI	Цветение.	144	702	Егоров (1954). Панкова (1949).
			21 VI	»	50	—	

Гераниевые

8	Герань луговая.	{	—	—	Плодоношение.	175	—	Панкова (1949).
			—	—	Цветение.	126	—	Рябова (1942).
			—	—	—	220	—	Ворошилов (1941).
			Ленинград.	22 VII	Цветение.	160	—	{ Панкова (1949).
			Калининская обл.	—	—	90	—	
			Грузия.	—	—	303	—	

Гречишные

9	Горец горный.	{	Кировск.	—	—	147	—	Данные Мишкина, 1943 г.
			Ленинград.	16 VIII	Конец вегета- ции.	60	—	Панкова (1949).
			—	2 VI	—	—	831	Муравьева и Баньковский (1947).
10	Горец змеиный.	{	Кавказ.	—	—	157	—	Гроссгейм (1943).
			Ленинградская обл.	22 VIII	—	160	—	Панкова (1949).
			—	—	—	150	—	Ворошилов (1941).
			Кавказ.	—	—	150	—	Гроссгейм (1943).
			Валдай.	—	—	100	—	Панкова (1949).
			Московская обл.	2 VI	—	—	722	Муравьева и Баньковский (1947).
11	Щавель кислый обыкно- венный.	{	Алма-Ата.	31 V	—	112	—	Андрейчук (19426).
			—	—	—	12	—	Букин (1940).
			—	—	—	125—71	—	Девятнин (1946).
			Армения.	—	—	69	—	{ Панкова (1949).
			Дальний Восток.	—	—	125—145	—	
			—	—	—	12—71	—	

Губоцветные

12	Змееголовник крупноце- тковый.	Кировск	—	—	130	—	Данные Мишкина, 1943 г.
13	Котовик кошачий.	Ленинград.	—	Цветение.	50	—	Панкова (1949).

Таблица 6 (продолжение)

№№ п. п.	Растение	Место произрастания	Дата анализа	Фаза развития	Количество аскорбиновой кислоты		Автор
					на свежий вес	на сухой вес	
Злаки							
14	Бор развесистый.	Кавказ	—	Цветение	146	—	Гроссгейм (1943)
15	Мятлик альпийский.	Кировск.	—	—	102	—	Данные Мишкина, 1943 г.
16	Тимофеевка луговая.	Ленинград.	5 VII	Цветение.	130	—	Панкова (1949).
		Кавказ.	—	—	197—191	—	Гроссгейм (1943).
		Московская обл.	14 VI	—	—	693	Муравьева и Баньковский (1947).
Зонтичные							
17	Борщевик рассеченный.	Алма-Ата	29 V	—	112	—	Андрейчук (1942).
Камнеломковые							
18	Бадан толстолистный.	Алтай.	6 VIII	Образование розетки.	112	—	Соколова и Черникова (1938)
		Кировск.	—	—	266	—	Данные Мишкина, 1943 г.
		Ленинград.	15 VII	Конец плодоношения.	110	—	Панкова (1949).
19	Камнеломка дернистая.	Московская обл.	4 VII	—	—	561	Муравьева и Баньковский (1947).
		Западная Сибирь.	—	—	264	—	Федорова (1948).
		Кировск.	—	—	104	—	Данные Мишкина, 1943 г.
Касатиковые							
20	Касатик Блудова.	Кировск.	—	—	313	—	Данные Мишкина, 1943 г.
21	Касатик солелюбивый	Кавказ.	—	—	—	950	Гроссгейм (1943).
22	Касатик щетиноносный.	Якутия.	22 VI	Начало цветения.	278	1218	Егоров (1954).

Кипрейные									
23	Иван-чай широколистный.	{	Колыма Кировск.	—	—	190 276	—	Шейнкер (1935) Данные Мишкина, 1943 г.	
Колокольчиковые									
24	Колокольчик многоцвет- ный.	{	Грузия.	—	—	300	—	Панкова (1949).	
25	Колокольчик ромбовидный	{	Кировск.	—	—	291	—	Данные Мишкина, 1943 г.	
		{	Средняя Азия.	VII—VIII	—	—	1290	Цепкова (1945).	
		{	Кавказ.	10 VII	Цветение.	161	—	Панкова (1949).	
		{	Московская обл.	5 VIII	—	—	994	Муравьева и Баньковский (1947).	
26	Колокольчик скученный.	{	Алма-Ата.	7 VII	—	99	—	Андрейчук (1942).	
		{	Кировск.	—	—	162	—	Данные Мишкина, 1943 г.	
		{	Кировск.	—	—	418	—	Данные Мишкина, 1943 г.	
27	Колокольчик широколист- ный.	{	Кавказ.	29 VII	—	227	—	Панкова (1949).	
		{	Московская обл.	—	—	144	—	Боссэ (1943).	
		{	Кавказ.	—	—	144	—	Гроссгейм (1943).	
Крестоцветные									
28	Хрен дикий.	{	Московская обл.	VII	—	285	—	Девяткин (1948).	
		{	Ростов-на-Дону	—	—	150—210	—	Стрельченко (1940).	
		{	—	—	—	240—350	—	Ворошилов (1941)	
		{	—	—	—	347	—	Рябова (1942)	
Лилейные									
29	Красоднев желтый.	{	Кировск.	—	—	143	—	Данные Мишкина, 1943 г.	
30	Купена лекарственная.	{	Ленинград.	—	Плодоношение.	120	—	Панкова (1949).	
31	Ландыш обыкновенный.	{	Кировск.	—	—	205	—	Данные Мишкина, 1943 г.	
		{	Ленинград.	29 VII	Плодоношение.	70	—	Панкова (1949).	
		{	Кировск.	—	—	84	—	Данные Мишкина, 1943 г.	
32	Лилия даурская.	{	Ленинград.	16 VII	Плодоношение.	110	—	Панкова (1949).	
		{	Московская обл.	28 VI	—	0	—	Муравьева и Баньковский (1947).	

Таблица 6 (продолжение)

№ п. п.	Растение	Место произрастания	Дата анализа	Фаза развития	Количество аскорбиновой кислоты		Автор
					на свежий вес	на сухой вес	
33	Лилия кудреватая.	{ Кировск. Московская обл.	— 24 VI	Плодоношение	99 —	— 886	Данные Мишкина, 1943 г. Муравьева и Баньковский (1947)
34	Лилия Шовица.	{ Кировск. Московская обл.	— 15 VI	—	109 —	— 409	Данные Мишкина, 1943 г. Муравьева и Баньковский (1947).
35	Лук алтайский.	{ Кировск.	—	—	84 80	— —	Данные Мишкина, 1943 г. Ворошилов (1941).
36	Лук косой (чесночный).	{ Кировск. Ленинградская обл.	— 8 VIII {	Бутонизация. Плодоношение.	126 90 60	— — —	Данные Мишкина, 1943 г. Панкова (1949).
37	Лук Ледебура.	{ Кировск.	—	—	104	—	Данные Мишкина, 1943 г.
38	Лук победный (черемша).	{ Ленинград.	25 VIII	—	90	—	Панкова (1949).
		{ Кировск.	—	—	144	—	Данные Мишкина, 1943.
		{ Западная Сибирь.	—	—	100	—	Федорова (1948).
		{ Кавказ.	—	—	40	—	Ворошилов (1941).
		{ Дальний Восток.	—	—	29—52	—	Гроссгейм (1943)
		{ Дальний Восток.	—	—	78	—	Панкова (1949).
		{ Алма-Ата	—	—	25	—	Букин (1940).
39	Лук скорода (резанец).	{ Московская обл.	14 V	—	61—105 23	— —	Процеров (1945).
		{ Якутия	29 VI	Цветение.	—	729	Гребинский (1945).
		{ Московская обл.	13 V	—	—	—	Муравьева и Баньковский (1947).
40	Лук темно-красный.	{ Кировск.	—	—	113	524	Егоров (1954).
41	Чемерица белая.	{ Грузия.	—	—	90—100	—	Ворошилов (1941).
		{ Ленинград.	10 VIII	Плодоношение.	78 — 165 До 300 40	— 351 — — —	Гроссгейм (1943). Муравьев и Баньковский (1947). Данные Мишкина, 1943 г. Панкова (1949).



Л ю т и к о в ы е

42	Адонис весенний.	{	Кавказ.	—	—	225	—	Гроссгейм (1943).
			Ленинград.	—	—	19	—	Девятнин (1948).
			Московская обл.	15 VIII	Увядание.	50	—	Панкова (1949).
				8 V	—	—	800	Муравьева и Баньковский (1947).
43	Аконит высокий.		Ленинград.	19 VIII	—	40	—	Панкова (1949).
44	Водосбор железковый.		Московская обл.	1 VI	—	—	1703	Муравьева и Баньковский (1947).
45	Живокость высокая.	{	Кировск.	—	—	165	—	Данные Мишкина, 1943 г.
			Московская обл.	—	—	—	965	Муравьева и Баньковский (1947).
46	Купальница азиатская.		Кировск.	—	—	90	—	Данные Мишкина, 1943 г.

М а к о в ы е

47	Мак восточный.		Московская обл.	22 V	—	—	325	Муравьева и Баньковский (1947).
48	Мак лапландский.		Кировск.	—	—	82	—	Данные Мишкина, 1943 г.

М о л о ч а й н ы е

49	Молочай кипарисовый.		Ленинград.	20 VIII	Цветение.	190	—	Панкова (1949).
----	----------------------	--	------------	---------	-----------	-----	---	-----------------

Н о р и ч н и к о в ы е

50	Вероника длиннолистная.	{	—	—	—	260	—	Ворошилов (1941).
51	Коровяк фиолетовый.		Ленинград.	—	Цветение.	262	775	Рябова (1942).
52	Коровяк шерстистый.		Московская обл.	5 VII	—	120	—	Панкова (1949).
						—	291	Муравьева и Баньковский (1947).

П а с л е н о в ы е

53	Паслен сладко-горький.	{	Кировск.	—	—	217	—	Данные Мишкина, 1943 г.
			Ленинград.	7 VII	Цветение.	110	—	Панкова (1949).



Таблица 6 (продолжение)

№№ п.п.	Растение	Место произрастания	Дата анализа	Фаза развития	Количество аскорбиновой кислоты		Автор
					на свежий вес	на сухой вес	
Первоцветные							
54	Додекатеон Джефрея.	Кировск.	—	Цветение.	1659	—	Мишкин (1944).
55	Додекатеон обыкновенный.	Кировск.	—	—	1543	—	Мишкин (1944).
56	Первоцвет аврикула.	Кировск.	—	—	992	—	Данные Мишкина, 1943 г.
Розоцветные							
57	Гравилат крупнолистный.	Московская обл.	31 V	—	—	994	Муравьева и Баньковский (1947).
58	Гравилат речной.	Ленинград	—	Цветение.	120	—	Панкова (1949).
		Московская обл.	2 VI	—	—	274	Муравьева и Баньковский (1947).
59	Земляника восточная.	Московская обл.	6 VI	—	—	795	Муравьева и Баньковский (1947).
		Дальний Восток.	—	—	120—180	—	Панкова (1949).
		Алма-Ата	—	—	305	—	Андрейчук (1942).
60	Земляника лесная.	Кавказ.	—	—	280	—	Гроссгейм (1943).
		Калининская обл.	—	—	130	—	} Панкова (1949).
		—	—	—	280	—	
		Московская обл.	7 VIII	—	—	789	Муравьева и Баньковский. (1947).
61	Костяника арктическая.	Кавказ.	—	—	150	—	Гроссгейм (1943).
		Якутия.	7 VII	Цветение.	206	514	Егоров (1954).
62	Костяника каменистая.	—	—	—	150	—	Ворошилов (1941).
		Алма-Ата	—	—	91	—	Андрейчук (1942б).
63	Кровохлебка альпийская.	Московская обл.	—	Цветение.	147	—	Рябова (1942).
		Средняя Азия.	VII—VIII	—	—	2150	Цепкова (1945).

64	Кровохлебка лекарственная.	Московская обл.	—	Цветение.	360	—	Ворошилов (1941).
		Якутия.	22 VII	—	95	214	Рябова (1942).
		Средняя Азия.	—	—	163	390	Егоров (1954).
65	Кровохлебка канадская.	Кировск.	—	—	—	590	Цепкова (1945).
66	Лабазник красный.	Кировск.	—	—	260	—	Данные Мишкина, 1943 г.
67	Лапчатка черногогорская.	—	—	—	227	—	Данные Мишкина, 1943 г.
					250	—	Деятинин (1948).

#### Синюховые

68	Синюха голубая.	Кировск.	—	—	181	—	Данные Мишкина, (1943).
		Московская обл.	11 V	—	—	730	Муравьева и Баньковский (1947).
		Алма-Ата	29 V	—	135	—	Андрейчук (19426).

#### Сложноцветные

69	Нивяник обыкновенный.	Ленинград.	23 VII	—	Следы.	—	Панкова (1949).
70	Полынь обыкновенная, чернобыльник.	Якутия.	—	—	50—62	—	Егоров (1954)
		Ленинград.	8 VIII	Бутонизация.	40	—	Панкова (1949).
71	Поповник крупнолистный.	Ленинград.	25 VIII	Отцветание.	Следы.	—	Панкова (1949).
72	Поповник щитковидный.	Калининская обл.	—	—	50	—	Панкова (1949).
73	Тысячелистник обыкновенный.	Алма-Ата	8 IV	Цветение	Следы.	—	Панкова (1949).
		Ленинград.	20 VII	—	91	—	Андрейчук (19426).
			—	—	30	—	} Панкова (1949).
					21	—	

Таблица 7

Содержание аскорбиновой кислоты в растениях различных семейств  
(по данным табл. 5)

№ п. п.	Семейство	Количество исследованных образцов	Содержание аскорбиновой кислоты		Отношение максимального количества к минимальному	
			на свежий вес	на сухой вес	на свежий вес	на сухой вес
1	Бобовые . . . . .	6	327—110	1559—484	3	3
2	Бурачниковые . . . . .	7	70—4	467—26	17	17
3	Валериановые . . . . .	1	131	720	—	—
4	Гвоздичные . . . . .	6	190—80	—	2	—
5	Гераниевые . . . . .	2	232—176	— 757	1.3	—
6	Горечавковые . . . . .	2	217—215	922—	1	—
7	Гречишные . . . . .	14	224—72	1435—726	3	2
8	Губоцветные . . . . .	11	103—16	457—194	6	2
9	Злаки . . . . .	9	208—100	777—305	2	2
10	Зонтичные . . . . .	9	202—46	939—266	5	3.5
11	Касатиковые . . . . .	5	363—204	1684—1216	1.7	1.4
12	Камнеломковые . . . . .	6	197—84	890—	2.3	—
13	Кипрейные . . . . .	1	191	953	—	—
14	Колокольчиковые . . . . .	10	291—73	1584—502	4	3
15	Крапивные . . . . .	1	198	733	—	—
16	Крестоцветные . . . . .	2	576—206	2155—1082	2.8	2
17	Лилейные . . . . .	15	341—65	1864—552	5	3.4
18	Лютиковые . . . . .	14	235—63	1074—261	3.7	1.6
19	Маковые . . . . .	10	141—63	616—374	2.2	—
20	Молочайные . . . . .	1	257	1097	—	—
21	Норичниковые . . . . .	8	334—52	971—177	6.4	—
22	Осоковые . . . . .	1	107	457	—	—
23	Пасленовые . . . . .	2	171—101	824—649	1.7	1.3
24	Первоцветные . . . . .	16	1285—158	9000—900	8	10
25	Портулаковые . . . . .	1	39	379	—	—
26	Розоцветные . . . . .	24	411—121	1578—431	3.4	3.6
27	Свинчатковые . . . . .	1	196	857	—	—
28	Синюховые . . . . .	4	293—226	1468—1300	1.3	1.1
29	Сложноцветные . . . . .	49	133—9—0	877—42—0	15	21
30	Толстянковые . . . . .	3	81—41	721—651	2	—
31	Фиалковые . . . . .	1	250	1035	—	—

Таблица 8

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений, выращенных в различных географических пунктах (в мг % на свежий и абсолютно сухой вес), по данным таблиц 5 и 6.

Растение	Данные автора (г. Кировск)				Литературные данные		
	фаза развития	дата анализа	количество аскорбиновой кислоты		количество аскорбиновой кислоты		место произрастания и автор
			на свежий вес	на абсолютно сухой вес	на свежий вес	на абсолютно сухой вес	
Бадан толстолистный.	Созревание семян.	17 VII	197	782	110	—	Ленинград, Панкова (1949).
Валериана лекарственная.	Цветение.	18 VII	131	720	144	702	Якутия, Егоров (1954).

Таблица 8 (продолжение)

Растение	Данные автора (г. Кировск)				Литературные данные		
	фаза развития	дата анализа	количество аскорбиновой кислоты		количество аскорбиновой кислоты		место произрастания и автор
			на свежий вес	на абсолютно сухой вес	на свежий вес	на абсолютно сухой вес	
Вероника длиннолистная.	Цветение.	18 VII	220	971	262	775	Рябова (1942).
Герань луговая.	»	18 VII	232	—	178	530	Якутия, Егоров (1954).
Гравилат речной.	»	6 VII	152	577	120	—	Ленинград, Панкова (1949).
Клевер люпиновидный.	»	5 VII	223	—	110—140	—	
Коровяк фиолетовый.	»	18 VII	80	578	120	—	
Костяника арктическая.	»	5 VII	241	782	206	514	Якутия, Егоров (1954).
Костяника каменистая.	»	6 VII	239	925	147	—	Московская обл., Рябова (1942).
Лук скорода.	»	17 VII	137	672	113	524	Якутия, Егоров (1954).
Полынь обыкновенная.	Бутонизация.	10 VII	57	309	40	—	Ленинград, Панкова (1949).
Сочевичник весенний.	Цветение.	27 VI	169	864	6.2	—	Саратовская обл., Фурсаев и Перекальская (1946).
Тимофеевка луговая.	Образование метелки.	11 VII	181	646	130	—	Ленинград, Панкова (1949).
Хрен дикий.	Вегетация.	20 VII	576	2155	347	—	Рябова (1942).

## Выводы

1. У растений за полярным кругом сохраняется та же закономерность в распределении аскорбиновой кислоты в листьях, что и у растений этих же семейств, растущих в других местах: а) высоковитаминные растения имеются в семействах: первоцветных, крестоцветных, касатиковых, розоцветных; б) маловитаминные растения принадлежат к семействам: бурачниковых, губоцветных, сложноцветных.

2. У представителей одного и того же семейства наблюдаются колебания в содержании витамина С. Эти колебания особенно значительны для растений семейств высоковитаминных. Так как условия произрастания в питомнике однородны, то изменения в содержании витамина С, очевидно, объясняются видовыми особенностями.

3. Количество витамина С в листьях растений зависит также и от погодных условий. В солнечную погоду листья характеризуются большей витаминностью, чем в пасмурную погоду.

4. Местные растения сохраняют довольно большое постоянство в содержании витамина С при произрастании в разных растительных поясах.

5. Для выявления влияния широты на витаминность растений, а также сдвигов в содержании аскорбиновой кислоты при переселении растений на север необходимо комплексное изучение вопроса, при этом следует организовать работу

по одной программе и заранее согласовать детали исследования (объекты, фазы их развития, условия местообитания, методика определения и т. и.).

## ЛИТЕРАТУРА

- А н д р е й ч у к М. В. 1942а. Противовирусные витаминосодержатели весенней флоры Карсакапайского и Улугауского района. Тр. Казахск. инет. эпид. и микробиол. им. Каз. ЦИК, вып. 2, Алма-Ата.
- А н д р е й ч у к М. В. 1942б. Витамин С некоторых представителей дикорастущей флоры окрестностей г. Алма-Ата. Тр. Казахск. инет. эпид. и микробиол., вып. 2, Алма-Ата.
- Б л а г о в е щ е н с к и й А. В. 1937. О влиянии условий произрастания на содержание витамина С в некоторых растениях. Бюлл. exper. биол. и мед., т. 3, вып. 2.
- Б о с с э Г. Г. 1943. Витаминосодержательные растения СССР и их пищевое использование. Изд. «Сов. наука», М.
- Б у к и н В. Н. 1940. Витамины. Пищепромиздат, М.
- В о р о ш и л о в В. Н. 1941. Поиски нового лекарственного сырья. Всесоюз. н. исл. инет, лекарственных растений, вып. 6, М.
- Г р е б и н с к и й С. О. 1941. Витамин С и окислительные ферменты у высокогорных растений. Биохимия, т. 6, вып. 3.
- Г р е б и н с к и й С. О. 1945. Физиолого-биохимические особенности горных растений. (Общие закономерности изменения химизма растений при выращивании в горах). Изв. Казахск. филиала АН СССР, т. 1.
- Г р о с с г е й м А. А. 1943. Витаминосодержательные растения Кавказа. Изд. Азерб. филиала АН, Баку.
- Д а в ы д о в Н. И. 1951. Содержание витамина С в некоторых растениях Чувашии. Тр. Чувашек, с.-х. инет., т. II, Чебоксары.
- Д а д ы к и н В. П. и С. А. Б о з о я н. 1946. Витаминная ценность растительности района Воркуты. Докл. ВАСХНИЛ, вып. 7—8.
- Д е в я т н и н В. А. 1946. Распределение аскорбиновой кислоты в листьях растений. Новое в науке и технике витаминов, вып. 1.
- Д е в я т н и н В. А. 1948. Витамины. Пищепромиздат, М.
- Д ж а п а р и д з е Л. И. 1944. К изучению влияния экологических условий на некоторые свойства витамина С. Тез. докл. и сообщ. III Всесоюз. конф. по витаминам, М.—Л.
- Е г о р о в А. Д. 1954. Витамины С и каротин в растительности Якутии. Изд. АН СССР, М.
- К е з е л и Т. А. 1944а. О некоторых витаминосодержательных растениях Триаветского высокогорья. Тез. докл. и сообщ. III Всесоюз. конф. по витаминам, М.
- К е з е л и Т. А. 1944б. О зависимости содержания аскорбиновой кислоты от высоты местопроизрастания. Тез. докл. и сообщ. III Всесоюз. конф. по витаминам, М.
- К е з е л и Т. А. и Л. И. Д ж а п а р и д з е. 1944. Содержание витамина С у некоторых первоцветов. Сообщ. АН Груз. ССР, V, № 7.
- К у д р я ш о в Б. А. 1948. Биологические основы учения о витаминах. Изд. «Сов. наука», М.
- Л ь в о в С. Д., Г. К. Г у ц е в и ч и А. П а н т е л е е в а. 1945. О влиянии фотосинтеза на накопление аскорбиновой кислоты в растениях. Уч. зап. ЛГУ, № 75.
- М и р о в о й агро-климатический справочник. 1937. Гидрометеиздат, М.—Л.
- М и ш к и н Б. А. 1944. Флора Хибинских гор, ее анализ и история. М.—Л.
- М у р а в ь е в а В. И. и А. И. Б а н ь к о в с к и й. 1947. Исследование растений, применяемых в народной медицине, на содержание аскорбиновой кислоты. Тр. Всесоюз. н.-исл. инет, лекарственных растений, вып. IX, М.
- П а н к о в а И. А. 1949. Травянистые С-витаминосодержатели. Растительное сырье, вып. 2. Изд. АН СССР, М.—Л.
- П р о ц е р о в В. М. 1945. Съедобные дикорастущие Дальнего Востока — носители витамина С. Дальгиз, Хабаровск.
- Р я б о в а О. В. 1942. Содержание витамина С и каротина в растениях, применяемых в народной медицине. Сб. работ по биохимии лекарственных растений, вып. 7, ВИЛАР.



- С а м о й л о в А. Ф. 1942. Витаминоносители флоры Туркмении. Тр. Туркмен, фи л. АН СССР, вып. 1.
- С о к о л о в а В. Т. и З. В. Ч е р н и к о в а. 1938. Витамин С в культурной и дикой флоре Алтая. Изучение витамина С в Западной Сибири. Сб. работ Новосибирского н.-иссл. инет, питания, вып. 2.
- С т р е л ь ч е н к о А. Н. 1950. Содержание витамина С в некоторых растениях, произрастающих в окрестностях г. Ростова н/Дону. Н.-иссл. инет, питания, Ростов н/Дону.
- Т у л ь ч и н с к а я К. З. 1941. К вопросу о биосинтезе аскорбиновой кислоты. Витамины в теории и практике, т. III, вып. 1, М.—Л.
- Ф е д о р о в а В. С. 1948. Влияние географических условий и внешней среды на накопление витамина С в культурных и дикорастущих растениях Сибири. АН СССР. Западно-Сибирский филиал, Новосибирск.
- Ф у р с а е в А. Д. и М. П. П е р е к а л ь с к а я. 1946. Витамин С в некоторых видах Саратовской флоры. Уч. зап. Саратовск. унив., т. XVI, вып. 1, биол.
- Ц е п к о в а Г. А. 1945. Содержание витамина С у некоторых растений Средней Азии. ДАН СССР, т. XLVIII, № 9.
- Ш е й н к е р Э. Н. 1935. Антицынготные ресурсы Колымы. Цынга на Севере и борьба с нею. Биомедгиз.
- Ш м и д т А. А. 1941. Аскорбиновая кислота, ее природа и значение в живом организме. Пищепромиздат, М.

---

## ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОТО-СИНТЕЗА У РАСТЕНИЙ В ПОЛЯРНЫХ УСЛОВИЯХ

И. Д. Шматок

Вследствие низкого стояния солнца над горизонтом в солнечном освещении за полярным кругом преобладают лучи красной, длинноволновой части спектра, которая, по данным ряда исследователей (Тимирязев, 1948; Ничипорович, 1955; Любименко, 1923; Данилов, 1935; Ермолаева, 1953), является наиболее активной в процессе фотосинтеза. Поэтому, изучая физиолого-биохимические процессы приспособления растений к полярным условиям, мы прежде всего остановились на фотосинтезе.

Исследования проводились нами в 1956 и 1957 гг. с помощью радиоактивного метода, разработанного О. В. Заленским с сотрудниками (1955). Данные, полученные в 1957 г., подтверждают результаты опытов 1956 г. и являются более полными, поэтому именно они будут обсуждаться в этой статье.

Опыты ставились в условиях максимального приближения к естественным условиям. Конечно, при постановке таких опытов встречаются некоторые трудности, так как в природе постоянно меняется интенсивность отдельных факторов и растения находятся под воздействием этих изменений. Данных об особенностях фотосинтеза у растений при разных условиях среды в литературе мало.

Интенсивность и ход суточных и сезонных изменений фотосинтеза большей частью связаны с ростом растения, который определяет величину накопления органического вещества. Поэтому исследования фотосинтеза важно проводить при том комплексе внешних воздействий, который является характерным для местообитаний изучаемых растений. В наших исследованиях отклонением от естественных условий была срезка, изоляция срезанных листьев или побегов камерой и повышенная (до 1%) концентрация углекислоты в просасываемом воздухе.

Объектами изучения были местные растения с широким ареалом: черника (*Vaccinium myrtillus* L.), золотарник (*Solidago vtrga-aurea* L.), кипрей

[*Chamaenerium angustifolium* (L.). Scop.] и интродуцируемые Полярно-альпийским ботаническим садом горец Вейриха (*Polygonum weyrichii* K. Schmidt), бадан [*Bergenia crassifolia* (L.) Fritsch], тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch.). Последний был представлен двумя формами, выращенными из черенков, полученных из Магадана (зимостойкая) и из Ивантеевки Московской области (неустойчивая). Работа с черникой, золотарником, кипреем, баданом и горцем Вейриха проводилась в Полярно-альпийском ботаническом саду в условиях горной тайги и питомников на высоте 311—324 м над ур. м. Черника изучалась также в условиях каменистой россыпи, в зоне горной тундры, на высоте 400 м. Кроме того, фотосинтез у черники, кипрея и тополей определялся в Апатитах, в предгорье Хибин, на высоте 112 м. Необходимо отметить, что в условиях Крайнего Севера даже небольшая разница в высоте (100—200 м) оказывает существенное влияние на растительность. При подъеме на гору, на высоту в несколько сот метров, можно наблюдать смену редколесья криволесьем, выше которого расположены горная тундра и каменистая пустыня.

Многие исследователи (Данилов, 1948; Зайцева, 1943; Филиппова, 1955; Есипова, 1955) отмечают большое влияние на фотосинтез условий, предшествующих исследованию: света, температуры, концентрации углекислоты, т. е. указывают на последствие условий существования растений. Поэтому для уточнения зависимости фотосинтеза от внешних условий процесс изучался в течение 50 час. с четырехчасовыми интервалами в месте произрастания растения на побегах и листьях, срезанных под водой: у мелколистной черники — на облиственном побеге последнего года жизни, у тополей, кипрея, золотарника — на листьях средней части побега, у горца — на вполне закончившем рост 3—4-м листе. Так как экспозиция была десятиминутной, а воздух влажным, то потери листьями тургора не наблюдалось.

За вегетационный период 1957 г. суточный ход фотосинтеза прослежен у каждого растения в три срока: I — в конце июня—начале июля (в период незаходящего солнца), II — в первую декаду августа (белые ночи) и III — в конце августа—начале сентября (с наступлением темных ночей), каждый раз в течение двух суток (см. рисунок).

Таким образом, для каждого растения имеется 6 суточных определений фотосинтеза. В течение суток проводились наблюдения над четырьмя растениями, причем у первого растения они начинались, например, в 10 час., а заканчивались у четвертого на 1—1.5 часа позднее, т. е. около полудня. Благодаря этому получены данные не только для утренних и полуденных часов, но и промежуточных.

В I срок наблюдений в Апатитах (во время незаходящего солнца) освещенность, несмотря на сильную облачность в ночные часы, выражалась в 500 и даже 1800 лк, а в Саду 160—120 лк. В летние белые ночи (II срок) освещенность уменьшалась соответственно до 80 и 56, даже 6 лк. В вечерние и ночные часы в Ботаническом саду из-за гористого рельефа освещенность меньше, чем в предгорье, в Апатитах. В III срок наблюдений наступила уже настоящая ночь, и в 2 часа даже в Апатитах люксметр не давал показаний, а в 22 часа — всего несколько люксов, т. е. безусловно ниже компенсационного пункта, при котором фотосинтез не может происходить. Поэтому в III срок в Ботаническом саду фотосинтез определялся лишь в светлое время: с 6 до 19 час.

Вегетационный период 1957 г. характеризовался затяжной (до 15 VII) холодной и влажной весной, сравнительно теплым непродолжительным летом (с 15 VII до 4 VIII) и ранней влажной осенью. Солнечная радиация была главным образом рассеянной или непрерывно изменяющейся, когда солнце то выглядывало из-за облаков, то скрывалось за ними.

Представление о колебании факторов среды в дни наблюдений можно составить по табл. 1.

Обращает внимание постоянно высокая относительная влажность воздуха, которая не опускалась ниже 59%. Необходимо подчеркнуть также непостоянство погодных условий, характерное для климата Мурманской области.

В табл. 2 приводятся данные среднего, максимального и минимального фотосинтеза для всех растений, кроме тополя из Ивантеевки, у которого в I срок прирост был еще очень мал, поэтому наблюдения над ним не проводились.

Из табл. 2 видно, что наименьшая интенсивность фотосинтеза была у местных растений: черники и золотарника, а наибольшая — у интродуцируемых: бадана, тополея, горца. Только для кипрея данные не ясны: в Апатитах у него фотосинтез проходит интенсивнее, а в Ботаническом саду — заметно слабее. На слабую интенсивность фотосинтеза за полярным кругом у золотарника и черники указывает А. Н. Данилов (1948); А. А. Ничипорович (1956) считает, что средние показатели фотосинтеза для большинства растений в средних широтах колеблются от 10 до 20 мг  $\text{CO}_2$  на 1  $\text{дм}^2$  за 1 час. В условиях Ленинграда для некоторых культурных растений, по опытам Е. Я. Ермолаевой (1956), колебания фотосинтеза составляют от 0 до 45 мг  $\text{CO}_2$ . Принимая во внимание, что наши определения проводились при повышенной концентрации углекислоты, можно ожидать и повышенных цифр. Следовательно, колебания 0—26 мг  $\text{CO}_2$ , которые мы получили, для естественной концентрации углекислоты, должны быть уменьшены.

Данные по суточной характеристике фотосинтеза у исследованных нами растений показывают, что процесс фотосинтеза, несмотря на биологические различия исследованных растений, протекает у всех примерно по одной и той же закономерности и может быть представлен в виде одновершинной кривой. Максимум фотосинтеза приходится на предполуденные и полуденные часы, а минимум — на ночные часы. Только у двух интродуцируемых растений (бадана и тополя из Ивантеевки) в третий срок наблюдений суточные кривые были двухвершинными. На двухвершинный характер кривых суточного хода фотосинтеза указывают многие исследователи (Костычев с сотрудниками, 1930; Алексеев, 1923, 1924; Есипова, 1955; Данилов, 1948).

Такой ход процесса часто объясняется возникновением водного дефицита в растении или непосредственным отрицательным влиянием повышенных и пониженных температур. Поэтому двухвершинные и даже многовершинные

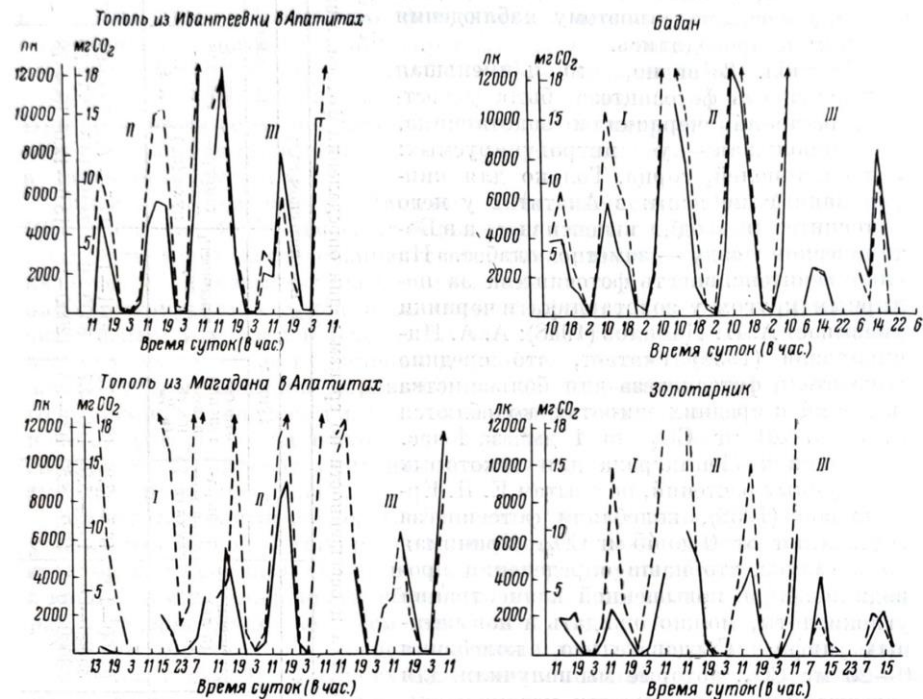
Таблица 1  
Колебания температуры, относительной влажности воздуха и освещенности по срокам в дни определения фотосинтеза

Сроки наблюдений	В Апатитах				В Ботаническом саду				
	темпера- тура воз- духа (в °)	относи- тельная влаж- ность (в %)	освещенность (в лк)	тундра		питомник			
				темпера- тура воз- духа (в °)	относи- тельная влаж- ность (в %)	освещенность (в лк)	темпера- тура воз- духа (в °)	относи- тельная влаж- ность (в %)	освещенность (в лк)
I. Конец июня—начало июля . . . . .	9—25	100—64	67100—160	16.5—8.3	100—75	44001—120	17.5—8.0	100—61	22400—120
II. Первая декада августа . . . . .	19—11.0	100—81	36000—80	10.3—5.0	100—87	8000—6	24.0—10.5	95—59	64000—56
III. Конец августа—начало сентября . . .	19—12.5	100—78	36000—0	13.0—8.5	100—88	12000—0	15.0—12.0	100—78	24000—0

кривые фотосинтеза получены



преимущественно для Закавказья и других мест с континентальным климатом.



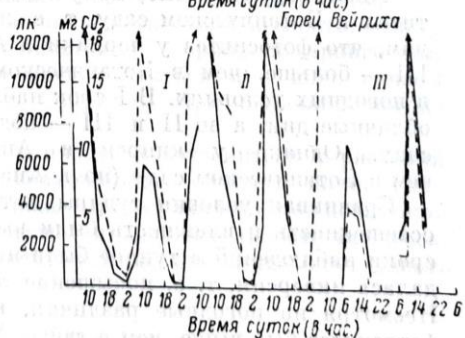
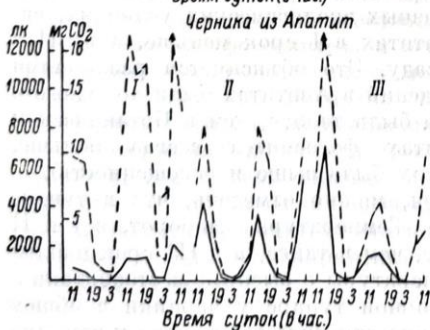
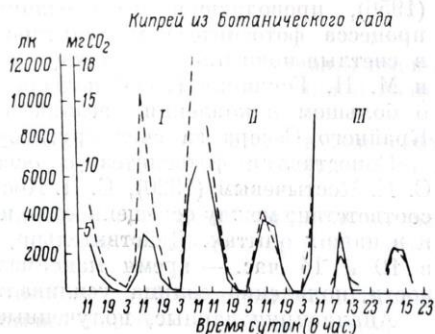
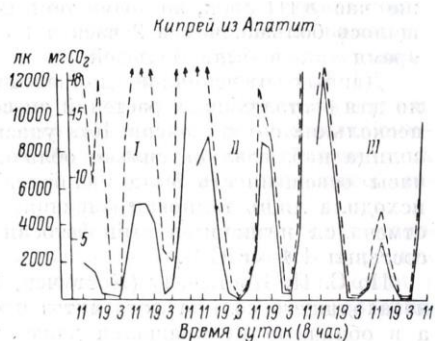
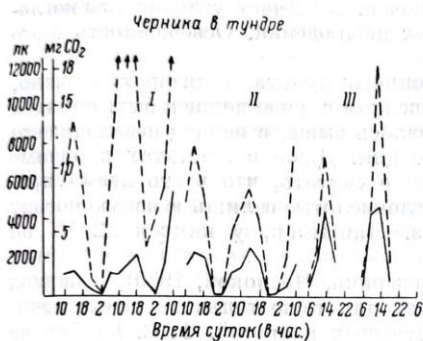
Суточный ход фотосинтеза.  
Ось ординат — освещенность (в лк) и интенсивность фотосинтеза (в мг СО<sub>2</sub>); ось абсцисс — время суток (в час.). Прерывистая линия — освещенность; сплошная — фотосинтез.

Проявление этого типа процесса фотосинтеза, хотя и в очень слабой степени, у интродуцированных растений, родина которых Сибирь и

Таблица 2  
Интенсивность фотосинтеза (в мг СО<sub>2</sub> на 1 дм<sup>2</sup> за 1 час) в разные сроки наблюдений

Растение	I — полярный день			II — белые ночи			III — темные ночи		
	максимум	минимум	среднее	максимум	минимум	среднее	максимум	минимум	среднее
Бадан .....	14.7	0.14	4.37	23.2	0.05	8.28	5.0	—	4.07
Горец .....	15.5	0.03	5.14	20.9	0.10	8.23	18.6	—	6.33
Тополь зимостойкий .....	4.4	0.15	1.35	24.6	0.05	6.10	20.1	0.07	7.38
Тополь неустойчивый .....	—	—	—	21.8	0.03	5.18	18.8	0.04	6.74
Кипрей в Апатитах .....	15.0	0.30	3.50	23.0	0.09	6.84	25.6	0	5.99
Кипрей в Саду .....	9.9	0.01	2.61	14.6	0.01	3.64	4.8	—	5.99
Золотарник .....	6.6	0.04	1.99	9.6	0.02	3.63	6.2	—	1.85
Черника в тундре .....	7.9	0.02	1.94	3.7	0	1.71	7.1	—	3.59
Черника в тайге .....	5.5	0.07	1.70	4.7	0	1.68	3.4	—	1.45
Черника в Апатитах .....	3.0	0.10	1.04	7.5	0.01	2.34	10.6	0	2.31

Дальний Восток (бадан), может быть связано с тем, что приспособительная перестройка в новых условиях обитания происходит у растений не сразу. Это явление отмечается В. П. Дадыкиным с сотрудниками (1951, 1954,



Суточный ход фотосинтеза (продолжение).

1957), которые считают, что у выходцев с юга и в условиях Заполярья сохраняется исторически обусловленное свойство периодически прерывать процесс фотосинтеза. У вышеупомянутых растений (бадан, тополь из Ивантеевки) процесс не прекращался, но имел небольшое понижение в дневное время, возможно, вызванное большей облачностью в эти часы.

У исследованных нами растений не только во время темных, но и светлых ночей фотосинтез не отмечался. Незначительное поглощение  $\text{CO}_2$  в это время суток можно отнести за счет темновой фиксации ее, на возможность чего указывалось раньше (Заленский, 1944; Заленский, Семихатова, Вознесенский, 1955; Незговорова, 1953). В I срок наших наблюдений (в период незаходящего солнца) поглощение ночью углекислоты было тоже очень незначительным и проба в 2 часа ночи давала такую же фиксацию углекислоты, какая наблюдалась в тот же час в III срок, во время темных ночей. В 22 часа углекислоты поглощалось больше, чем в 2 часа в I срок наблюдений. Освещенность в это время также была большей.

Данных о величине компенсационного пункта в литературе мало, но для светлюбивых растений он во всяком случае должен быть порядка нескольких сотен люксов. Как указывалось выше, в период незаходящего солнца наблюдались сильно облачные дни. Даже в Апатитах в ночные часы освещенность была малой.

Можно считать, что в это время происходила лишь темновая фиксация углекислоты, и лишь в ясную погоду отмечался незначительный фотосинтез. Например, у кипрея 22 VI он составил 1.1 мг  $\text{CO}_2$ .

По С. П. Костычеву (Костычев, Базырина, Чесноков, 1930), в период незаходящего солнца фотосинтез происходил тоже только в ясные ночи, а в облачные прекращался даже у местных растений. Г. С. Горбунова (1956), проводившая исследования в Якутии, отмечает прекращение процесса фотосинтеза у культурных растений (картофель, кукуруза) в светлые ночи при незаходящем солнце. Поэтому Г. С. Горбунова (1956) и М. Н. Гончарик (1955) подвергают сомнению вывод С. П. Костычева о большом накоплении органических веществ у растений в условиях Крайнего Севера за счет круглосуточного фотосинтеза.

Сопоставляя фотосинтез с освещенностью, видим, что отмеченное С. П. Костычевым (1920), С. П. Костычевым и сотрудникам (1928, 1930) соответствие между освещенностью и интенсивностью фотосинтеза имеется и в наших опытах. Действительно, наибольший фотосинтез наблюдался в 10 и 14 час. — время максимальной радиации. Уменьшение облачности, появление солнца усиливали фотосинтез.

Анализируя данные, полученные при исследовании растений в Апатитах и Ботаническом саду, т. е. в разных экологических условиях, видим, что фотосинтез у черники в Апатитах в I срок меньше, а во II и III — больше, чем в Ботаническом саду. Это объясняется различиями в погодных условиях. В I срок наблюдений в Апатитах были холодные и облачные дни, а во II и III — погода была теплее, чем в Ботаническом саду. Однако у кипрея в Апатитах фотосинтез всегда больше, чем в Ботаническом саду (но в Апатитах была выше и освещенность).

Сравнивая условия тундры и тайги, можно отметить, что в тундре освещенность и влажность были выше. Температура, наоборот, в I и II сроки наблюдений в тундре была ниже, чем в тайге, а в III срок наблюдалась инверсия, т. е. повышение температуры с высотой местообитания. Несмотря на погодные различия, в горной тундре у черники в общем фотосинтез был выше, чем в тайге. Можно отметить также, что у черники в тундре повышено светолюбив и при 160—200 лк поглощение  $\text{CO}_2$  в 3 раза меньше, чем при той же освещенности в тайге.

У всех исследованных нами растений в продолжение вегетационного периода интенсивность фотосинтеза менялась много раз и какой-либо связи между интенсивностью процесса и фазами развития установить не удалось. Например, у черники в Саду максимальный фотосинтез наблюдался в I срок, когда растения находились в начале плодоношения, у другой группы растений максимум был во II срок исследований, когда кипрей в Апатитах был в цветении, а в Саду — в бутонизации, золотарник — в начале цветения, горец — в бутонизации, бадан — в плодоношении, тополя — в фазе вегетации.

Исследования А. А. Шахова (1957) говорят о том, что в крайних условиях существования фотосинтез является важным эколого-биологическим индикатором и может указывать на приспособленность растений к ним. По его данным, у акклиматизированных растений интенсивность фотосинтеза повышена. У исследованного нами тополя из Ивантеевки, неустойчивого к зимним условиям, в Мурманской области интенсивность фотосинтеза была довольно высокой и дневной ход процесса повторял ход кривой, показывающей изменение солнечной радиации, т. е. явно реагировал на внешние условия, приспосабливаясь к их ритму. И. Н. Коновалов с сотрудниками (1957) указывает на другую коррелятивную связь фотосинтеза с устойчивостью. В его исследованиях у неакклиматизировавшихся растений из-за особенностей их роста фотосинтез происходил с большей интенсивностью не в середине, как у растений, приспособленных к данным условиям, а во второй половине лета.

У других растений (бадан, горец), акклиматизировавшихся в условиях Сада, высокая интенсивность фотосинтеза наблюдалась в середине лета. Таким образом, зависимость, отмеченная И. Н. Коноваловым и сотрудниками, в полярных условиях имела место не у всех растений.

## Выводы

1. Интродуцируемые растения (бадан, горец Вейриха, тополя) имеют высокую интенсивность фотосинтеза, местные растения (черника и золотарник) — невысокую интенсивность.

2. У некоторых местных растений, например у кипрея, в Апатитах фотосинтез достигал такой же интенсивности, что и у интродуцируемых растений.

3. Экологические условия местообитаний оказывают влияние на фотосинтез: у растений замечено повышенное светолюбие на открытых местах, в горной тундре.

4. Ведущим фактором среды, влияющим на фотосинтез за полярным кругом, является свет, с которым обычно связаны и изменения температуры. Наблюдается полное соответствие, но не пропорциональность, между интенсивностью фотосинтеза и освещенностью. В период полярного дня при ясной погоде фотосинтез может осуществляться и в ночные часы (кипрей, тополь из Магадана, горец Вейриха). При облачной погоде в это время фотосинтез прекращается.

5. Отсутствие дневных депрессий в процессе фотосинтеза у растений за полярным кругом указывает на возможность большого накопления растениями органических веществ даже при сравнительно невысокой интенсивности фотосинтеза за счет большей продолжительности процесса. Поэтому в годы, благоприятные по температуре, растения могут давать хороший урожай.

## ЛИТЕРАТУРА

- А л е к с е е в А. И. 1923. Суточный ход ассимиляции и ее интенсивность у различных экологических групп горных растений. Тр. Туркестанск. научн. общ., т. I.
- А л е к с е е в А. И. 1924. Дневной ход ассимиляции у горных растений в зависимости от местообитания. Бюлл. Среднеазиатск. ун-в., вып. 7.
- Г о н ч а р и к М. Н. 1955. Интенсивность фотосинтеза и активность биохимических процессов у картофеля и капусты в условиях Заполярья. Сб. «Биохимия плодов и овощей», 3, Изд. АН СССР, М.
- Г о р б у н о в а Г. С. 1956. Изменения фотосинтеза и некоторых других физиологических процессов в онтогенезе растений в связи с различными условиями среды. Тр. БИН, серия IV, вып. II.
- Д а д ы к и н В. П., В. Г. Г р и г о р ь е в а. 1951. О фотосинтезе у растений Заполярья при круглосуточном освещении. ДАН, т. 80, № 2.
- Д а д ы к и н В. П., С. А. С т а н к о. 1957. Внешние условия и усвоение света растениями. Изв. Вост. филиалов АН СССР, № 1.
- Д а д ы к и н В. П., А. С. С т а н к о, Г. С. Г о р б у н о в а, З. С. И г у м н о в а. 1954. Об усвоении света растениями в Якутске и Тикси. ДАН, т. 115, № 1.
- Д а н и л о в А. Н. 1935. Качество света как фактор, определяющий пути использования лучистой энергии в процессе фотосинтеза. Сов. ботаника, № 4.
- Д а н и л о в А. Н. 1948. Эколого-физиологическая характеристика психрофитов Заполярья. Тр. БИН, серия IV, вып. 6.
- Е р м о л а е в а Е. Я. 1953. Влияние света различного спектрального состава на некоторые физиологические процессы растений. Тр. БИН, серия IV, вып. 9.
- Е р м о л а е в а Е. Я. 1956. Дневной и сезонный ход фотосинтеза и накопление сухого вещества у картофеля, томатов, махорки. Тр. БИН, серия IV, вып. 11.
- Е с и п о в а И. В. 1955. Последствие высоких и низких температур на газообмен хлопчатника. Автореф. дисс., Ташкент.
- З а й ц е в а А. А. 1943. Влияние сверхоптимальных температур на воздушное питание пшеницы. Ботан. журн., вып. 28.
- З а л е н с к и й О. В. 1944. Фотосинтез и дыхание культурных растений в условиях восточного Памира. Изв. Таджикск. филиала АН СССР, № 8.
- З а л е н с к и й О. С., О. А. С е м и х а т о в а, В. Л. В о з н е с е н с к и й. 1955. Методы применения радиоактивного углерода  $C^{14}$  для изучения фотосинтеза. Изд. АН СССР, М.—Л.

- Ко нов а л о в И. Н., Е. Н. М и х а л е в а, Ф. Л. Щ е п о т ь е в, А. И. П о б е г а й л о. 1957. Об особенностях газообмена растений в связи с географическим происхождением и процессы приспособления к новым условиям существования. Вторая Всесоюзн. конф. по фотосинтезу, М.
- К о с т ы ч е в С. П., 1920. Происходит ли усвоение углекислоты зелеными растениями во время летних ночей в наших широтах? Журн. русск. ботан. общ., т. 5.
- К о с т ы ч е в С. П., Е. Н. Б а з ы р и н а, В. А. Ч е с н о к о в, 1928. Исследования над фотосинтезом в природных условиях. Дневник Всесоюзн. съезда ботаников в Ленинграде.
- К о с т ы ч е в С. П., Е. Н. Б а з ы р и н а, В. А. Ч е с н о к о в, 1930. Суточный ход фотосинтеза при незаходящем солнце в полярной зоне. Изв. АН СССР, № 7.
- К о с т ы ч е в С. П., Е. К. К а р д о - С ы с о е в а, 1930. Исследования над суточным ходом фотосинтеза растений в Средней Азии. Изв. АН СССР, Отд. физ.-матем. наук, № 6.
- Н е з г о в о р о в а Л. А. 1953. Динамика поглощения углекислоты листьями растений в темноте и на свету. ДАН, т. 106, № 5.
- Н и ч и п о р о в и ч А. А. 1955. Световое и углеродное питание растений (фотосинтез). Изд. АН СССР, М.
- Н и ч и п о р о в и ч А. А. 1956. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Тимирязевские чтения, т. XV.
- Т и м и р я з е в К. А. 1948. Солнце, жизнь и хлорофилл. Избр. соч., т. I, Сельхоз-гиз, М.
- Ф и л и п п о в а Л. А. 1955. Дневные и сезонные изменения интенсивности и состава продуктов фотосинтеза у растений Восточного Памира. Автореф. канд. дисс., Библ. БИН.
- Ш а х о в А. А. 1957. Фотосинтез растений в крайних условиях существования. Вторая Всесоюзн. конф. по фотосинтезу, М.
- (Л ю б и м е н к о В. Н.) Lubimenko W. N. 1923. Influence des blessures des feuilles sur la production des substances seches chez les plantes vertes. Comptes Rendus AC. Sc., v. CLXXVII.

---

*П. Д. Бухарин*

## **К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ КАРОТИНА У ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Среди физиологически активных веществ, принимающих в общем метаболизме растительного организма самое непосредственное участие, каротиноиды (в частности, каротин) занимают одно из первых мест. Каротин непосредственно участвует в процессе фотосинтеза (Сапожников, 1937; Сапожников и Лопаткин, 1950; Dutton a. Mannig, 1941), в окислительно-восстановительных реакциях (Бородина, 1939; Дроздова и Балаховский, 1952; Троицкая и Балаховский, 1952), в процессах роста и развития (Щербаков, 1949). Каротин имеет определенное влияние на разнообразные половые функции растений (Жуковский и Медведев. 1949; Кун, 1941; Moewus, 1938): в частности, с изменением содержания каротиноидов связывается наступление репродуктивной фазы (Гюббенет, 1951); присутствие каротина в среде положительно сказывается на количестве проросшей пыльцы, на длине и качестве пыльцевых трубок (Лебедев, 19486). Некоторые исследователи (Сапожников, 19516) считают, что каротиноиды играют существенную роль в эволюционном процессе.

Важное значение желтым пигментам придает А. А. Шахов (1958) в развиваемой им фототермической гипотезе, согласно которой приспособительный процесс растений в условиях Крайнего Севера направлен к восполнению недостатка тепловой энергии за счет световой, а также выражается в соответствующих

изменениях физиологических процессов, обеспечивающих энергетическую перестройку.

Хотя работ по каротину выполнено много, вместе с тем даже автор монографии «Каротин» Б. Г. Савинов (1948) вынужден признать, что сделать какие-либо заключения о преимущественном накоплении каротина в зеленых растениях каких-то определенных систематических групп до сих пор не представляется возможным. В связи с этим полезно продолжить изучение вопроса именно в этом направлении.

В настоящей работе приводятся результаты изучения динамики накопления каротина в листьях<sup>1</sup> различных видов дикорастущих растений Мурманской области.

Количественное определение каротина в растениях проводилось по методу Д. И. Сапожникова (1951a). Навеска обезжизнялась сернокислым натрием, затем петролейным эфиром из нее извлекался каротин. В вытяжках каротин определялся при помощи фотоэлектроколориметра. Экспериментальная часть работы выполнена в 1958—1959 гг. в Полярноальпийском ботаническом саду. Растения для анализов были собраны из мест их естественного произрастания: у подножия горы Кукисвумчорр (горная тайга), в районе озер Большого и Малого Вудъявров и лишь некоторые — из питомника местных растений.<sup>VIII IX</sup> Пробы растений брались в утренние часы (с 9 до 11).

В табл. 1 представлены данные о содержании каротина в расчете на сырой и абсолютно сухой вес у растений 26 семейств. Семейства расположены в порядке уменьшения среднего содержания каротина. Анализы проводились в течение всего вегетационного периода в разные фазы развития: вегетативную, фазу бутонизации (колошения) и начала созревания или полного созревания семян. Наиболее полные данные получены для широко распространенных в области видов, относящихся к семействам бобовых, злаков, которые, как известно, имеют важное кормовое значение, а также ивовых и сложноцветных.

Среднее содержание каротина у растений всех 26 семейств приведены в табл. 2.

Все изученные семейства по содержанию каротина можно условно разделить на 3 группы. I группу составляют семейства, растения которых имеют свыше 20 мг%, II — от 10 до 20 мг%, III — ниже 10 мг%, в I группу входят семейства березовые и бобовые, в III — зонтичные, первоцветные, гречишные, подорожниковые, ситниковые, гвоздичные, грушанковые. Наибольшее число семейств насчитывает II группа, в которую входят все остальные семейства

<sup>VIII</sup> У хвощей (*Equisetum pratense* Ehrh. и *E. arvense* L.) в анализ бралась средняя часть стебля.

<sup>IX</sup> По вопросам определения растений мне неоднократно приходилось обращаться к сотрудникам Сада: канд. биол. наук Р. Н. Шлякову и мл. научн. сотр. Б. Н. Головкину. Выражаю им свою благодарность.

Таблица 1

Содержание каротина в листьях дикорастущих растений в разные фазы развития

Семейство и вид	Вегетация			Бутонизация (колошение)			Цветение и образование семян		
	дата взятия пробы	мг %		дата взятия пробы	мг %		дата взятия пробы	мг %	
		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес

Березовые — *Betulaceae*

Береза карликовая — <i>Betula nana</i> L. . . . .	26 VI	19.3	88.6	9 VII	26.8	48.8	21 VIII	33.8	73.6
Береза извилистая — <i>B. tortuosa</i> Ledeb. . . . .	26 VI	18.5	78.8	9 VII	32.0	59.2	21 VIII	33.0	93.8
Ольха кольская — <i>Alnus kolaënsis</i> Orlova . . . . .	28 VI	23.0	74.7	9 VII	22.6	73.5	21 VIII	23.4	73.6

Бобовые — *Leguminosae*

Астрагал холодный — <i>Astragalus frigidus</i> (L.) A. Gray . . .	28 VI	29.5	—	14 VII	26.7	—	2 IX	26.1	92.8
Астрагал субарктический — <i>A. subpolaris</i> Boriss. et B. Schischk. . . . .	27 VI	20.1	105.2	12 VII	22.0	109.9	2 IX	23.2	110.7
Чина луговая — <i>Lathyrus pratensis</i> L. . . . .	2 VII	22.9	110.7	18 VII	18.3	61.3	2 IX	17.3	74.2
Остролодочник грязноватый — <i>Oxytropis sordida</i> (Willd.) Pers. . . . .	27 VI	23.5	100.2	14 VII	18.3	99.6	14 VIII	19.7	—
Горошек мышиный — <i>Vicia cracca</i> L. . . . .	2 VII	21.2	100.4	18 VII	22.3	98.6	2 IX	22.7	—
Горошек лесной — <i>V. silvatica</i> L.* . . . .	2 VII	28.0	—	5 VIII	20.5	109.0	2 IX	17.3	74.2
Клевер луговой — <i>Trifolium pratense</i> L.** . . . .	10 VII	18.9	92.1	20 VII	20.0	93.1	26 VIII	21.1	74.3
Клевер ползучий ** — <i>T. repens</i> L. . . . .	10 VII	17.6	86.4	16 VII	14.8	57.6	26 VIII	16.1	77.6

Крыжовниковые — *Grossulariaceae*

Смородина кислая * — <i>Ribes acidum</i> A. Poirark. . . . .	—	—	—	9 VII	16.2	67.9	21 VIII	17.2	54.0
--	---	---	---	-------	------	------	---------	------	------



Злаковые — *Gramineae*

Пырей ползучий* — <i>Agropyrum repens</i> (L.) P. B. . . . .	5 VI	16.1	76.4	22 VII	16.6	63.4	—	—	—
Лисохвост луговой* — <i>Alopecurus pratensis</i> L. . . . .	19 VII	19.4	100.6	5 VIII	16.6	49.6	22 VIII	12.3	45.1
Лисохвост вздутый* — <i>A. ventricosus</i> Pers. . . . .	28 VI	18.1	97.2	1 VII	16.3	61.7	27 VIII	18.9	73.4
Душистый колосок альпийский — <i>Anthoxanthum alpinum</i> Löve et Löve . . . . .	—	—	—	5 VII	20.9	100.1	22 VII	13.8	56.6
Вейник ланцетный*** — <i>Calamagrostis lanceolata</i> Roth. . . . .	—	—	—	15 VII	16.2	78.4	25 VIII	16.4	54.4
Вейник Лангсдорфа — <i>C. langsdorffii</i> (Link) Trin. . . . .	—	—	—	18 VII	18.9	90.9	27 VIII	24.4	107.8
Луговик дернистый — <i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P. B. . . . .	5 VII	16.7	87.7	11 VII	9.6	49.5	27 VIII	7.1	38.1
Луговик извилистый — <i>D. flexuosa</i> (L.) Trin. . . . .	5 VII	18.0	60.5	11 VII	12.8	53.5	27 VIII	12.4	31.1
Овсяница овечья — <i>Festuca ovina</i> L. . . . .	5 VI	12.8	66.4	22 VII	14.4	54.4	—	—	—
Бор развесистый — <i>Milium effusum</i> L. . . . .	28 VI	23.2	—	8 VII	23.2	78.0	3 IX	22.8	79.2
Тимофеевка альпийская — <i>Phleum alpinum</i> L. . . . .	—	—	—	11 VII	14.1	50.7	6 VIII	10.0	34.4
Мятлик альпийский — <i>Poa alpina</i> L. . . . .	—	—	—	5 VII	12.7	52.6	5 VIII	9.2	40.4

Маковые — *Papaveraceae*

Мак лапландский — <i>Papaver lapponicum</i> (A. Tolm.) Nordh. . .	—	—	—	5 VII	16.7	89.9	1 IX	13.6	59.6
---	---	---	---	-------	------	------	------	------	------

Ивовые — *Salicaceae*

Осина — <i>Populus tremula</i> L. . . . .	11 VII	10.6	41.5	22 VII	16.0	51.5	22 VIII	20.0	57.0
Ива древцевидная — <i>Salix arbuscula</i> L. . . . .	5 VII	5.3	20.9	8 VIII	10.8	27.7	6 IX	17.8	42.4
Ива северная — <i>S. borealis</i> (Fries) Nasar . . . . .	2 VII	15.7	57.7	21 VII	19.1	72.3	11 IX	16.2	65.6
Ива железистая — <i>S. glandulifera</i> Floder . . . . .	15 VII	8.4	—	7 VIII	13.4	40.3	6 IX	16.0	57.0
Ива сизая — <i>S. glauca</i> L. . . . .	—	—	—	21 VII	12.3	58.0	8 VIII	12.1	54.7
Ива копьевидная — <i>S. hastata</i> L. . . . .	27 VI	22.1	51.2	11 VII	16.1	55.2	11 IX	8.0	25.5
Ива мохнатая — <i>S. lanata</i> L. . . . .	2 VII	9.8	31.6	21 VII	10.4	33.1	20 VIII	6.9	22.6
Ива лапарская — <i>S. lapponum</i> L. . . . .	2 VII	12.3	34.5	12 VII	17.9	36.4	4 IX	11.7	—
Ива миртовидная — <i>S. myrsinites</i> L. . . . .	2 VII	9.5	38.2	21 VII	8.1	25.8	6 IX	16.2	36.2
Ива чернеющая — <i>S. nigricans</i> Smith. . . . .	2 VII	15.9	63.5	15 VII	13.3	47.7	6 IX	13.7	43.7
Ива филиколистная — <i>S. phyllicifolia</i> L. . . . .	7 VII	8.9	39.9	8 VIII	12.7	35.4	11 IX	15.9	50.7
Ива полярная — <i>S. polaris</i> Wahlo . . . . .	1 VII	14.9	—	12 VIII	17.5	55.7	10 IX	20.8	64.6
Ива сетчатая — <i>S. reticulata</i> L. . . . .	1 VII	11.2	41.7	15 VII	12.9	34.8	13 IX	12.6	35.6
Ива тундровая* — <i>S. tundricola</i> Schljak. . . . .	5 VII	12.7	47.9	28 VII	10.6	39.1	10 IX	23.7	66.0



Таблица 1 (продолжение)

Семейство и вид	Вегетация			Бутонизация (колошение)			Цветение и образование семян		
	дата взятия пробы	мг %		дата взятия пробы	мг %		дата взятия пробы	мг %	
		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес
Гераниевые — <i>Geraniaceae</i>									
Герань лесная — <i>Geranium silvaticum</i> L. . . . .	7 VII	10.9	60.5	24 VII	13.5	72.1	11 VIII	15.2	69.6
Сложноцветные — <i>Compositae</i>									
Бодяк разнолистный — <i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill. . . .	25 VI	12.9	91.0	8 VII	9.7	50.6	19 VIII	9.1	49.5
Сушеница распростертая ** — <i>Gnaphalium supinum</i> L. . . . .	—	—	—	29 VII	11.9	66.8	—	—	—
Ястребинка — <i>Hieracium</i> sp. . . . .	11 VII	12.3	83.6	12 VII	12.7	70.0	26 VIII	10.8	65.0
Ястребинка — <i>Hieracium</i> sp. . . . .	1 VII	14.7	57.8	12 VII	9.89	61.5	26 VIII	10.3	69.7
Горькуша альпийская — <i>Saussurea alpina</i> (L.) DC. . . . .	—	—	—	29 VII	4.0	25.0	—	—	—
Золотая розга — <i>Solidago — virga — aurea</i> L. . . . .	7 VII	13.7	97.2	27 VII	14.1	63.6	11 VIII	16.1	72.3
Осот ** — <i>Sonchus</i> sp. . . . .	—	—	—	22 VII	2.9	22.7	—	—	—
Одуванчик лекарственный ** — <i>Taraxacum officinale</i> Wigg. . .	28 VI	29.5	96.3	9 VII	15.3	87.6	27 VIII	12.1	54.6
Розоцветные — <i>Rosaceae</i>									
Манжетка Мурбека — <i>Alchimilla murbeckiana</i> Buser . . . . .	26 VI	16.0	—	8 VII	14.7	56.7	2 IX	11.5	47.0
Черемуха Щубелера — <i>Cerasus schuebeleri</i> Orlova . . . . .	1 VII	14.2	42.7	6 VIII	15.3	42.8	3 IX	14.8	38.0
Лабазник вязолистный ** — <i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim. .	—	—	—	25 VII	11.4	36.8	21 VIII	9.1	27.4
Княженика * — <i>Rubus arcticus</i> L. . . . .	26 VI	14.6	95.5	9 VII	10.7	57.4	21 VIII	9.5	30.8
Морощка — <i>R. chamaemorus</i> L. . . . .	30 VI	13.5	25.4	12 VII	13.9	42.0	20 VIII	14.3	36.3
Костяника — <i>R. saxatilis</i> L. . . . .	28 VII	8.4	40.8	8 VII	7.9	26.8	26 VIII	7.4	28.8
Кровохлебка многобрачная * — <i>Sanguisorba polygama</i> Nyl. . .	2 VII	16.4	58.8	22 VII	10.2	67.8	22 VIII	11.6	59.6
Рябина гладковатая — <i>Sorbus glabrata</i> Hedl. . . . .	26 VI	18.6	62.7	9 VII	13.5	45.0	22 VII	7.4	18.9

Таблица 1 (продолжение)

Кипарисовые — *Cupressaceae*

Можжевельник сибирский — <i>Juniperus sibirica</i> Burgsd.:									
Хвоя прошлого года . . . . .	27 VI	16.9	91.3	10 VII	19.7	39.5	20 VIII	19.7	38.7
Хвоя этого года . . . . .	27 VI	1.4	65.6	10 VII	3.8	17.0	20 VIII	11.7	29.2

Сосновые — *Pinaceae*

Ель сибирская — <i>Picea obovata</i> Ledeb.:									
Хвоя прошлого года ** . . . . .	—	—	—	10 VIII	12.5	45.9	15 VIII	12.4	26.7
Сосна лапландская — <i>Pinus lapponica</i> Mayr.:									
Хвоя прошлого года ** . . . . .	—	—	—	10 VIII	14.2	32.6	19 VIII	16.7	37.4

Хвощевые — *Equisetaceae*

Хвощ полевой — <i>Equisetum arvense</i> L. . . . .	28 VI	12.9	56.2	18 VIII	11.5	50.5	27 VIII	12.5	53.4
Хвощ луговой — <i>E. pratense</i> Ehrh. . . . .	28 VI	13.5	92.8	18 VIII	9.2	38.8	27 VIII	12.1	56.4

Черничные — *Vacciniaceae*

Брусника обыкновенная — <i>Rhodococcum vitis-idaea</i> (L.) Avr. .	26 VI	8.3	18.0	9 VII	6.7	13.9	22 VIII	9.3	22.1
Черника — <i>Vaccinium myrtillus</i> L. . . . .	26 VI	14.5	57.8	9 VII	17.6	69.4	22 VIII	21.2	55.7
Голубика — <i>V. uliginosum</i> L. . . . .	2 VII	9.5	16.3	9 VII	8.1	18.6	22 VIII	10.4	23.3

Настоящие папоротники — *Polypodiaceae*

Голокучник трехраздельный — <i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.)									
Newm. . . . .	28 VI	13.7	54.0	12 VII	12.0	46.8	3 IX	8.2	41.0

Кипрейные — *Onagraceae*

Кипрей Горнемана ** — <i>Epilobium hornemanni</i> Rehb. . . . .	20 VI	6.2	48.4	—	—	—	29 VIII	8.7	40.3
Кипрей болотный — <i>E. palustre</i> L. . . . .	29 VI	7.4	55.6	—	—	—	29 VIII	9.2	46.7
Иван-чай — <i>Chamaenerium angustifolium</i> (L.) Scop. . . . .	25 VI	7.4	46.1	21 VII	21.3	78.0	27 VIII	17.5	68.4

Таблица 1 (продолжение)

Семейство и вид	Вегетация			Бутонизация (колошение)			Цветение и образование семян		
	дата взятия пробы	мг %		дата взятия пробы	мг %		дата взятия пробы	мг %	
		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес		на сырой вес	на абсолют-но сухой вес
Лютиковые — <i>Ranunculaceae</i>									
Купальница европейская — <i>Trollius europaeus</i> L. . . . .	27 VI	9.2	45.4	8 VII	11.2	56.9	3 IX	11.1	61.0
Лютик ползучий — <i>Ranunculus repens</i> L. . . . .	1 VII	11.9	54.5	8 VII	11.6	67.3	10 IX	11.4	50.2
Лютик едкий — <i>R. acer</i> L. . . . .	1 VII	10.4	54.8	8 VII	10.2	70.7	3 IX	9.2	78.2
Кизиловые — <i>Cornaceae</i>									
Дерен шведский — <i>Chamaepericlymenum suecicum</i> (L.) Graebn.	—	—	—	15 VII	9.7	38.5	22 VIII	11.0	46.6
Вересковые — <i>Ericaceae</i>									
Подбел дубровный — <i>Andromeda polifolia</i> L. . . . .	30 VI	15.5	35.0	19 VII	9.3	25.0	20 VIII	10.4	29.1
Арктоус альпийский — <i>Arctous alpina</i> (L.) Niedenzu . . . . .	25 VI	9.1	76.1	12 VII	9.6	27.8	10 IX	7.8	24.8
Толокнянка обыкновенная — <i>Artostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng. . . . .	25 VI	8.7	19.1	13 VIII	10.3	25.8	10 IX	10.8	29.8
Филлодоце голубая — <i>Phyllodoce coerulea</i> (L.) Bab. . . . .	25 VI	12.1	23.2	19 VII	9.5	20.8	20 VIII	10.0	50.7
Осоковые — <i>Cyperaceae</i>									
Осока каменная — <i>Carex saxatilis</i> L. . . . .	1 VII	10.6	39.4	19 VII	12.0	33.8	22 VIII	16.6	49.6
Пушица узколистная — <i>Eriophorum angustifolium</i> Honck. . . . .	12 VI	9.6	40.0	1 VII	7.5	37.4	16 VII	4.4	18.4
Грушанковые — <i>Pyrolaceae</i>									
Грушанка средняя — <i>Pyrola media</i> Sw. . . . .	25 VI	8.2	25.7	1 VII	9.6	26.6	3 IX	10.7	43.0
Грушанка малая — <i>P. minor</i> L. . . . .	25 VI	7.2	29.2	8 VII	9.8	27.8	3 IX	11.9	38.4
Грушанка круглолистная — <i>P. rotundifolia</i> L. . . . .	25 VI	8.0	21.7	19 VII	5.9	23.7	3 IX	9.1	31.4
Рамишия однобокая — <i>Ramischia secunda</i> (L.) Garcke . . . . .	27 VI	16.6	40.8	22 VII	9.6	40.4	3 IX	13.1	38.3

Гвоздичные — *Caryophyllaceae*

Звездчатка средняя — <i>Stellaria media</i> (L.) Cyr. . . . .	1 VII	6.6	71.0	4 VIII	8.83	100.7	26 VIII	9.5	107.2
Звездчатка лесная — <i>S. nemorum</i> L. . . . .	1 VII	9.9	95.7	8 VII	12.9	76.5	3 IX	9.2	97.2

Ситниковые — *Juncaceae*

Ситник нитевидный ** — <i>Juncus filiformis</i> L. . . . .	—	—	—	1 VII	6.2	16.3	31 VII	4.0	11.8
Ситник трехраздельный — <i>J. trifidus</i> L. . . . .	1 VII	12.6	39.6	7 VII	10.0	36.7	22 VIII	8.1	30.6

Подорожниковые — *Plantaginaceae*

Подорожник большой — <i>Plantago major</i> L. . . . .	28 VI	11.2	60.0	21 VII	7.1	42.0	27 VIII	9.2	45.0
---	-------	------	------	--------	-----	------	---------	-----	------

Гречишные — *Polygonaceae*

Кисличник двупестичный — <i>Oxyria digyna</i> (L.) Hill. . . . .	27 VI	6.9	69.0	19 VII	6.3	59.8	10 IX	11.4	100.0
Горец живородящий ** — <i>Polygonum viviparum</i> L. . . . .	—	—	—	29 VII	5.3	34.4	29 VIII	6.1	42.2
Щавелек воробьиный — <i>Rumex acetosella</i> L. . . . .	25 VI	9.0	106.2	8 VII	10.9	100.4	27 VIII	11.4	112.1

Первоцветные — *Primulaceae*

Седмичник европейский — <i>Trientalis europaea</i> L. . . . .	—	—	—	15 VII	9.7	48.6	22 VIII	5.1	65.7
---	---	---	---	--------	-----	------	---------	-----	------

Зонтичные — *Umbelliferae*

Дудник лесной ** — <i>Angelica silvestris</i> L. . . . .	—	—	—	29 VII	3.3	17.4	—	—	—
Дягиль норвежский ** — <i>Archangelica norvegica</i> Rupr. . . . .	—	—	—	18 VIII	11.2	64.6	—	—	—

Примечание. Одной звездочкой отмечены виды, взятые из питомников местных растений; двумя звездочками отмечены виды, анализы для которых взяты в 1959 г.

Таблица 2

Среднее содержание каротина в листьях растений по семействам (по данным табл. 1)

Семейство	Число исследован- ных видов	Среднее (по 3 фазам) содержание каротина (в мг % на	Амплитуда изменчивости в содержании каротина	Среднее (по 3 фазам) содержание каротина (в мг% на абсолютно сухое вещество)
Группа I				
Березовые .....	3	26.9	18.5—33.8	74.1
Бобовые .....	8	21.0	14.8—29.5	90.8
Группа II				
Крыжовниковые .....	1	16.7	16.2—17.2	60.9
Злаковые .....	12	15.9	7.1—24.4	66.8
Маковые .....	1	15.1	13.4—16.7	74.7
Сосновые .....	2	13.9	12.4—20.0	35.6
Ивовые .....	14	13.4	5.3—23.7	44.8
Гераниевые .....	1	13.2	10.9—15.2	67.4
Сложноцветные .....	8	12.3	2.9—29.5	71.3
Розоцветные .....	8	12.3	7.4—18.6	44.9
Кипарисовые .....	1	12.2	1.4—19.7	46.7
Хвощевые .....	2	11.9	9.2—13.5	58.0
Черничные .....	3	11.7	6.7—21.2	32.7
Настоящие папоротники .....	1	11.3	8.2—13.7	47.2
Кипрейные .....	3	11.1	7.4—21.3	54.7
Лютиковые .....	3	10.6	9.2—11.9	59.8
Кизиловые .....	1	10.3	9.7—11.0	42.5
Вересковые .....	4	10.2	7.8—15.5	31.8
Осоковые .....	2	10.1	4.4—16.6	36.4
Группа III				
Грушанковые .....	4	9.9	5.9—16.6	32.2
Гвоздичные .....	2	9.4	6.6—12.9	91.3
Ситниковые .....	2	8.1	4.0—12.6	27.0
Подорожниковые .....	1	9.1	7.1—11.2	49.0
Гречишные .....	3	8.4	5.3—11.4	78.0
Первоцветные .....	1	7.4	5.1—9.7	57.1
Зонтичные .....	2	7.2	3.3—11.2	41.0

Пределы колебания содержания каротина у растений многих семейств (лютиковые, маковые, гвоздичные, грушанковые и др.) за период вегетации невелики; наблюдается постоянство в содержании каротина также и у отдельных видов. Некоторые другие семейства (сложноцветные, злаки, ивовые) показывают значительную амплитуду колебаний в содержании каротина; так, в семействе злаков в расчете на сырой вес различие между крайними величинами достигает более 4мг%, а в семействе сложноцветных — свыше 10 мг%.

Представляется интересным сопоставить накопление каротина растениями одного вида, но произрастающими в разных условиях: естественных и в условиях культуры (табл. 3).

У дикорастущих растений всех видов обнаружено большее содержание каротина, нежели у интродуцированных. Этот факт имеет важное значение для ресурсоведческих целей. Как отмечают Б. Г. Савинов (1948), в нашей стране получение провитамина А — каротина из растительного сырья не менее перспективно, чем витамина А из рыбьего жира. Поэтому изыскание высококаротинных растений является одной из насущных задач. Определение содержания каротина в кормовых растениях в условиях Крайнего Севера имеет

Таблица 3

Содержание каротина у дикорастущих и выращенных в условиях культуры растений

Семейство и вид	Фаза развития	Содержание каротина (в мг% на сырой вес)	
		дикорастущие	интродуцированные
Бобовые			
Астрагал субарктический.	Бутонизация.	22.0	18.2
Остролодочник грязноватый.	Цветение.	18.3	16.2
Клевер луговой.	Бутонизация.	20.0	11.9
Горошек мышиный.	»	22.3	14.1
Злаковые			
Пырей ползучий.	Колошение.	16.6	14.1
Овсяница овечья.	»	14.4	13.6
Тимофеевка альпийская.	»	14.1	13.6

особый интерес для животноводства в связи со значительным (достигающим 8—9 месяцев) периодом стойлового содержания скота.

Как известно, многие даже аборигенные виды в условиях Крайнего Севера не каждый год закладывают генеративные органы и образуют зрелые семена. Зато у многих видов лучше проявляется способность к вегетативному размножению.

Таблица 4

Содержание каротина в листьях некоторых видов растений в различные фазы (в мг%/0 на сырой вес) (по данным табл. 1)

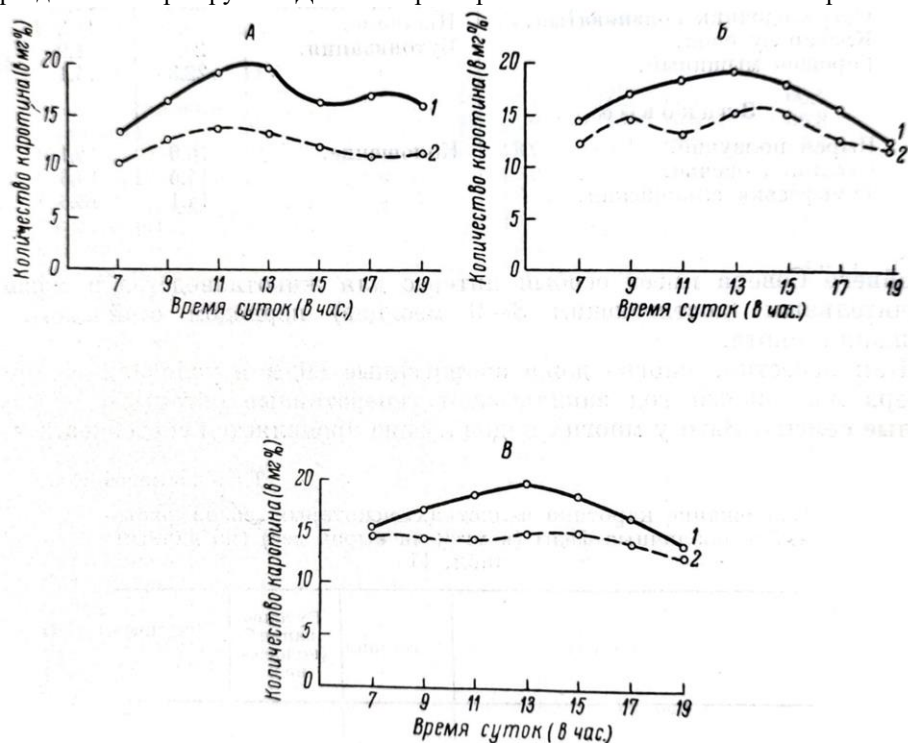
Семейство и вид	Вегетация	Бутонизация (колошение)	Цветение (созревание семян)
Злаковые (1-я группа)			
Бор развесистый .....	23.2	23.2	22.8
Лисохвост вздутый .....	18.1	16.3	. —
Луговик извилистый .....	18.0	12.8	12.4
Тимофеевка альпийская .....	—	14.1	10.0
Хвощевые (2-я группа)			
Хвощ луговой .....	13.5	5.2	12.1
Хвощ полевой .....	12.9	11.5	12.5
Бобовые (2-я группа)			
Астрагал субарктический .....	20.1	22.0	20.6
Астрагал холодный .....	29.5	26.7	26.1
Мышиный горошек .....	21.2	22.3	22.7
Остролодочник грязноватый .....	23.5	18.3	19.7
Грушанковые (3-я группа)			
Грушанка малая .....	7.2	9.8	11.9
Грушанка круглолистная .....	8.0	5.9	9.1
Рамишия однобокая .....	16.6	9.6	13.1

К условиям, не благоприятствующим образованию генеративных органов и созреванию семян и способствующим длительной вегетации, относятся низкие температуры почвы и воздуха, и особенно высокая, достигающая 80—90% относительная влажность воздуха; для растений короткодневных также непрерывный полярный день сказывается и на динамике каротина. В полярных районах, как правило, не наблюдается резкое уменьшение содержания каротина к концу вегетационного периода, как это свойственно растениям юга и средней



полосы.

Все исследованные нами виды по динамике накопления каротина можно разделить на три группы. Для 1-й характерно значительное снижение каротина



Изменение содержания каротина в течение дня.

А — 7 VII, в период непрерывного полярного дня; Б — 24 VII, в период со светлыми ночами; В — 21 VIII, в период с темными ночами. 1 — *Solidago virga-aurea* L., 2 — *Geranium silvaticum* L.

к концу вегетации, для 2-й — более постоянное его содержание в течение лета; к 3-й группе относятся растения, уходящие в зиму в зеленом состоянии. У них количество каротина не только не уменьшается, а иногда даже увеличивается. Примером 1-й группы могут служить виды злаков, 2-й — бобовых, хвощевых и 3-й — семейства грушанковых (табл. 4).

Количество каротина не остается постоянным в течение дня. На рисунке показано изменение его содержания для золотой розги и герани лесной с 7 до 19 час. в период непрерывного полярного дня (7 VII), светлых и темных ночей (24 VII и 21 VIII 1958). Как показывают кривые, во всех случаях в часы максимальной солнечной радиации (с 11 до 15 час.) отмечается наибольшее содержание каротина в растении. Более резко это выражено у золотой розги и в меньшей степени — у герани лесной. У последней в период светлых ночей отмечается даже некоторый спад содержания каротина. А. А. Шахов и А. Д. Семененко (1958) вместе с подъемом количества каротина в дневные часы обнаружили и ночной максимум каротина и других пигментов. Этому увеличению количества пигментов в ночные часы авторы придают особо важное значение в сформулированной ими фототермической гипотезе. Создавая плотный своеобразный «оптический черный экран» за счет участия всех пигментов, растение наиболее полно поглощает длинноволновую радиацию, чем и обеспечивает фототермическое приспособление.

Таким образом, все исследованные семейства по содержанию каротина делятся на высококаротинные и малокаротинные. К первым относятся семейства: березовые, бобовые; ко вторым — зонтичные, первоцветные, гречишные,

подорожниковые, ситниковые, гвоздичные и грушанковые. Все остальные изученные семейства занимают промежуточное положение.

Как правило, дикорастущие растения содержат больше каротина, чем растения тех же видов, но растущие в условиях культуры.

За период вегетации количество каротина в листьях растений изменяется неодинаково. Для одних видов характерно заметное снижение каротина, для других — снижение незначительное, у третьих (зимнезеленые растения) — имеет место даже повышение содержания каротина.

Наибольшее количество каротина в течение дня соответствует наибольшей интенсивности солнечной радиации.

## ЛИТЕРАТУРА

- Б о р о д и н а О. Я. 1939. Оксигенозные свойства каротина. Биохимия, т. 4, вып. 3.
- Г ю б б е н е т Е. Р. 1951. Растение и хлорофилл. Изд. АН СССР, М.
- Д р о з д о в а Н. Н. и С. Д. Б а л а х о в с к и й. 1952. О способности каротиноидов и близких им веществ активировать окисление молекулярным и перекисным кислородом. ДАН, т. 82, № 2.
- Е г о р о в А. Д. 1954. Витамин С и каротин в растительности Якутии. Изд. АН СССР, М.
- Ж у к о в с к и й П. М. и Ж. М е д в е д е в. 1949. Связь генеративных функций растений с каротиноидами. ДАН СССР, т. 66.
- К у н Р. 1941. Вещества, стимулирующие оплодотворение и определяющие пол у растений и животных. Усп. соврем. биол., т. 14.
- Л е б е д е в С. И. 1947. Об изменениях содержания каротина в растении. ДАН СССР, т. 58, № 1.
- Л е б е д е в С. И. 1948а. Роль каротина в явлениях роста. Доповіді АН УССР, № 2.
- Л е б е д е в С. И. 1948б. О содержании каротина в пыльце и влиянии его на рост пыльцевых трубок. ДАН СССР, т. 59, № 5.
- С а в и н о в Б. Г. 1948. Каротин. Изд. АН СССР, М.
- С а п о ж н и к о в Д. И. 1937. Превращение каротина в ксантофилл при фоторедукции CO<sub>2</sub>. Биохимия, т. 2.
- С а п о ж н и к о в Д. И. 1939. Эволюция фотосинтеза. Сов. ботаника, № 5—6.
- С а п о ж н и к о в Д. И. 1951а. Разделение и количественное определение фитохромов пластиды. Экспер. бот., серия IV, вып. 8.
- С а п о ж н и к о в Д. И. 1951б. К вопросу о механизме фотосинтеза в свете его эволюции. Экспер. бот., серия IV, вып. 8.
- С а п о ж н и к о в Д. И. и Ю. Г. Л о п а т к и н. 1950. К вопросу о роли каротиноидов при фотосинтезе. ДАН СССР, т. 72, № 2.
- Т р о и ц к а я Н. А. и С. Д. Б а л а х о в с к и й. 1952. О возможном активировании молекулярного кислорода витамином А и близкими к нему веществами. ДАН СССР, т. 82, № 1.
- Ш а х о в А. А. 1958. Фототермическое приспособление растений на Крайнем Севере. Изв. Карельск. и Кольск. ФАН СССР, № 5.
- Ш а х о в А. А. и А. Д. С е м е н е н к о. 1958. О поглощении света растениями в Заполярье. Журн. общ. биол., т. 19, № 6.
- Щ е р б а к о в А. П. 1949. Влияние кальция и магния на содержание хлорофилла в листьях сои. Биохимия, т. 4, вып. 4.
- Dutton H. a. W. Mannig. 1941. Evidence for caratenoid sensitized photosynthesis in the diatom *Nitzschia clostrarium*. Amer. J. Bot., v. 28.
- M o e w u s F. 1938. Caratinoides als Sexualstoffe von Algem. Jahrb. f. wiss Bot., H. 5.



## БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАРТОФЕЛЯ, ПОРАЖЕННОГО ООСПОРОЗОМ

Клубни картофеля, выращенные в Мурманской области, сильно поражаются в период хранения бугорчатой паршой, или ооспорозом. Болезнь эта характеризуется образованием на поверхности клубня темных пятен, вследствие чего и получила название «черной кожи». Заболевание картофеля приносит значительный экономический ущерб, так как при длительном хранении в клубнях уменьшается содержание питательных веществ и ухудшаются их вкусовые качества. Они становятся малопригодными и для посадки, так как в глазках погибают почки. Ооспороз впервые отмечен в Англии в 1904 г. (Carruthers, 1904), в СССР — А. А. Ячевским в 1930 г.

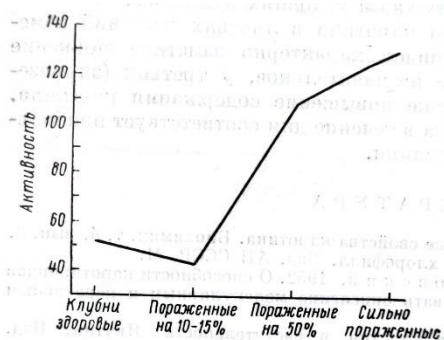


Рис. 1. Активность пероксидазы в здоровых тканях и в тканях, пораженных ооспорозом клубней (выражена в мл 0.1н  $\text{KMnO}_4$  на 1 г сухого вещества).

Биохимических процессов, обуславливающих почернение кожицы клубня и потерю им вкусовых и семенных качеств. В результате двухлетних исследований выяснилось, что в пораженном клубне картофеля нарушаются окислительно-восстановительные процессы, происходят существенные изменения в обмене углеводов и азотистых веществ.

Объектом исследования был картофель сорта Имандра, который наиболее подвержен заболеванию. Работа проводилась методом сравнительного изучения здоровых и пораженных клубней. Пробы брались в период вспышки болезни. Клубни подразделялись на четыре группы по степени поражения: 1) клубни, здоровые по внешнему виду, т. е. без темных пятен на кожице — контроль; 2) клубни с незначительными пятнами (условно обозначаем как пораженные на 10—15%); 3) клубни, у которых кожица почернела на 50%; 4) клубни, сильно почерневшие. Каждая проба составлялась из 50 клубней, но растирались для анализов только половинки.

Определение дыхания клубней производилось при 8—10° в широкогорлых стеклянных банках с хорошо пригнанными притертыми пробками. Интенсивность дыхания клубней учитывалась по количеству выделенной углекислоты. Активность окислительного фермента пероксидазы определялась пирогаллольным методом в модификации, предложенной А. Н. Бахом и Б. И. Збарским, и выражалась в мл 0.1н  $\text{KMnO}_4$ . Аскорбиновая кислота определялась по методу Прокошева (1944). В водной вытяжке из растертой мязки определялись фракции сахаров: непосредственно восстанавливающие, после 7-минутного гидролиза 2%-й соляной кислотой при 75° и после гидролиза 1%-й соляной кислотой в течение 3 час. на кипящей водяной бане. Для определения крахмала навеска в 10 г разбавлялась водой до 500 мл и производился ее гидролиз 2%-й соляной кислотой

Болезнь вызывается грибом — *Oospora pustulans* Owen a. Wak. (Лехнович, 1953; Неофитова, 1957). Имеющиеся в русской (Неофитова, 1951, 1957; Лехнович, 1953; Хробрых, 1958) и иностранной литературе (Pethybridge, 1915; Owen, 1920; Shapovalov, 1923) сведения об этой болезни касаются лишь морфологической картины поражения и биологических особенностей возбудителя; однако нет работ, направленных на исследование физиологии и биохимии пораженного клубня под воздействием гриба.

Мы поставили себе задачей выявить сдвиги некоторых физиологических и

в течение 3 час. на кипящей водяной бане. Дальнейшее определение сахаров производилось по методу Берт рана. Азот определялся методом Кьельдаля. Определение белкового азота производилось осаждением по Барнштейну-Штутцеру. Осадок сжигался с концентрированной серной кислотой. Водоудерживающая способность клубней определялась в вырезанных из клубней «свечках». Мерой измерения служила разность скоростей потери воды «свечками» за 1 час просушивания при 20°.

Определение интенсивности дыхания показало возрастание ее в сильно пораженных клубнях на 44—53%. Учитывая, что окислительная система ферментов играет исключительную роль в процессе дыхания, вполне естественно предположить, что возрастание интенсивности дыхания тканей клубней связано с активизацией окислительных ферментов.

Как видно из рис. 1, в клубнях с незначительными пятнами активность окислительного фермента пероксидазы ниже, чем в здоровых клубнях. Но по мере увеличения степени поражения активность ее повышается. С целью выяснения, активируется ли пероксидаза во всей массе клубня или усиление ее действия носит локальный характер, приуроченный к зоне, лишь непосредственно примыкающей к поверхности клубня, определялась активность фермента во внутренних и наружных (толщиной 0.7—1.0 см) тканях отдельно (табл. 1).

Таблица 1  
Активность пероксидазы в тканях здоровых и больных клубней картофеля (в мл 0.1 н КМпО<sub>4</sub> на 1 г сухого вещества)

Состояние клубней	Место отбора образца	Внутренние ткани	Наружные ткани	Соотношение: наружные внутренние
Здоровые.	Совхоз «Индустрия».	107.4	156.7	1.5
Пораженные.		40.2	285.8	7.1
Здоровые.	Полярная опытная станция ВИР (ПОСВИР).	95.2	130.3	1.4
Пораженные.		73.0	312.0	4.3

Из данных табл. 1 видно, что активность пероксидазы возрастает в наружных слоях пораженного клубня, а во внутренних, наоборот, подавляется. Такое поведение растения-хозяина является, видимо, ответной реакцией на внедрение в клетку гриба. Возможно также, что это обусловлено активностью ферментов, вырабатываемых в гифах.

Полученные данные говорят о заметном снижении содержания аскорбиновой кислоты в больных клубнях (рис. 2). Во внутренних тканях содержание ее падает на 25.7—47.4%, в наружных — на 16.0—68.5% по сравнению со здоровыми.

Под влиянием инфекции происходят большие сдвиги в углеводном обмене клубней. По мере увеличения степени поражения в тканях клубней повышается содержание моносахаров, достигая в сильно пораженных 148.7% от здоровых (рис. 3). Во фракции сахарозы закономерных изменений мы не обнаружили. Одновременно с обогащением тканей пораженного клубня моносахарами идет убыль содержания трудно гидролизующихся сахаридов и крахмала. Содержание последнего в абсолютно сухом веществе падает на 7% по сравнению со здоровыми.

В результате сдвигов в обмене подвижных углеводов сильно падает соотношение между крахмалом и

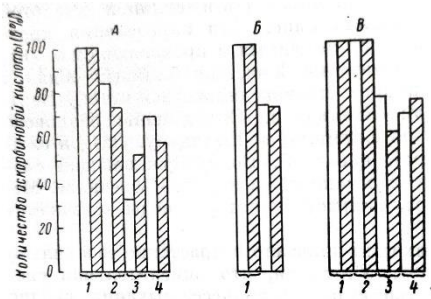


Рис. 2. Содержание аскорбиновой кислоты в здоровых тканях и в тканях, пораженных ооспозом клубней.  
А — хранилище ПОСВИР; Б — хранилище совхоза «Индустрия»; В — совхоз «Торгмортранс». 1 — клубни здоровые; 2 — пораженные на 10—15%; 3 — пораженные на 50%; 4 — сильно пораженные. Заштрихованные столбики — внутренние ткани, незаштрихованные — наружные ткани.

сахарами. Так, если у здоровых клубней отношение крахмала составляет 4,2, то по мере увеличения степени поражения оно убывает соответственно до 3,7, 3,4 и 2,7. Однако общая сумма подвижных углеводов мало изменяется, так как в обмен, видимо, вовлекаются и высокомолекулярные углеводы — гемицеллюлозы и клетчатка — вследствие разрушительного действия гифов гриба.

Под влиянием инфекции происходят сдвиги также в обмене азотистых веществ. В пораженных клубнях происходит гидролиз белков. Вследствие этого уменьшается доля белков в общем количестве азотистых веществ, что приводит к нарушению соотношения между белками и небелковыми азотистыми веществами (рис. 4). Так, в здоровых клубнях это соотношение равно 2,13, в пораженных на 10—15% — 2,16, на 50% — 1,87 и в сильно пораженных — 1,44.

Белок как гидрофильное вещество играет важную роль в поглощении и удерживании клетками воды. Предполагая, что ткани больных клубней вследствие частичного гидролиза белков должны обладать пониженной способностью удерживать воду, мы провели сравнительное определение водоудерживающей способности здоровых и больных клубней. Как видно из табл. 2, «свечки», вырезанные из здоровых клубней, за 1 час просушивания теряют в среднем 16,1% от первоначального веса, «свечки» из пораженных клубней — 18,0%.

Скорость потери воды тканями больных клубней на 8,8—13,7% выше, чем у здоровых клубней, что объясняется снижением их водоудерживающей способности. Подтверждается это также данными по содержанию в клубнях сухого вещества.

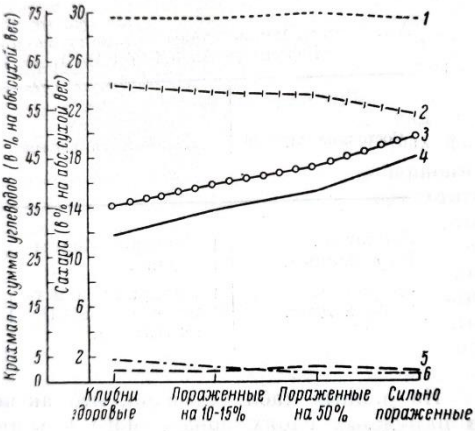


Рис. 3. Содержание углеводов в здоровых клубнях и в клубнях, пораженных ооспорозом. 1 — сумма углеводов; 2 — крахмал; 3 — сумма сахаров; 4 — моносахара; 5 — сахара; 6 — трудно гидролизуемые углеводы.

Таблица 2  
Водоудерживающая способность тканей здоровых и больных клубней

Состояние клубней	Вес «свечек» (в г)	Потеря воды (в % от первоначального веса)	Потеря воды больными клубнями (в % от здоровых)
Здоровые .....	4.20	16.2	100.0
	4.65	16.1	100.0
	4.93	16.1	100.0
Среднее .....	4.59	16.1	100.0
Пораженные .....	4.37	17.6	108.8
	4.71	18.3	113.7
	4.89	18.0	111.8
Среднее .....	4.66	18.0	111.4

Анализируя полученные данные, можно полагать, что патологические изменения физиологических и биохимических процессов клубня картофеля, пораженного ооспорозом, обязаны физиологической активности паразита и ответной реакции питающего его клубня.

При поражении клубня активность окислительного фермента пероксидазы в

первый период падает, а при дальнейшем усилении болезни сильно повышается. Видимо, проникновение в ткани клубня гифов паразита вначале действует подавляюще, но затем клетки растения мобилизуют все средства защиты, и при дальнейшем распространении гифов активность фермента в тканях клубня сильно повышается. Сдвиги в окислительных процессах, видимо, играют решающую роль с точки зрения сопротивляемости инфекции. В литературе встречаются указания о положительном значении высокой окислительной активности тканей растения для его устойчивости (Опарин и Купленская, 1936), в явлениях сопротивляемости (Рубин, Арциховская, 1948). По К. Т. Сухорукову (1937), возрастание окислительных процессов играет отрицательную роль, так как пероксидаза участвует в процессах, в результате которых активируются окислительные некрозы в ткани, приводящие к ее отмиранию. Можно предполагать, что наблюдаемые на кожице клубня темные пятна являются следствием усиления окислительных процессов активной защитной реакцией ткани на инфекцию.

В пораженных клубнях идет интенсивный гидролиз крахмала и белков, вследствие чего нарушается соотношение между крахмалом и сахарами, между белками и небелковыми азотистыми веществами. Патологические изменения углеводного и азотистого обмена при поражении клубней могут быть вызваны раздражающим действием гифов гриба или активацией ферментов в тканях вследствие разлагающего действия гифов (Купревич, 1947).

Для предотвращения развития ооспороза В. К. Неофитова (1957) рекомендует просушивать клубни картофеля перед закладкой на хранение. Хорошие результаты дает способ, разработанный сотрудником Полярной опытной станции ВИР М. К. Знаменской. Она предложила способ протравливания пораженных клубней сразу после уборки 1.3%-м препаратом НИУИФ1 из расчета 1:400 с экспозицией от 1 до 5 мин. (Хробрых, 1958).

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. В клубне картофеля, пораженном ооспорозом, происходят сдвиги в окислительной системе, в обмене углеводов и азотистых веществ, изменяется водоудерживающая способность тканей.

2. Интенсивность дыхания повышается на 44—53% по сравнению со здоровым клубнем. Деятельность пероксидазы возрастает в наружных слоях клубня в 1.8—2.4 раза. Наблюдаемые на кожице клубня темные пятна являются, видимо, следствием усиления окислительных процессов.

3. Содержание аскорбиновой кислоты снижается на 25—47% во внутренних тканях и на 16—68% — в наружных.

4. В пораженном клубне идет гидролиз крахмала и одновременно

5. крахмал увеличение количества моносахаров. Соотношение  $\frac{\text{крахмал}}{\text{сахар}}$ , равное в здоровом клубне 4.2, падает до 2.7.

6. Интенсивный протеолиз приводит к нарушению соотношения между белками и небелковыми азотистыми веществами; в здоровом клубне величина эта выражается числом 2.13, в пораженном — 1.44.

7. Распад белков в клубне влечет за собой снижение водоудерживающей способности тканей на 8.8—13.7%.

8. Болезнь является сильно вредоносной, так как при длительном хранении (в Мурманской области 9 месяцев) в результате сдвигов в обмене веществ больной клубень теряет ценные питательные и посевные качества.

## ЛИТЕРАТУРА

- Купревич В. Ф. 1947. Физиология больного растения. Изд. АН СССР, М.—Л.
- Лехнович В. С. 1953. Ооспороз клубней картофеля. Селекция и семеноводство, № 4.
- Неофитова В. К. 1951. Болезни растений Мурманской области. Мурманск.
- Неофитова В. К. 1957. Бугорчатая парша (ооспороз) клубней картофеля, вызываемая грибом *Oospora pustulans* Owen and Wak. Ботан. журн., т. 42, № 6.

- О п а р и н А. И. и О. И. К у п л е н с к а я. 1936. Иммуитет корня сахарной свеклы. Сб. «Проблемы иммунитета культурных растений», Изд. АН СССР, М.
- П р о к о ш е в С. М. 1944. Раневое образование витамина С в картофеле. Биохимия, № 1.
- Р у б и н Б. А. и Е. В. А р ц и х о в с к а я. 1948. Биохимическая характеристика устойчивости растений к микроорганизмам. Изд. АН СССР, М.—Л.
- С у х о р у к о в К. Т. 1937. Изучение признаков устойчивости сортов хлопчатника к вилту и гоммозу. Тр. Инет, физиологии растений им. Тимирязева АН СССР, т. 2, вып. 1.
- Х р о б р ы х Н. Д. 1958. Ооспороз на сортах и видах картофеля. Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции, т. 33, вып. 1.
- Я ч е в с к и й А. А. 1930. Справочник фитопатологических наблюдений.
- Carruthers W. 1904. Diseases of plants potatoes. J. Roy. Agric. Soc. England, 65.
- Owen M. N. 1920. The skin spot disease of potato tubers. J. Minist. Agric., 12.
- Petgybridge G. H. 1915. Investigations on potato diseases. D. Dep. Agric. Ireland, 15, 3.
- Shapovalov M. 1923. Relation of potato skin spot to powdery scab. J. Agric. Res., 23.

Е. В. Шлякова

## СИЛОСОВАНИЕ КАК ПРИЕМ, ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЙ ЗАСОРЕНИЕ ПОСЕВОВ

Овес и викоовсяная травосмесь возделываются в Мурманской области и в других районах Севера СССР как кормовые культуры. Они засорены обычно мокрицей [*Stellaria media* (L.) Суг.] — наиболее злостным сорняком посевов области. Растения же с засоренных участков скармливаются в свежем виде. При прохождении через кишечный тракт животных сохраняется до 30% жизнеспособных семян мокрицы (Шлякова, 1958). Хранение навоза, обеспечивающее гибель семян сорняков, в области не организовано.

В «Агротехнических указаниях для Мурманской области» (Ермолаева и Турнас, 1948) отмечается, что в навоз семена сорняков попадают при скармливании животным сена и силоса. Таким образом, считается, что кормление не только сеном, но и силосом из трав с засоренных участков способствует дальнейшему засорению посевов.

Мы заинтересовались вопросом влияния силосования на жизнеспособность семян мокрицы. Определенных данных по этому вопросу в литературе нет. По данным Тилдсли (Tildsley, 1936—1937, цит. по: Альгрен, Клингмен Вольф, 1953), семена сорняков теряют всхожесть при помещении в силос через 10—20 дней. Однако нам известны указания С. А. Котта (1947) о том, что семена повики в силосе сохраняют всхожесть на 36—78%. С. А. Котт (1947) рекомендует использовать сорняки для силосования до их обсеменения.

Ежегодно в течение пяти лет в период кормления животных силосом мы определяли всхожесть семян мокрицы из силоса от трех- до восьмимесячной давности.<sup>х</sup> Пробы брались еженедельно с различных глубин силостных ям по мере их вскрывания с поверхности до дна (с глубин 40, 55, 100, 115 см и т. д.), в силосной башне — с глубин от 3 до 6 м.



Влияние силосования на жизнеспособность семян *Stellaria media* Z. Суг.

1 — зародыш контрольного семени на 4-й день прорастивания (на 8-й день зародыши контрольных семян имели морфологические признаки всходов растений); 2 — зародыш семени, подвергнувшегося силосованию, на 8-й день прорастивания.

<sup>х</sup> Пробы силоса брали в подсобном хозяйстве «Индустрия».

Для определения всхожести семян мы проращивали их на фильтровальной бумаге при различных температурах (20—24°, 5—15°). Из каждой пробы брали по 300—1000 семян. Проращивание велось в течение 30—144 дней. После 15—30-дневного проращивания семенная кожура обычно накалывалась с целью обеспечения доступа воздуха и воды к зародышу. Кроме того, семена из силоса и контрольные подвергались действию отрицательных температур (до 20°) в течение 40—36 суток.

Во всех вариантах проращивания на фильтровальной бумаге не было обнаружено всхожих семян мокрицы, между тем как у семян, не подвергавшихся силосованию, всхожесть колебалась от 70 до 100% (см. таблицу). При проращивании семян в почве в количестве 300 шт. из каждой пробы в течение 23—144 дней не отмечено прорастания. Семена же, не подвергавшиеся силосованию, давали до 70% прорастания (см. таблицу).

Влияние силосования на всхожесть семян мокрицы

Состав силоса	Глубина взятия пробы (в см)	Длительность силосования (в днях)	Количество проращиваемых семян	Длительность проращивания (в днях)	Всхожесть семян			
					при проращивании на бумаге			при проращивании в почве
					ненаколотых	наколотых	стратифицированных	
Овес .....	От поверхности до 200 см	60—173	300—1000	56—144	0	0	0	0
Овес—многолетние злаки .....	300—600	133—162	300—1000	60—83	0	0	0	0
Овес—ботва картофеля—листья капусты .....	50—600	147—195	300—1000	35—108	0	0	0	0
Ботва картофеля—листья капусты .....	От поверхности до 200 см	160—208	300	24—60	0	0	0	0
Контроль (семена, не подвергавшиеся силосованию) .....	—	—	300	23—60	70	100	99-100	70

Семена, извлеченные из силоса, в основном имеют форму и размеры набухших нормальных семян с твердым периспермом. Зародыш их имеет коричневатый цвет, тогда как у семян, не подвергавшихся силосованию, он беловато-желтый.

Параллельно с определением всхожести семян по изложенной методике мы изучали жизнеспособность зародышей семян мокрицы из силоса и контрольных (не подвергавшихся силосованию). С этой целью зародыши, освобожденные от семенной кожуры и перисперма, проращивались на фильтровальной бумаге в течение 5—10 суток. О жизнеспособности мы судили по общему увеличению их размеров, расхождению и позеленению семядолей. Все это наблюдалось у зародышей контрольных семян. У зародышей семян из силоса подобных явлений не отмечено (см. рисунок).

Окрашивание зародышей семян индиго-кармином (1:1000) подтвердило потерю жизнеспособности зародышей семян из силоса.

Результаты опыта дают основание считать, что силосование губительно отражается на жизнеспособности зародышей семян мокрицы.

Подобные данные получены нами при проращивании семян торицы посевной (*Spergula sativa* Boenn.) и щавелька (*Rumex acetosella* L.).

Из изложенного следует, что семена мокрицы теряют способность к прорастанию после 2—3 месяцев силосования. Скармливание животным силоса, содержащего семена мокрицы, не представляет сколько-нибудь серьезной опасности в отношении последующего засорения почвы при использовании навоза в качестве удобрения. То же можно сказать в отношении семян торицы посевной и



щавелька.

Следовательно, для предупреждения дальнейшего засорения посевов травы с засоренных участков необходимо подвергать силосованию и только после этого использовать в качестве корма животным.

## ЛИТЕРАТУРА

- Альгрен Д. Г., Г. Клингмени Д. Вольф. 1953. Борьба с сорными растениями. ИЛ, М.
- Ермолаева Н. И., П. А. Турнас. 1948. Агротехнические указания для Мурманской области. Изд. 5-е, доп. и переработ., Мурманск.
- Котт С. А. 1942. Об использовании сорняков на корм животным. Соц. сельск. хоз., № 5.
- Котт С. А. 1947. Биологические особенности сорных растений и борьба с засоренностью почвы. Сельхозгиз, М.
- Шлякова Е. В. 1958. Сорные растения Мурманской области и меры борьбы с ними. Кировск.

---

Э. Н. Езрух

## К МОРФОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ АЗОТОБАКТЕРА КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Известно, что в разнообразных почвенных и климатических условиях создаются разновидности азотобактера, отличающиеся по морфологическим и физиологическим признакам. Так, например, из засоленных почв Н. Н. Сушкина

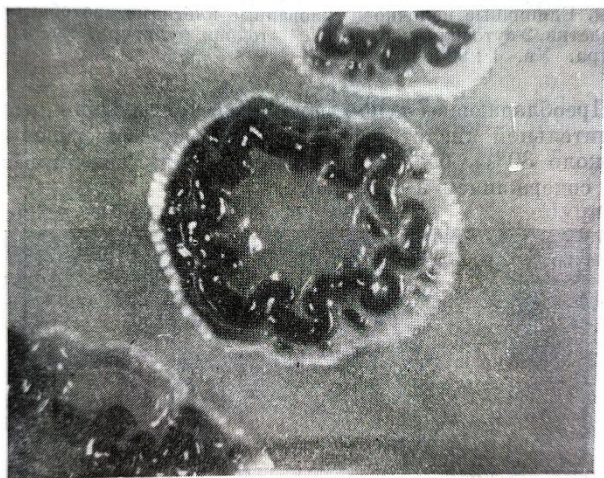


Рис. 1. Колония азотобактера I группы на среде Эшби с сахарозой. 10-суточная культура. Ув. 1 : 4.

(1948) выделила своеобразную форму азотобактера, которая была определена Н. А. Красильниковым (1949) как самостоятельный вид. Из кислых почв (с  $\text{pH} = 3.0$ ) Индии Старкей и Де (Starkey and De, 1939) выделили форму азотобактера, отличающуюся от типичного *Azotobacter chroococcum* Beijerinck рядом морфологических и физиологических признаков, и отнесли его к новому виду *Azotobacter indicum* Starkej et De. Чан (Tchan, 1954) выделил из кислых почв окрестностей Сиднея азотобактер, развившийся при  $\text{pH} = 4.75$ ; Суто (Suto, 1954) обнаружил кислотоустойчивый азотобактер в вулканическом пепле района Тахоку; Енсен (Eensen, 1955) установил, что выделенная из кислой садовой почвы форма азотобактера фиксирует азот при  $\text{pH} = 5.50$ . Автор относит этот организм к

*Azotobacter macrocytogenes* n. sp. Блинков (1955) также показал, что в почвах Сибири распространена бесцветная форма азотобактера, обладающая способностью фиксировать азот в кислых средах (рН = 5.5); автор считает эту форму вариацией *Azotobacter chroococcum* Beijerinck.

Вследствие высокоширотного положения Кольского полуострова лето здесь прохладное, вегетационный период короткий. Почва оттаивает только в мае, а в сентябре снова замерзает.

Температура

почвы и в теплый период редко достигает 15°; ни один летний месяц не свободен от заморозков.

Годовое

количество

осадков высокое.

По характеру

растительного покрова выделяются тундровая, лесотундровая и лесная зоны. Преобладающим типом почв являются подзолы, характеризующиеся значительной кислотностью, очень низкой насыщенностью основаниями (около 30%), бедностью питательными веществами и незначительным содержанием в них азота.



Рис. 2. Культура азотобактера I группы. Единичные палочковидные клетки. 2-суточная культура. Ув. 1 : 900.

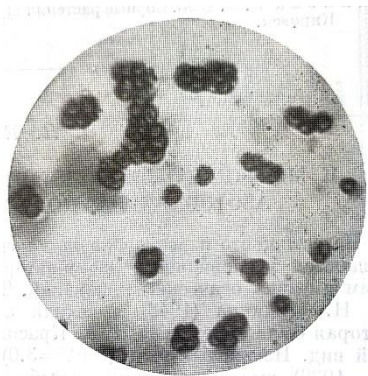


Рис. 3. Сарциноподобные пакеты, образованные клетками азотобактера. 25-суточная культура. Ув. 1 : 900.

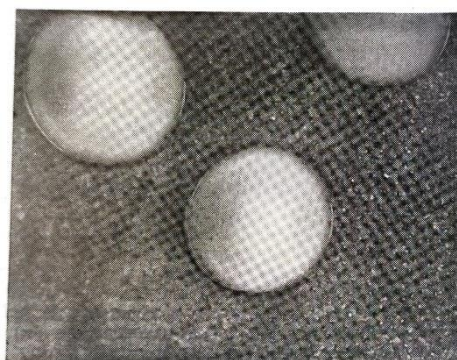


Рис. 4. Колония азотобактера II группы на среде Эшби с сахарозой. 10-суточная культура. Ув. 1 : 4.

Экспериментальная часть работы была выполнена в Лаборатории микробиологии Биологического отдела Кольского филиала Академии наук СССР в 1947—1955 гг.

Из целинных, окультуренных почв Мурманской области нами выделены 102 культуры азотобактера. Все эти культуры можно и тепличных разделить на две группы.

I группа характеризуется темно-коричневым, почти черным пигментом, не проникающим в среду. Цикл развития клеток у этих форм протекает обычно, как у типичного *Azotobacter chroococcum* Beijerinck. Колонии на плотных средах складчатые, выпуклые (рис. 1). В молодом возрасте клетки подвижны. Они имеют вид удлинённых палочек с закругленными концами, размером от  $6.4 \times 2.3$  до  $3.3 \times 1.8 \mu$  (рис. 2). В дальнейшем продолговатые клетки укорачиваются, округляются, становятся кокковидными. В старых культурах часто встречаются скопления клеток в виде сарциноподобных пакетов и цепочек по 3—4 клетки (рис. 3). Плазма



Таблица 1  
Фиксация атмосферного азота культурами азотобактера  
Кольского полуострова за 10 суток при температуре 20°

Группы азото-бактера	№ культуры	pH среды, начальная	Потреблено глюкозы (в мг на 100 г среды)	Фиксировано азота (в мг на 100 г среды)	Фиксировано азота (в мг на 1 г потребленного сахара)
I	5	4.94	384	1.03	2.6
		5.54	440	3.0	6.3
		6.47	564	4.9	8.3
		7.37	655	9.0	13.7
	629	4.94	350	1.5	4.3
		5.54	620	3.26	5.04
		6.47	670	5.7	8.3
		7.38	820	10.2	12.3
	607	4.94	240	1.0	4.0
		5.54	591	4.0	6.7
		6.47	910	7.3	8.1
		7.38	1003	10.7	10.6
II	457	4.94	294	0.9	3.0
		5.54	360	1.58	4.0
		6.47	522	4.0	7.6
		7.38	1000	10.4	10.6
	572	4.94	260	1.96	3.0
		5.54	560	3.5	6.2
		6.47	675	6.0	8.8
		7.38	803	10.2	12.7

клеток в старых культурах зернистая. На безазотистых средах с углеводами эта форма хорошо развивается, особенно хорошо усваиваются декстрин, крахмал, инулин, глюкоза. Слабо растет на средах с МПБ, МПА и с солями органических кислот. Фиксирует азот воздуха при pH = 4.94 (2.6 мг на 1 г потребленного сахара).

На основании морфологического и физиологического исследований эта форма отнесена нами к виду *Azotobacter chroococcum* Beijerinck, но она отличается от типичной формы способностью фиксировать азот воздуха при низком значении pH среды (4.9).

Ко II группе отнесены культуры азотобактера, дающие на агаре Эшби гладкие, сначала молочно-белые, с возрастом буреющие колонии (рис. 4). Клетки в молодом возрасте круглые и слегка овальные, весьма подвижные. Размеры клеток от 3—4 × 2.6 до 1.7 × 2.8 ц. На жидких средах подвижность клеток сохраняется больше месяца. Плазма клеток крупнозернистая. С возрастом форма клеток мало изменяется, сарциноподобных пакетов не образуется (рис. 5).

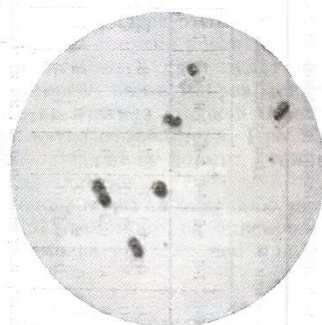


Рис. 5. Азотобактер II группы на агаре Эшби с сахарозой. 15-суточная культура. Ув. 1 : 900.

Эти формы тоже слабо растут на белковых средах. Они ассимилируют разнообразные источники углерода. Культуры азотобактера, дающие бурый пигмент, являются своеобразными формами *Azotobacter chroococcum* Beijerinck, отличающимися от описанных в литературе своими культуральными и морфологическими свойствами. Последнее дает нам основание считать эту форму вариантом *Azotobacter chroococcum* Beijerinck — *Azotobacter chroococcum* var. *chibine use mihi*.

Исследования фиксации атмосферного азота проводились как с темно-пигментированными (I группа) так и с бурыми (II группа) культурами. Количество фиксированного азота определялось после десятисуточного культивирования на жидкой среде Эшби с глюкозой. Среда Эшби готовилась на фосфатном буфере Зёренсена с интервалами pH от 4.94 до 7.78.

Данные этих опытов приводятся в табл. 1. Представители обеих групп азотобактера обладают почти одинаковой способностью усвоения азота

Таблица 2  
Размеры колоний кольских штаммов азотобактера при развитии в разных температурных условиях (в мм)

Группа азото- бактера	№ штамма	Дни развития при 0°								Дни развития при 10°								Дни развития при 15°								Дни развития при 20°								Дни развития при 28°							
		2-дн		3-дн	4-дн	5-дн	7-дн	8-дн	2-дн		3-дн	4-дн	6-дн	7-дн	8-дн	2-дн		3-дн	4-дн	6-дн	7-дн	8-дн	2-дн		3-дн	4-дн	6-дн	7-дн	8-дн	2-дн		3-дн	4-дн	6-дн	7-дн	8-дн					
		5	629	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0	0.5	2.5	4.0	4.5			
I {	629	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	1	2	3	5	6	0	0	0	4	6	8.5	6	6	0	0	0.5	2	3	0	2	4.5	7	9	12.0	12.5					
	641	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	1	0.2	0	0	2.5	7	10.5	2.5	8.5	3	3.5	4.5	8	10	3	3	3.5	5	8	8.0	8.0						
II {	457	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	2	0	4	4	0	0	0.5	2.5	4.5	6	6.5	2	2	3.5	4.5	6	7	2	2	2	4	7	8	8					
	572	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0.4	1	2	0	0	0	0	2	6	7	8.2	2	5	7	8	8	8	3	5	6	8	8.2	8.5							

Примечание. Данные, полученные при 35°, мы не приводим, так как рост при этом был очень слабым.

атмосферы. На кислых средах с рН = 4.9 темнопигментированные культуры фиксируют на 1 г потребленного сахара от 2.6 до 4.3 мг азота, а буропигментированные — 3 мг. По мере повышения рН интенсивность азотфиксации у обеих групп азотобактера повышается, достигая в отдельных случаях до 12.7— 13.7 мг азота на 1 г сахара.

В практическом отношении особый интерес представляет свойство Кольских культур азотобактера фиксировать азот воздуха при кислой реакции среды.

Одним из факторов, определяющих развитие азотобактера, является также температура. Почвы Кольского полуострова отличаются низкими температурами, неблагоприятными для развития микроорганизмов, поэтому процессы жизнедеятельности микрофлоры, в том числе азотобактера, в условиях низких температур в почвах протекают вяло. Нас интересовал вопрос, насколько приспособлен азотобактер к росту при температурах в интервале от 0 до 35°.

Влияние температуры мы учитывали следующим образом. Изолированные колонии получили обычным методом: на плотную агаровую поверхность наносилась капля суспензии (0.01 мл), которая

затем тщательно растиралась шпателем. Величина развившихся колоний ежедневно измерялась линейкой. Каждый опыт ставился в трехкратной повторности. Исследования проводились при температурах 0, 10, 15, 20, 28 и 35°. Нулевую температуру мы получали, помещая чашки Петри в сосуд с тающим снегом, положительные — с помощью термостата. Данные опыта по влиянию температуры на рост колоний азотобактера по дням приводятся в табл. 2.

Как видно из таблицы температурный оптимум для развития азото-бактера находится между 20 и 28°. На вторые сутки на плотной среде Эшби при 20° вырастают колонии диаметром 2—3 мм. Предельных размеров при этой температуре они достигают только на 7—8 сутки роста (до 10 мм диаметром). При 10° рост замедлен. Колонии через 8 дней культивирования достигают величины лишь 2—3 мм, а при 0° они в 100 раз меньше, чем при 20°. Выращивание при низкой и относительно высокой температуре неблагоприятно влияет на рост и развитие азотобактера. При 35 и 0° все культуры росли слабо и давали инволюционные формы: длинные, колбовидные, шаровидные, сильно раздутые клетки.

Т а б л и ц а 3

Влияние температуры на эффективность фиксации азота азотобактером

Штаммы	20°			28°		
	потреблено глюкозы (в мг на 100 мл среды)	фиксировано азота (в мг)		потреблено глюкозы (в мг на 100 мл среды)	фиксировано азота (в мг)	
		на 100 мл среды	на 1 г потребленного сахара		на 100 мл среды	на 1 г потребленного сахара
5	655	9.0	13.7	520	10.2	10.4
457	1000	10.4	10.6	890	9.6	10.7
572	803	10.2	12.7	920	8.4	9.1
629	820	10.2	12.3	746	10.2	13.6
607	1003	10.7	10.6	730	7.0	9.0

В табл. 3 приведены данные о влиянии температуры на фиксацию азота. Наблюдения показали, что штаммы 5 и 572 азотобактера фиксировали азот воздуха несколько интенсивнее при температуре 20°, чем при 28°.

### Выводы

1. Из почв Кольского полуострова выделены две формы азотобактера, отнесенные нами к виду *Azotobacter chroococcum* Beijerinck.
2. По культуральным и морфологическим признакам I группа азотобактера (культуры 5, 629, 772) сходна с *Azotobacter chroococcum* Beijerinck, хотя и отличается от нее способностью фиксировать азот при низких значениях pH (4.9).
3. II группа азотобактера (культуры 457, 572) отличается по культуральным, морфологическим и физиологическим свойствам от типичной формы *Azotobacter chroococcum* Beijerinck.

На плотной среде Эшби колонии гладкие, выпуклые, сначала молочно- белые, затем желтые и с возрастом окрашиваются в желтовато-бурый цвет. Клетки имеют слегка овальную форму, мало изменяющуюся с возрастом. Сарциноподобных пакетов не образуется. При pH = 4.9 фиксирует азот воздуха до 4.3 мг, а при pH = 7.4 — до 13.7 мг азота на 1 г потребленного сахара.

Это дает нам основание считать эту форму новой разновидностью *Azotobacter chroococcum* Beijerinck, var. *chibinense* var. nova.

4. Оптимальная температура для развития азотобактера лежит очевидно между 20 и 28°, но развитие на плотной среде происходит даже при 0°, колонии при этой температуре достигают 1—2 мм через 7—8 дней после посева.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б л и н к о в Г. Н. 1955. Об азотобактере, устойчивом к кислой реакции окружающей среды. Микробиология, т. XXIV, № 4.
- К р а с и л ь н и к о в Н. А. 1949. Определитель бактерий и актиномицетов. Изд. АН СССР, М.
- С у ш к и н а Н. Н. 1948. Азотобактер засоленных почв, его распространение и характеристика. Сообщ. 1. Вести. МГУ, № 7.
- Eensen H. L. 1955. *Azotobacter macrocytogenes* n. sp. Acta agric. Scand., N 2—3.
- Starkey R. L. and P. K. De. 1939. A new species of *Azotobacter* Soil. Soil Sci., v. 47, N 4.
- Suto 1954. An acid fast azotobacter in a volcanic ash soil. Sci Repts. Res. Insts. Tohoku Univ., D 6, N 1.
- Tchan I. T. 1954. *Azotobacter bejerinckii* var. *acidotolerans* Proc. Linn. Soc. N. S. W.

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ПРИЖИВАЕМОСТЬ АЗОТОБАКТЕРА В ПОЧВАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА<sup>ХІ</sup>

По данным ряда авторов, одним из главнейших факторов, определяющих приживаемость и развитие азотобактера в почвах, является реакция среды. Многие исследователи (Christensen, 1923; Lipman, 1907; Gainiy a. Fowler, 1945; Мишустин, Семенович, 1939; Сушкина, 1949; Сушкина и Сергунина, 1955, и др.) считали, что развитие азотобактера не происходит при pH ниже 6.0. В то же время некоторые исследователи (Starkey a. De, 1939; Tchan, 1953; Eensen, 1955; Павлович, 1953; Suto, 1954; Блинков, 1955; Петренко, 1953; Смалый, 1939) выделили культуры азотобактера из кислых почв с pH ниже 6.0 и даже с pH = 3.0.

Противоречивыми являются также данные о возможности нормальной физиологической деятельности азотобактера в течение длительного периода при внесении его в кислые дерново-подзолистые почвы.

Исследования Мишустина, Семенович и Бахаревой (Мишустин, Семенович, 1939) показали, что азотобактер, внесенный в кислые почвы (с pH от 4.5 до 5.0), быстро погибает. Сушкина и Сергунина (1955) также наблюдали, что при искусственном внесении азотобактера в дерново-подзолистые почвы с сильно выраженным подзолистым процессом он погибает через 2 часа. Однако Пушкинская-Купленская, изучив влияние на азотобактер pH почвы 5.5, а Гельцер и Поперекова — pH почвы 4—6.0, пришли к заключению, что при внесении даже в столь кислые почвы азотобактер может выживать длительное время.

Для выяснения вопроса о распространении и развитии азотобактера в почвах Мурманской области нами были проанализированы разные типы целинных и окультуренных почв, а также некоторые растения.

Таблица 1

Распространение азотобактера в почвах, в породах и на растениях Мурманской области

Почвы, породы и растения	Целинные почвы		Окультуренные почвы	
	всего исследовано образцов	из них обнаружен азотобактер	всего исследовано образцов	из них обнаружен азотобактер
Дерноволуговые (аллювиальные) суглинистые .....	1	0	1	1
Дерноволуговые, глееватые, песчаные .....	1	0	—	—
Подзолы железистые песчаные .....	60	1	93	4
Слабоподзолистые, примитивные, неразвитые .....	12	6	—	—
Слабоподзолистые, суглинистые .....	8	1	12	5
Гумусовожелезистые подзолы песчаные .....	23	7	31	10
Подзолисто-болотные .....	1	0	1	1
Торфяно-перегнойная (маломощная) низинных болот ..	21	0	15	4
Сфагново-торфяные верховых болот .....	8	0	0	0
Парниковые почвы .....	—	—	62	62
Ил .....	7	0	—	—
Ракушечник морской .....	1	1	—	—
Морские водоросли .....	12	0	—	—
Всего .....	155	16	215	87

В табл. 1 приведены данные по распространению азотобактера в почвах,

<sup>ХІ</sup> Работа выполнена в Лаборатории микробиологии Кольского филиала АН СССР в 1951—1955 гг.

породах и на растениях Мурманской области.

Из табл. 1 видно, что азотобактер обнаружен в 15 из 135 исследованных образцов целинных почв, в 25 из 153 окультуренных и в 62 из 62 образцов парниковых почв. Эти данные противоречат выводам более ранних работ: до сих пор азотобактер не был обнаружен в почвах Кольского полуострова. Неудачи предыдущих исследователей могут быть объяснены, как нам кажется, тем, что они исследовали лишь небольшое количество образцов почв с ограниченных территорий. Так, например, Сушкина (1949) сделала заключение об отсутствии азотобактера в подзолах Кольского полуострова на основании исследования образцов одного почвенного профиля, и то через большой промежуток времени после их взятия.

Как видно из данных табл. 2, азотобактер обнаружен нами в целинных почвах в горизонтах  $A_0$ ,  $A_2$  и В. Большинство целинных почв имело слабокислую и кислую реакцию. Так, например, целинный гумусовожелезистый подзол, взятый в районе ст. Титан, имел рН солевой вытяжки 3.2 и водной 5.0, а гумусовожелезистый суглинистый подзол на морской глине из района Печенги рН солевой вытяжки почвы — 3.8 и водной — 4.95. В целинной примитивной почве на элювии доломитов азотобактер был обнаружен при щелочной реакции среды рН = 7.3 (солевой) и 7.9 (водной). Азотобактер обнаружен как в резко кислой, так и в щелочной среде. Существующее мнение о том, что кислотность лимитирует

Таблица 2  
рН целинных почв Кольского полуострова, в которых обнаружен азотобактер

Место взятия почвы	Почва	Горизонты	водной	солевой
ст. Хибинь.	Железистый подзол .....	$A_2$	5.04	4.35
	Подзолистая, супесчаная на карбонатной морене .....	$A_0$	6.0	5.4
	Подзолистая супесчаная .....	$A_2B$	6.0	5.4
ст. Титан.	Гумусовожелезистый подзол .....	В	5.0	3.2
	То же .....	$A_0$	6.4	6.2
	Примитивная на элюво-делювии известняков .....	—	6.9	6.3
	Примитивная на элювии доломитов ..	—	6.4	6.5
	То же .....	—	7.9	7.3
пос. Печенга.	Гумусовожелезистый суглинистый подзол на морских глинах .....	В	7.0	6.0
	То же .....	В	4.95	3.8
	Гумусовожелезистый суглинистый ...	В	5.0	4.55
	Гумусовожелезистый подзол .....	$A_2$	5.5	3.6
пос. Ковдора.	Гумусовожелезистый подзол на коренной породе финитах .....	$A_0$	5.1	3.8
	То же .....	В	5.8	4.4
	Слабоподзолистая песчаная почва на элювии карбоната .....	$A_2A_0$	6.8	6.45

распространение азотобактера в почвах, нашими данными не подтверждается: азотобактер оказался хорошо приспособленным к кислой реакции среды. Приводим данные химического анализа некоторых почв, в которых обнаружен азотобактер (табл. 3).

Азотобактер был обнаружен нами как в почвах, содержащих относительно большое количество фосфора и калия, так и в почвах с незначительным количеством этих элементов. Как видно из табл. 3, азотобактер выделен из почв Кольского полуострова, значительно различающихся по своим химическим свойствам. Общими для большинства почвенных разностей, в которых обнаружен азотобактер, являются кислая и слабокислая реакции почвы, высокое в

большинстве случаев содержание фосфора и калия и незначительное количество кальция. Из приведенных нами данных можно заключить, что наличие высокой кислотности и ненасыщенность основаниями подзолистых почв не препятствуют развитию в них азотобактера.

Для выяснения вопроса о выживаемости и развитии азотобактера в ризосфере растений нами был проведен ряд опытов, главным образом, на подзолистых почвах, с местным штаммом азотобактера.

Опыты были поставлены в 1953 г. с азотобактером штамма 5 в стеклянных сосудах размером 30х16 см. Сосуды набивались почвой (железистый подзол) с экспериментального поля Кольского филиала АН СССР (рН почвы водной вытяжки 5.58, солевой — 5.04). Анализ почвы на содержание азотобактера был отрицательным.

Таблица 3  
Химическая характеристика почв Мурманской области, из которых выделен азотобактер<sup>xii</sup>

№ образца	Место взятия образца	Почва	рН вытяжки		Гумус (в %)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в мг на 100 г почвы	K <sub>2</sub> O в мг на 100 г почвы	Воднорастворимый Са мг-экв. на 100 г почвы	Сумма поглощенных оснований
			соле- вой	вод- ной					
457	Полярно-альпийский ботанический сад.	Супесчаная гумусоиллювиальная; 20 лет окультуривания .....	4.50	5.09	9.3	59.6	18.0	0.125	25.8
772	ст. Хибины.	Железистый песчаный подзол; 30 лет окультуривания .....	3.90	5.60	2.76	29.5	47.0	0.070	2.86
788	Кольский район, совхоз «Арктика».	Слабоподзолистая суглинистая; 17 лет окультуривания .....	4.95	6.45	1.80	51.3	38.0	0.130	3.66
629	ст. Апатиты, совхоз «Индустрия».	Парниковая почва .....	5.50	6.30	3.12	147.6	55.0	0.250	24.42
804	ст. Титан.	Подзолистая супесчаная на карбонатной морене .....	6.95	7.34	1.56	—	6.7	—	—
730	Кандакшша.	Подзолисто-заболоченная; окультуренная .....	4.30	4.66	2.92	88.0	32	0.105	12.92

В каждый сосуд вносилось по 3.68 г мела, 1.65 г суперфосфата, 0.74 г хлористого калия и 0.28 г сернокислого аммония, причем почва тщательно перемешивалась.

Посев производился наклонувшимися семенами овса по 30 шт. на каждый сосуд. Семена раскладывались в лунки глубиной 0.5 см. В каждую лунку после помещения в них семян наливало по 0.5 мл суспензии, содержащей 5000 клеток азотобактера. В контрольные сосуды азотобактер не вносился, а семена были политы 0.5 мл стерильной воды каждое, после чего засыпаны промытым и прокаленным мелким песком. Поливка вегетационных сосудов производилась по весу до 60% от полной влагоемкости почвы. Опыт ставился в пятикратной повторности.

Анализы на содержание азотобактера в ризосфере овса, бактеризованного и не бактеризованного азотобактером, производились методом предельных разведений 5 раз в течение вегетационного периода. В конце опыта был учтен сырой и сухой вес вегетационной массы овса.

Содержание азотобактера в ризосфере овса на железистом подзоле (в 1 г почвы) по срокам наблюдения оказалось следующим:

27 VIII ..... 1000  
19 IX ..... 10 000

<sup>xii</sup> Данные Лаборатории почвоведения Кольского филиала АН СССР.

6 X.....10 000  
19 X.....100 000  
21 X.....1 000 000

Как видно из приведенных данных, азотобактер хорошо размножался в течение всего периода вегетации, несмотря на низкую кислотность почвы (рН 5.04).

Выделенный из ризосферы овса азотобактер не отличался от исходного по своим морфологическим и культуральным признакам. Наряду с вегетационными в 1954 г. нами ставились и полевые опыты с картофелем. Посев производился, как обычно, яровизированными клубнями, поэтому 5 г торфяного азотобактерина (приготовленного нами на азотобактере штамма 5) вносилось в каждую лунку на клубень. Титр азотобактерина был 40 млн клеток в 1 г.

Далее приведены результаты полевого опыта с культурой картофеля на железистом подзоле с рН=4.6 (солевой) и 5.3 (водный).

Количество клеток азотобактера в ризосфере картофеля (в 1 г почвы) по фазам развития растения менялось следующим образом:

Кушение 5000  
Бутонизация 30 000  
Цветение 40 000  
Созревание 3000

Из этих данных следует, что азотобактер и в ризосфере картофеля не только выживал, но и размножался.

Таблица 4

Выживаемость местного (5) и южных (53, 9, 34) штаммов азотобактера в подзолистых почвах через 1—3 года после внесения его в почву

Тип почвы	рН вытяжки		Культура, под которую внесен азотобактерин	Культура, под которой обнаружен азотобактер	Местный, 5		53, 9, 34	
	водной	солевой			внесен	обнаружен	внесены	обнаружены
Железистый подзол; ст. Апатиты .....	5.1	4.55	Картофель.	Травосмесь.	1951	1952	1951	Не обнаружены в 1951 г. в конце вегетации.
Железистый подзол; экспериментальное поле .....	5.3	4.6	То же	Клевер.	1951	1952		
Железистый подзол; ст. Апатиты .....	5.99	4.85	»	Овес.	1952	1953		
Железистый подзол; экспериментальное поле .....	5.05—6.4	3.7—4.8	»	Травосмесь.	1952	1955		
Супесчаная гумусово-иллювиальная почва; Ботанический сад .....	6.66	4.92	Кустарники.	Кустарники.	1953	1954		

Выживаемость азотобактера проверялась нами и через 1—3 года после постановки опыта. Результаты представлены в табл. 4. Они показывают, что местный азотобактер (штамм 5) может сохраняться в подзолистых почвах с кислой реакцией от 1 до 3 лет, в то время как южные штаммы (53, 9, 34) в этих условиях нами не обнаруживались уже к концу вегетации.

Азотобактер также хорошо развивался под рядом саженцев и семян в кислой почве (с рН = 4.9 солевой вытяжки и рН = 6.6 водной). При постановке этих опытов в грунт до посадки растений был внесен торфяной азотобактерин с титром 50 млн клеток в 1 г. Через 3 месяца после внесения азотобактера в почву обнаруживалось значительное увеличение числа клеток (табл. 5).

Таблица 5

Выживаемость азотобактера в ризосфере деревьев и кустарников через 6 месяцев после  
внесения азотобактерина (опыт 1955 года)

Образец	Место взятия пробы и почва	Контроль		С азотобактерином	
		ко-мочки	разведения	ко-мочки	разведения
Клен ясенелистный.	Ст. Апатиты, железистый подзол.	10	100	100	10000
Яблоня ягодная.		15	1000	100	10000
Сосна горная.		1	10	100	10000
Лиственница сибирская.		4	10	100	10000
Кедр сибирский.		12	100	100	10000
Яблоня ягодная.	Ботанический сад, супесчаная гумусово-иллювиальная.	7	10	100	1000
Лиственница сибирская.		2	1000	100	1000
Кедровый стланец.		11	1000	100	1000
Сосна горная.		—	—	100	1000
Кедр сибирский.		1	100	100	1000000
Клеи ясенелистный.		8	100	100	1000000

### Вывод

1. Вегетационные и полевые опыты на подзолистых и слабоподзолистых почвах доказали, что азотобактер, внесенный с азотобактерином, выживает в ризосфере овса, картофеля и ряда деревьев и кустарников (саженцев и сеянцев).
2. Местный штамм 5 азотобактера, внесенный в ризосферу растений, выживает в железистых подзолах с pH водной вытяжки от 4.92 до 5.3 и солевой — от 3.72 до 4.61 от 1 до 3 лет.
3. Южные штаммы (53, 9, 34) азотобактера после внесения в подзолистые почвы к концу вегетационного периода не обнаруживались.

### Л И Т Е Р А Т У Р А

- Б л и н к о в Г. Н. 1953. Продуктивность азотфиксации азотобактера сибирских почв. Микробиология, т. XXII.
- Б л и н к о в Г. Н. 1955. Об азотобактере, устойчивом к кислой реакции окружающей среды. Микробиология, т. XXIV, № 4.
- Г е л ь ц е р Ф. Ю. и Л. М. П о п е р е к о в а . 1955. Условия приживаемости и эффективности азотобактера в нечерноземной полосе. Агробиология, т. 3.
- М и ш у с т и н Е. Н., М. И. С е м е н о в и ч . 1939. Почвенная кислотность как фактор, определяющий появление в почве неактивного азотобактера. Микробиология, т. VIII, вып. 1.
- П а в л о в и ч Д. Я. 1953. О распространении азотобактера в почвах Латвийской ССР. Тр. Инет, микробиологии, вып. II.
- П е т р е н к о Г. Я. 1953. Тр. конф, по вопросам почвенной микробиологии, М.
- П у ш к и н с к а я — К у п л е н с к а я О. 1940. Микробиологическая характеристика почв района Игарки. Тр. Инет, полярного земледелия, серия «Растениеводство», вып. 1.
- С м а л и й В. Т. 1939. Развитие азотобактера в зависимости от активной кислотности (pH) почвы при применении препарата азотобактерина. Микробиология (журн. АН УССР), вып. 6.
- С у ш к и н а Н. Н. 1949. Эколого-географическое распространение азотобактера в почвах СССР. Изд. АН СССР, М.—Л.
- С у ш к и н а Н. И. и Л. А. С е р г у н и н а . 1955. Распространение и развитие азотобактера в дерново-подзолистых почвах Микробиология, т. XXIV, № 4.
- Burk D., N. Linewcaver and C. Horner. 1934. The specific influence of acidity on the mechanism of nitrogen fixation by Azotobacter, G. Bact.
- Christensen H. R. 1923. Untersuchungen uber einige neure Methoden zur Bestimmung der Reaction und des Kalkbediirfnisses des Erdbodens. Intern. Mitt. f. Bodenkunde, Bd. 13.



- Gainiy P. L. and Fawler. 1945. Growth curves of *Azotobacter* at different pH levels. Journ. Agr. Res., v. 70, N 7.
- Eensen H. L. 1955. *Azotobacter macrocytogenes* n. sp. a nitrogenfixing bacterium resistant to acid reaction. Acta Agric. Scand., v. 5, N 2—3.
- Lipmann L. G. 1907. The effect of the reaction of the culture medium on the fixation of nitrogen by members of the *Azotobacter* group. New-Jersey State. Agr. Exp. Sta., Ann. Rpt. (цит. по: Сушкина, 1949).
- Starkey R. L. and P. K. De. 1939. A new species of *Azotobacter*. Soil Sci., v. 47, N 4.
- Sut o T. 1954. An acid fast azobacter in volcanic ash. Siol Sci Repts. Res. Insts Tohoku Univ., N 1.
- Tchan J. 1953. *Azotobacter beigerinckii* var *acido-tolerans*. Proc. Soc. N. S. W.

---

### 3. Ф. Шимановская

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФИТОКЛИМАТА ЕЛОВО-БЕРЕЗОВОГО РЕДКОСТОЙНОГО ЛЕСА

В климатических условиях Мурманской области смягчение микроклимата жилых территорий является одной из важных задач озеленения.

В настоящее время опыт зеленого строительства в городах и поселках области невелик. Зеленые насаждения представлены в основном мелкими скверами партерного типа и однорядной посадкой деревьев на улицах. Еще во многом не ясно, какое размещение зеленых объектов в системе застройки и какая структура насаждений обеспечит наибольший эффект в улучшении микроклимата. Нередко подвергается сомнению сама возможность существенного изменения микроклимата населенных мест средствами озеленения.

Изучение фитоклимата местных лесов может оказать помощь в решении подобных вопросов (Рубцов, 1954).

В июле—августе 1957 г. нами проводились наблюдения в елово-березовом редкостойном лесу сомкнутостью крон 0.4—0.5. Размещение древостоя равномерно куртинное. Диаметр прогалин 5—7 м. Высота берез 5—6 м и диаметр крон 1.5—2 м. Высота елей 10—12 м, диаметр крон 2.5—3.0. Наблюдения за микроклиматом проводились на лесной поляне площадью 8000 м<sup>2</sup> (пункт 1), под пологом леса (пункт 2) и на открытом пространстве (пункт 3), прилегающем к лесному массиву.

Цель наблюдений заключалась в том, чтобы оценить с гигиенической точки зрения влияние редколесья на элементы микроклимата в летнее время, а затем на основании этой оценки сделать вывод о целесообразности проектирования и строительства в населенных пунктах области зеленых насаждений типа «рощ», соответствующих по своей структуре редкостойным естественным насаждениям.

Лето в Мурманской области характеризуется низкими средними суточными температурами воздуха (5.2—10.0°), высокой относительной влажностью (65—81%) и значительной скоростью ветра (3.0—7.4 м/сек.). Средняя месячная облачность составляет 7—8 баллов. При такой комбинации метеорологических факторов перспективны те приемы озеленения, которые обеспечат максимальный доступ света на озеленяемые территории и будут способствовать улучшению теплоощущения человека. Гигиеническая оценка фитоклимата елово-березового леса велась с позиций указанных требований. Измерялась температура, относительная влажность, скорость ветра и освещенность.

Таблица 1

Температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра и НЭТ на лесной поляне  
(пункт 1) и открытом пространстве (пункт 3)

Время и дата наблюдений	Облачность (в баллах)	Температура (в °C)			Относительная влажность (в %)			Скорость ветра (в м/сек.)			НЭТ		
		t <sub>1</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>1</sub> —t <sub>3</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> —A <sub>3</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>1</sub> —V <sub>3</sub>	НЭТ <sub>1</sub>	НЭТ <sub>3</sub>	НЭТ <sub>1</sub> — НЭТ <sub>3</sub>
Утреннее время													
9 VII	10	5.4	5.4	0	94	94	0	1.0	3.5	—1.5	0.9	—	—
11 VII	10	8.0	8.0	0	100	100	0	1.1	2.2	—1.1	2.4	—	+2.4
12 VII	5	11.2	11.8	—0.6	93	91	12	0.0	0.0	0.0	10.7	11.0	—0.3
13 VII	5	12.8	12.9	—0.1	94	93	+1	0.4	0.9	—0.5	10.7	9.9	+0.8
16 VII	0	17.0	18.3	—1.3	50	39	+20	1.4	2.2	—0.8	12.9	12.5	+0.4
18 VII	0	18.8	19.8	—1.0	77	61	+16	0.0	0.0	0.0	16.2	17.8	—1.2
25 VII	9	15.6	16.2	—0.6	94	93	+1	0.0	1.0	—1.0	16.3	12.1	+4.2
19 VIII	9	15.8	16.4	—0.6	83	75	+8	1.1	3.4	2.3	11.4	0.1	+2.3
Дневное время													
10 VII	10	11.8	13.0	—1.2	90	81.0	+9	0.9	2.1	—1.2	9.0	7.0	+2.0
11 VII	10	10.3	11.6	—1.4	92	83.0	+9	0.8	2.1	—1.3	7.6	6.0	+2.6
12 VII	6	17.8	18.2	—0.4	62	57	+5	0.9	1.4	—0.5	14.5	12.7	+1.8
13 VII	4	19.7	19.1	—0.5	55	52	+2	0.6	1.8	—1.2	9.0	7.0	+2.0
16 VII	0	22.4	22.0	—0.4	39	37	+2	1.7	2.8	—1.1	16.2	15.2	+1.0
26 VII	6	21.6	22.7	—1.1	68	63	+5	1.8	3.5	—1.7	16.0	15.0	+1.0
30 VII	3	25.1	25.3	—0.2	42	38	+4	1.2	2.3	—1.1	22.7	18.9	+3.8
1 VIII	0	20.8	21.9	—1.1	52	45	+7	1.4	2.6	—1.2	15.6	14.6	+1.0
10 VIII	10	11.6	11.6	0.0	75	72	+3	1.0	3.5	—2.5	7.1	11.6	+4.9
Вечернее время													
9 VII	10	4.2	5.3	—1.1	100	100	0.0	1.7	3.5	—1.8	—	—	—
10 VII	10	10.6	10.9	—0.3	95	92	+3	0.7	1.8	—1.1	7.8	3.5	+4.3
11 VII	10	14.2	14.6	—0.4	71	69	+2	1.1	2.3	—1.2	10.1	8.3	+1.7
30 VII	9	19.8	21.0	—1.2	67	64	+3	0.5	1.1	—0.6	16.5	16.8	—0.3
16 VIII	7	12.6	12.8	—0.2	84	79	+5	0.6	1.0	—0.4	11.8	8.7	+3.1
19 VIII	10	16.0	17.1	—1.1	84	76	+8	0.8	2.0	—1.2	13.5	11.6	+1.9

Температура и относительная влажность воздуха измерялись психрометром Асмана большой модели, скорость ветра — ручным анемометром. Наблюдения проводились одновременно. Полученные данные обрабатывались по шкале нормальных эффективных температур.

Нормальной эффективной температурой (НЭТ) считается условная температура, показывающая эффект теплоощущения, зависящий от одновременного воздействия на организм обычно одетого человека температуры, влажности, скорости движения воздуха в определенных их сочетаниях. Нормальная эффективная температура не учитывает непосредственного теплового воздействия прямой солнечной радиации, но все же является достаточно объективной характеристикой условий внешней среды и рекомендуется для гигиенических исследований (Минх, 1954).

Наблюдения за температурой, влажностью и скоростью ветра проводились в утреннее (7 час.), дневное (13 час.) и вечернее время (19 час.) в следующих погодных условиях: 1) при невысокой положительной температуре воздуха (до 17°); 2) при аналогичном термическом режиме, но с ветром; 3) при сравнительно высокой температуре воздуха (выше 17°) без ветра; 4) при аналогичном термическом режиме, но с ветром.

Освещенность измерялась при помощи люксметра типа Л-6 на маршрутах с севера на юг и с запада на восток. Отмечалось также распределение света и тени под пологом на пробной площадке размером 10X10 м. Освещенность открытого пространства принималась за 100. Освещенность на территории, затеняемой

насаждениями, выражалась в процентах к освещенности открытого пространства.

Результаты наблюдений сведены в таблицы и рассматриваются далее.

Как видно из табл. 1, в период наблюдения температура воздуха на лесной поляне ( $t_1$ ) была ниже температуры воздуха на открытом пространстве ( $t_3$ ) или равнялась ей. Понижение температуры воздуха на поляне колебалось от 0.1 до 1.4°.

Относительная влажность на поляне ( $A_1$ ) была, как правило, выше, чем на открытом пространстве ( $A_3$ ). Отмеченное повышение колебалось от 1 до 20%.

Скорость ветра на поляне ( $V_1$ ) была вдвое меньше, чем на открытом пространстве ( $V_3$ ).

Разница метеорологических показателей на лесной поляне и открытом пространстве определяет разницу и в величинах нормальных эффективных температур.

Таблица 2

Температура, относительная влажность, скорость ветра и НЭТ на лесной поляне (пункт 1) и под пологом леса (пункт 2)

Время и дата наблюдений	Облачность (в баллах)	Температура (в °C)			Относительная влажность (в %)			Скорость ветра (в м/сек.)			НЭТ		
		$t_1$	$t_3$	$t_1-t_3$	$A_1$	$A_3$	$A_1-A_3$	$V_1$	$V_3$	$V_1-V_3$	$НЭТ_1$	$НЭТ_3$	$НЭТ_1-НЭТ_3$
Утреннее время													
9 VII	10	5.8	5.8	0.0	70	70	0.0	1.5	1.0	-0.5	—	1.1	—
13 VII	10	15.2	14.2	-1.0	77	90	+13	0.0	0.0	0.0	14.1	13.1	-0.8
20 VII	0	21.0	20.8	-0.3	61	73	+12	0.6	0.0	-0.6	17.8	18.8	+1.0
25 VII	9	17.0	16.8	-0.2	84	85	+1	0.0	0.0	0.0	15.8	15.2	-0.6
7 VIII	10	7.2	-7.0	-0.2	81	85	+4	6.5	3.0	-3.5	—	—	—
13 VIII	10	13.5	13.1	-0.4	87	91	+4	1.2	0.5	-0.7	9.0	10.6	+1.6
17 VIII	8	9.7	9.2	-0.5	96	97	+1	0.0	0.0	0.0	9.0	8.8	-0.2
Дневное время													
27 VII	2	24.9	25.5	+1.4	53	60	+7	1.3	0.6	-0.7	19.6	21.6	+2.0
3 VIII	1	21.8	19.8	+1.0	47	50	+3	0.0	0.0	0.0	14.5	14.2	-0.2
8 VIII	7	8.4	8.3	-0.1	71	71	0.0	3.5	1.7	-1.8	—	—	—
19 VIII	7	17.4	18.0	+0.6	80	81	+1	1.2	0.6	-0.6	12	14.2	+2.8
20 VIII	10	14.3	14.2	-0.2	95	95	0.0	0.8	0.0	-0.8	12.2	13.1	+1.1
21 VIII	10	14.8	14.1	-0.7	84	89	+5	0.0	0.0	0.0	13.4	13.2	-0.2
Вечернее время													
9 VII	10	4.2	4.0	-0.2	100	100	0.0	1.6	1.0	-0.6	—	—	—
11 VII	1	14.0	13.3	-0.7	70	78	-0.8	0.7	0.3	-0.4	11.3	11.7	+0.4
20 VII	0	20.9	19.9	-1.0	80	82	+0.2	1.7	0.6	-1.1	14.1	16.6	+2.5
27 VIII	0	19.4	18.7	-1.3	88	88	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	16.9	-0.7

В безветренную погоду НЭТ<sub>1</sub> (на поляне) была ниже, чем на открытом пространстве (НЭТ<sub>3</sub>), например утром 12 и 18 VII. В этом случае разница в величинах НЭТ устанавливается за счет более низких температур на поляне; с увеличением разницы температуры между микроклиматическими пунктами увеличивается разница в показаниях НЭТ. Так, 18 VII при температуре воздуха на открытом пространстве (пункт 3) 19.8°, НЭТ на поляне понизилась на 2°, 12 VII при температуре воздуха 11.8° (пункт 3) эта разница составила всего 0.3°. Влажность в границах отмеченных колебаний не оказывает существенного влияния на показатель НЭТ.

В дни, когда дул ветер, даже очень слабый, НЭТ на поляне была всегда выше, чем на открытом пространстве. Исключение составил вечер 30 VII, когда при сравнительно высокой температуре воздуха (21° в пункте 3) дул слабый ветер. В данном случае НЭТ на поляне была ниже НЭТ открытого пространства.

Наибольшее повышение НЭТ на поляне (от 4.4 до 4.9) отмечалось в ветреную погоду с невысокими температурами воздуха (от 0 до 17.0°). Повышение НЭТ на

поляне в пределах  $1^{\circ}$  или несколько выше происходило в дни с очень слабым ветром и в жаркую погоду с ветрами умеренной скорости, например утром 13 VII, днем 26 VII.

Значительное повышение НЭТ на поляне в погоду с ветром и невысокой температурой воздуха, т. е. в погоду, наиболее характерную для местных условий, позволяет считать режим НЭТ на поляне более благоприятным, чем на открытом пространстве. Основным фактором, влияющим на повышение НЭТ на поляне, является сокращение скорости ветра.

В табл. 2 приводятся температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, НЭТ и разница этих показателей на поляне и в лесу.

Как показывают данные наблюдений, температура воздуха под пологом леса была, как правило, ниже, чем на поляне, но максимальное понижение температуры не превышало  $1.0^{\circ}$ . Увеличение температуры воздуха в лесу наблюдалось в дневные часы в погоду со слабым ветром и высокими температурами воздуха, например 19 и 27 VII.

Относительная влажность под пологом только в некоторых случаях превышала относительную влажность на поляне более 10%, например утром 13 и 20 VII, когда установилась погода со сравнительно высокой температурой воздуха и очень слабым ветром. В остальных случаях разница в показаниях относительной влажности колебалась незначительно — от — 0.2 до  $+4.0\%$ .

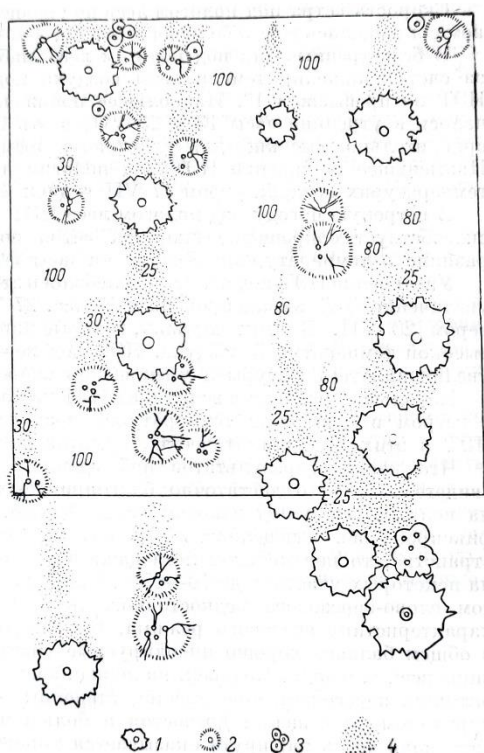
Скорость ветра под пологом леса по сравнению с открытым пространством сокращалась еще в большей степени, чем на поляне (примерно вдвое).

В безветренные дни под пологом леса наблюдалось понижение НЭТ за счет понижения температуры воздуха под пологом, однако разница НЭТ не превышала  $1^{\circ}$ . Наибольшее понижение НЭТ под пологом отмечалось в утренние часы 13 и 25 VII; в эти сроки наблюдения отмечены сравнительно высокие для утреннего времени температуры воздуха. Наименьшее понижение НЭТ под пологом наблюдалось при невысоких температурах воздуха утром 17 VII и днем 21 VIII.

В ветреную погоду под пологом леса НЭТ выше, чем на поляне. Этому способствует сокращение скорости ветра под пологом при небольшой разнице в температурном режиме на поляне и в лесу.

Увеличение НЭТ под пологом колебалось от  $+0.1^{\circ}$  до  $2.8^{\circ}$ . Наибольшее увеличение НЭТ зафиксировано в 13 час. 27 VII и 19 VIII, а также вечером 20 VII. В этих случаях, которые характеризуются сравнительно высокой температурой воздуха, НЭТ под пологом увеличивалась за счет увеличения температуры и уменьшения скорости ветра среди древостоя.

Небольшая разница в величинах НЭТ на поляне и под пологом в погоду с ветром и невысокой температурой воздуха позволяет считать режим НЭТ в этих фитоклиматических пунктах близким.



Карта освещенности среди древостоя в 13 час.  
1 — ель; 2 — береза; 3 — рябина; 4 — затемненные участки. Цифрами обозначена освещенность в процентах от освещенности открытого пространства.

Что касается результатов наблюдений над освещенностью, то они свидетельствуют о достаточно благоприятных условиях инсоляции как на поляне, так и под пологом леса. Однако, если на поляне постоянно фиксировалась освещенность 80—100% от освещенности открытого пространства, то под пологом леса даже в солнечный день она понижалась на некоторых участках до 10—15%. Распределение света и тени под пологом елово-березового редкостойного леса обеспечивает положительную характеристику светового режима. Как видно из приводимого рисунка, в общем балансе хорошо инсолируемые участки составляют около половины всей площади. Человек, находящийся в движении на облесенной территории, пересекает попеременно затененные и освещенные участки. При куртинном размещении древостоя и большом количестве прогалин значительная часть маршрута оказывается хорошо освещенной. На маршрутах, проложенных в елово-березовом редкостойном лесу в 13 час. солнечного дня, наблюдения за освещенностью дали следующие результаты.

При движении с севера на юг:

Освещенность (в % от освещенности открытого пространства) .....	15	100	25	100	25
Длина пути (в м) .....	3.0	4.0	4.0	2.5	4.0

т. е. хорошо освещено 33% всей длины маршрута (6.5 из 20 м).

При движении с запада на восток:

Освещенность (в % от освещенности открытого пространства) .....	15	100	80	30	100	25
Величина маршрута (в м) .....	2.5	5.0	2.5	6.0	3.0	1.5

т. е. 55% всей длины маршрута имели освещенность 80—100% (10.5 из 20.5 м).

В пасмурный день освещенность даже на прогалинах понижена на 10—20%, но зато сильно затененные участки занимают еще меньшую площадь, чем в солнечный день, что связано с более равномерным освещением при рассеянной радиации, характерной для сплошной облачности.

### Выводы

1. Сравнение режима нормальных эффективных температур и освещенности на открытом пространстве, поляне и под пологом елово-березового леса говорит о том, что в местных климатических условиях микроклимат открытого пространства является наименее благоприятным в гигиеническом отношении. Открытое пространство получает максимум из возможного количества света, но НЭТ здесь, как правило, ниже, чем под защитой елово-березового леса. Разница в величине НЭТ может достигать при этом 4.9.

2. Сопоставление разницы температуры, влажности, скорости ветра на поляне, под пологом леса и на открытом пространстве показывает, что понижение НЭТ на открытом пространстве происходит главным образом за счет охлаждающего действия ветра, более сильного на открытом пространстве, чем под защитой насаждений. С увеличением скорости ветра его охлаждающее действие возрастает.

3. Микроклимат поляны и микроклимат под пологом леса при редкостойном характере насаждений близки друг к другу. На поляне и под пологом, как правило, происходит увеличение НЭТ.

4. Условия освещенности под пологом леса, хотя и ухудшаются по сравнению с открытым пространством, однако на облесенной территории в дневные часы около половины площади получает полную инсоляцию, что является приемлемым для садово-парковых устройств в условиях севера.

5. Для городов и поселков Мурманской области можно рекомендовать создание межквартальных и внутриквартальных садов по типу роц с сомкнутостью крон 0.4—0.5. Такой тип посадок сможет обеспечить благоприятное влияние на

микроклимат озеленяемой территории.

6. Благоприятный для человека естественный микроклимат елово-березовых лесных массивов позволяет использовать их в озеленении без внесения реконструктивных посадок. Исключение составят мелкие продуваемые массивы, где потребуются создание зеленых заслонов, сокращающих скорость ветра.

## ЛИТЕРАТУРА

Минх А. А. 1954. Методы гигиенических исследований. Медгиз, М.

Рубцов Л. И. 1954. Биологические основы создания садово-паркового ландшафта.

Автореф. дисс., Л.

*В. В. Крючков*

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ТЕМПЕРАТУРЕ ПОЧВ В РАЗЛИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Температурный режим почвы является одним из важнейших факторов в жизни растений (Алисов, Дроздов, Рубинштейн, 1952; Берг, 1938; Волобуев, 1953; Дадыкин, 1952; Мак-Дуголл, 1935; Орлов, 1953; Поплавская, 1948; Шенников, 1950; Шульгин, 1955, 1957). Однако наблюдения за температурным режимом почвы имеются далеко не для всех районов, особенно мало данных для Крайнего Севера. Поэтому мы считаем необходимым сообщить о некоторых эпизодических наблюдениях над температурой почв и воздуха, проведенных нами летом 1958 г. во время экспедиционных работ в Мурманской области.

Термометры устанавливались на глубине 5 см (почвенно-глубинный ртутный) и 20 см (термометр-щуп Шохина). На поверхности почвы, в тени, укладывались срочный и максимальный (ртутные), а также минимальный (спиртовой) термометры. Одновременно производились отсчеты температуры воздуха на высоте 2 м, а также велись наблюдения за облачностью и ветром. Показания всех приборов снимались круглосуточно, с отсчетами через 2 часа, причем обязательно и в обычные для метеорологических станций 4 срока.

Во время экспедиционных работ наблюдения проводились в следующих местах.

Пункт 1 — на левом берегу р. Западной Лицы, в 14 км от устья, лесотундровое березовое криволесье (сомкнутость крон 0.2) с разреженным травяно-кустарничковым покровом. Высота над уровнем моря 100 м.

Пункт 2 — 19 км к северу-северо-востоку от железнодорожной станции Моккет, лишайниково-кустарничковая тундра с единичными березовыми кустами до 1.5—2.0 м высотой. Высота площадки над уровнем моря 220 м.

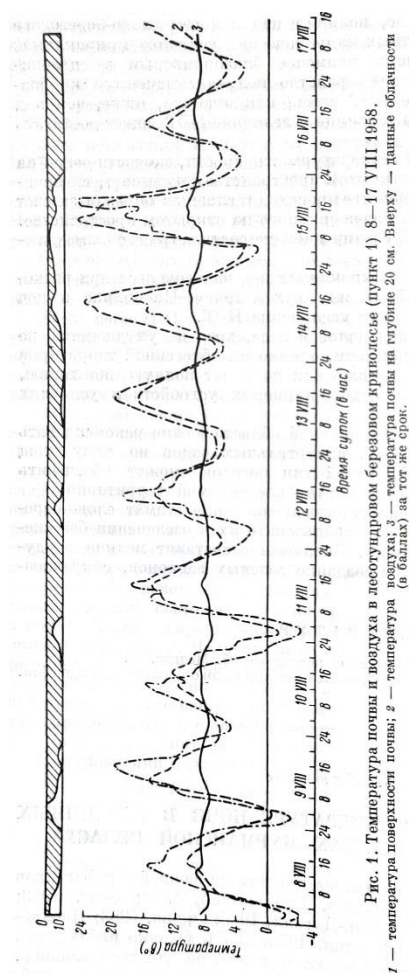


Рис. 1. Температура почвы и воздуха в лесотундровом березовом криволесье (пункт 1) 8–17 VIII 1958 г.

1 — температура поверхности почвы; 2 — температура почвы на глубине 20 см. Вверху — данные облачности (в баллах) за тот же срок.

Пункт 3 — 14 км к северу от ст. Моккет, лишайниково-кустарничковая тундра с единичными березовыми кустами. Высота над уровнем моря 210 м.

Пункт 4 — 2.5 км восточнее железнодорожного разъезда Титовка, редкостойный елово-березовый лес (сомкнутость крон 0.2), местами — гарь. Высота над уровнем моря 160 м.

Пункт 5 — на правом берегу р. Западной Лицы, в 24 км от устья, порослевой березняк на месте сведенного редкостойного сосняка (сомкнутость крон 0.1—0.2); много сосновых пней диаметром в 60—80 см (деревья вырублены во время Великой Отечественной войны); в настоящее время здесь встречаются только единичные молодые сосны. Высота над уровнем моря 150 м.

Пункт 6 — в 6 км к востоку от оз. Килпъявр, лесотундровый участок; по кустарничково-лишайниковому покрову разбросаны березовые кусты высотой до 2.5 м. Высота над уровнем моря 150 м.

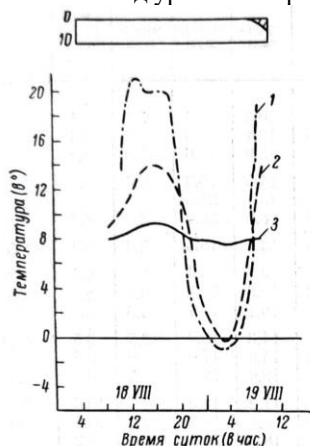


Рис. 2. Температура почвы и воздуха в лишайниково-кустарничковой тундре (пункт 2) 18—19 VIII 1958.

Обозначения те же, что на рис. 1.

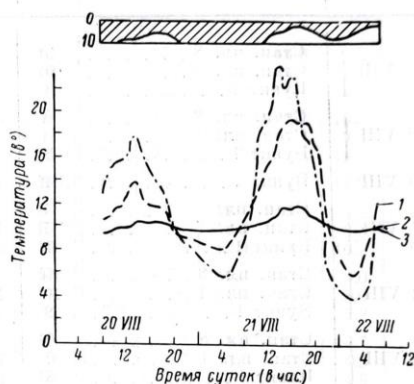


Рис. 3. Температура почвы и воздуха в лишайниково-кустарничковой тундре с единичными березовыми кустами (пункт 3) 20—22 VIII 1958.

Обозначения те же, что на рис. 1.

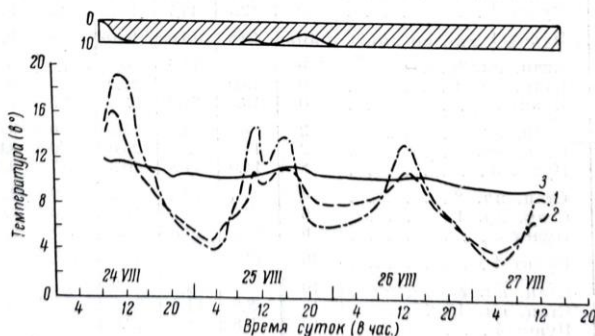


Рис. 4. Температура почвы и воздуха в редкостойном елово-березовом лесу (пункт 4) 24—27 VIII 1958.

Обозначения те же, что на рис. 1.

Пункт 7 — в центре п-ова Рыбачий, смешанная мохово-кустарничковая тундра. Высота над уровнем моря 160 м. Эти наблюдения дополняются выборкой из ежедневных.

Наблюдения за температурой почвы и воздуха проводились на территории Полярно-альпийского ботанического сада Кольского филиала АН СССР (в центре Хибинских гор) ежедневно в 13 час. Для этой цели были заложены стационарные



Температура почв и воздуха в различных растительных сообществах  
Мурманской области (время наблюдения — 13 час.)

Дата	Место наблюдения	Облач-ность (в бал-лах)	Тем-пе-ра-тура воз-духа (в °C)	Температура на поверхности почвы (в °C)			Температура почвы (в °C)	
				сред-няя	макси-мум	мини-мум	на глу-бине 5 см	на глу-бине 20 см
8 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	10.3	16.4	5.3	9.1	8.6
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	9.6	12.1	18.6	6.2	9.6	9.0
	Пункт 1 . . . . .	10	9.5	15.6	16.6	—4.0	8.4	8.8
9 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	1	—	14.5	16.3	7.4	10.0	8.5
	Стац. пл. 1 . . . . .	1	—	15.1	21.5	7.5	10.5	9.1
	Пункт 1 . . . . .	9	13.5	18.0	20.0	—3.0	8.8	8.8
10 VIII	Пункт 1 . . . . .	10	11.0	13.5	16.5	5.0	8.3	8.5
11 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	7	—	9.7	15.3	2.0	9.5	8.3
	Стац. пл. 1 . . . . .	7	10.2	10.6	20.2	0.4	8.8	8.5
	Пункт 1 . . . . .	9	15.0	16.1	17.7	—4.5	8.2	8.6
12 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	14.3	15.7	2.5	9.5	8.1
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	14.2	14.9	17.0	0.0	9.2	8.4
	Пункт 1 . . . . .	9	15.0	18.6	18.7	1.5	8.6	8.9
13 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	7	—	17.2	17.3	9.5	10.6	8.6
	Стац. пл. 1 . . . . .	7	17.9	16.7	18.2	9.6	10.4	8.9
	Пункт 1 . . . . .	8	16.6	18.5	21.0	7.0	9.2	9.2
14 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	0	—	19.3	19.8	8.5	11.5	9.1
	Стац. пл. 1 . . . . .	0	—	20.6	27.7	6.0	10.4	9.3
	Пункт 1 . . . . .	2	22.0	16.8	17.5	7.0	10.0	10.0
15 VIII	Пункт 1 . . . . .	4	24.0	16.7	18.0	1.4	10.0	10.5
16 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	0	—	19.2	21.5	8.5	12.0	9.5
	Стац. пл. 1 . . . . .	0	20.4	19.5	32.3	6.6	10.2	9.2
	Пункт 1 . . . . .	10	12.7	14.7	16.0	0.3	9.3	9.5
17 VIII	Пункт 1 . . . . .	10	10.6	14.6	15.0	1.6	9.1	9.2
18 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	0	—	13.4	19.4	—1.0	9.1	8.5
	Стац. пл. 1 . . . . .	0	13.0	12.4	21.2	—2.0	8.7	8.6
	Пункт 2 . . . . .	0	13.3	21.2	22.7	—1.5	7.2	8.6
20 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	2	—	14.7	15.5	2.0	9.0	8.0
	Стац. пл. 1 . . . . .	2	14.5	15.8	25.0	0.0	9.0	8.0
	Пункт 3 . . . . .	8	14.0	17.8	20.3	5.7	9.4	10.4
21 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	6	—	12.9	14.2	5.6	9.5	8.1
	Стац. пл. 1 . . . . .	6	12.6	14.7	17.9	4.0	9.0	8.2
	Пункт 3 . . . . .	6	16.1	20.0	21.3	5.8	9.8	10.8
24 VIII	Пункт 4 . . . . .	10	13.2	18.2	24.0	—	12.0	11.5
25 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	8.1	17.2	1.4	9.0	8.5
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	8.8	11.4	20.9	6.5	8.7	8.5
	Пункт 4 . . . . .	10	9.8	11.7	12.6	4.0	10.3	10.6
26 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	8.2	12.0	5.9	8.3	8.3
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	11.0	13.8	13.8	6.4	9.8	8.3
	Пункт 4 . . . . .	10	11.0	13.6	14.4	6.3	10.2	10.6
27 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	7.8	13.0	6.0	8.7	8.0
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	8.0	9.2	14.3	6.5	8.7	8.2
	Пункт 4 . . . . .	10	7.8	8.4	12.1	1.4	9.0	9.6
28 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	8.0	9.0	2.4	7.7	7.7
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	7.8	9.2	9.7	3.0	7.7	7.7
	Пункт 5 . . . . .	10	10.5	11.8	12.3	—	8.6	9.0
29 VIII	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	11.3	13.5	6.6	8.5	7.6
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	11.0	12.0	18.4	7.4	9.0	7.9
	Пункт 5 . . . . .	10	11.7	15.0	17.0	7.4	9.1	9.6



(продолжение)

Дата	Место наблюдения	Облач-ность (в бал-лах)	Тем-пера-тура воз-духа (в °C)	Температура на поверхности почвы (в °C)			Температура почвы (в °C)	
				сред-няя	макси-мум	мини-мум	на глу-бине 5 см	на глу-бине 20 см
1 IX	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	14.0	14.0	6.0	10.2	8.2
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	—	14.4	14.9	4.8	9.2	8.2
	Пункт 6 . . . . .	10	13.8	16.5	18.7	—	12.0	10.7
2 IX	Стац. пл. 8 . . . . .	6	—	15.5	16.1	5.7	10.5	8.5
	Стац. пл. 1 . . . . .	6	—	15.0	19.6	3.8	9.6	8.4
	Пункт 6 . . . . .	6	20.9	25.2	27.1	4.5	14.0	12.0
3 IX	Пункт 6 . . . . .	10	10.6	13.0	15.5	7.7	11.6	10.9
4 IX	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	8.6	11.7	5.5	8.2	8.3
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	—	8.5	12.0	5.5	8.3	8.5
	Пункт 6 . . . . .	10	8.8	11.6	12.9	5.6	10.2	9.5
5 IX	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	7.9	10.2	3.6	8.0	7.8
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	—	7.6	11.7	3.3	8.0	7.8
	Пункт 6 . . . . .	10	7.5	9.2	10.5	7.5	9.2	8.8
11 IX	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	5.2	8.4	—2.7	4.7	5.2
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	—	6.9	11.0	—3.7	4.5	5.5
	Пункт 7 . . . . .	10	4.5	6.4	7.1	—	4.6	5.1
12 IX	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	4.0	7.4	2.6	4.9	5.2
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	—	4.3	8.5	3.0	5.0	5.5
	Пункт 7 . . . . .	10	3.1	4.0	9.2	—0.2	4.4	5.0
13 IX	Стац. пл. 8 . . . . .	10	—	0.3	4.5	—0.2	3.5	5.0
	Стац. пл. 1 . . . . .	10	—	0.5	4.4	—2.2	3.8	5.0
	Пункт 7 . . . . .	10	4.0	5.0	5.0	—3.0	4.0	4.6

площадки. Одна из них (№ 8) расположена в поясе березового криволесья на высоте 370 м над ур. м., другая (№ 1) — в редкостойном елово-березовом лесу на высоте 340 м.

Материалы наблюдений приведены на рис. 1—7 и в таблице.

Эти материалы подтверждают известное положение, что температурные колебания тем резче, чем меньше облачность. В солнечные дни отмечается наиболее высокая температура поверхности почвы. В безоблачные ночи или ночи с небольшой облачностью наиболее вероятны заморозки (рис. 1 — 8, 9, 11 VIII и рис. 2—19 VIII). В безоблачные дни амплитуда колебания температуры воздуха между днем и ночью достигает 13—15°, колебания температуры поверхности почвы еще резче и доходят

до 21—23° (рис. 1 и 2; рис. 6—1 и 2 IX). В пасмурные дни колебания температуры поверхности почвы и воздуха сглаживаются. Но все-таки и в дни со сплошной облачностью (10 баллов) днем наблюдается прогревание почвы и приращение температуры поверхности почвы по сравнению с температурой воздуха на 3—5° (рис. 1 — 16 и 17 VIII; рис. 4 и 5; рис. 6 — 3—5 IX; рис. 7). В этом, несомненно, сказывается эффект солнечной радиации. Известно, что даже в пасмурные дни темные тела несколько теплее светлоокрашенных, а разница эта тем больше, чем меньше слой облаков. В Англии, например, по разнице в показаниях температуры зачерненного и незачерненного термометров пытаются даже определять

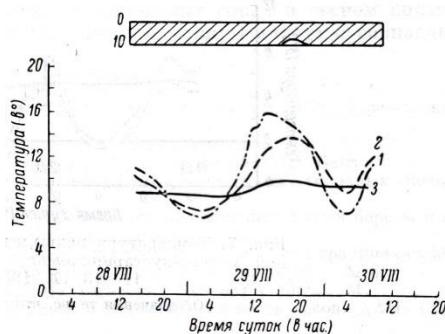


Рис. 5. Температура почвы и воздуха в лесотундровом березовом криволесье (пункт 5) 28—30 VIII 1958. Обозначения те же, что на рис. 1.

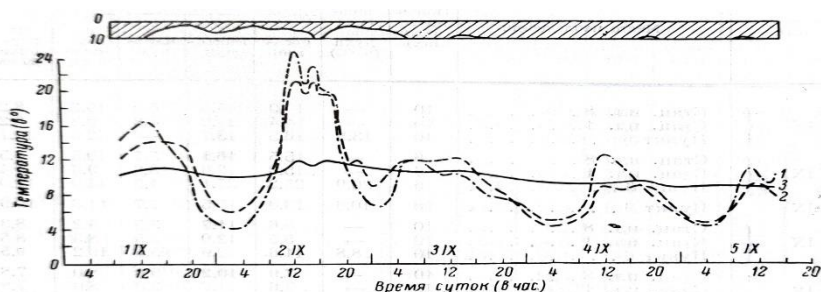


Рис. 6. Температура почвы и воздуха на лесотундровом участке (пункт 6) 1—5 IX 1958.

Обозначения те же, что на рис. 1.

вертикальную толщу облаков (Spink, 1956).

С глубиной колебания температуры почвы затухают, и на 20 см даже в безоблачные дни их амплитуда не превышает  $1.6^{\circ}$ . В дни с переменной облачностью и в пасмурные дни колебания эти значительно меньше и выражаются в несятых долях градуса.

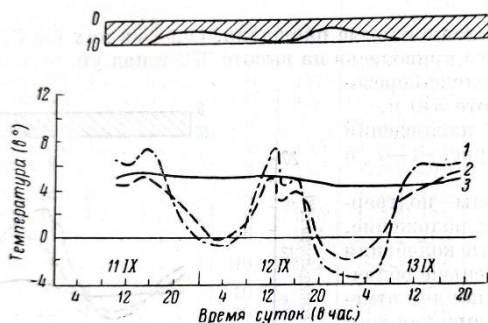


Рис. 7. Температура почвы и воздуха в смешанной мохово-кустарничковой тундре (пункт 7) 11—13 IX 1958.

Обозначения те же, что на рис. 1.

Поэтому даже на основании наблюдений один раз в 7—10 дней можно иметь более или менее определенное представление о температуре почвы на глубине 20 см. Этот вывод может быть пригодным и для других районов Крайнего Севера. Так, например, наблюдения А. П. Тыртикова (1957) за температурой почвы в окрестностях Игарки показывают, что в районах, где распространена вечная мерзлота, даже на глубине 15 см колебания температуры крайне малы, и отсчет один раз в декаду может характеризовать температуру почву на этой глубине за всю декаду.

Таким образом, мы еще раз констатируем (см. также: Крючков, 1957, 1958), что температура почвы на глубине 20 см в Хибинских горах и вообще в Мурманской области в 13 час. близка к средней суточной температуре.

Смена воздушных масс обычно ведет к значительным расхождениям между температурой воздуха и почвы. Так, например, в солнечный день 14 VIII (рис. 1) при теплом юго-юго-западном ветре в течение всего дня воздух был теплее поверхности почвы, хотя в солнечные дни поверхность почвы обычно нагревается сильнее воздуха. 15 VIII (рис. 1) при том же юго-юго-западном ветре максимальная температура воздуха была выше максимальной температуры поверхности почвы, и максимум этот наступил раньше, чем на поверхности почвы.

При холодных северных ветрах тоже нарушается нормальный ход температурных кривых. Так, например, в ночь с 12 на 13 VIII (рис. 1) при холодном северо-западном ветре поверхность почвы была теплее воздуха, хотя ночью поверхность почвы обычно охлаждается сильнее воздуха. В ночь с 3 на 4 IX (рис. 6) при холодном северо-западном ветре воздух тоже имел более низкую

температуру, чем поверхность почвы.

## Выводы

1. Температуры почвы и воздуха на учетных площадках за данный отрезок времени, несмотря на различие их растительного покрова, очень близки и почти совпадают. Так, например, 16 и 17 VIII мы вели наблюдения в лесотундровом березовом криволесье; 18 и 19 VIII — в тундре, но температуры почвы и воздуха и в тундре, и в березовом криволесье очень близки (рис. 1 и 2; таблица).

2. Можно отметить также, что тепловые условия в равнинной тундре и лесотундре и тепловые условия в Хибинских горах в лесном поясе и поясе березового криволесья также очень близки, а иногда и совпадают.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алисов Б. П., О. А. Дроздов, Е. С. Рубинштейн, 1952. Курс климатологии, чч. 1 и 2. Л.
- Берг Л. С. 1938. Основы климатологии. Изд. 2-е, Учпедгиз, Л.
- Волобуев В. Р. 1953. Почвы и климат. Изд. АН Азерб. ССР, Баку.
- Дадькин В. П. 1952. Особенности поведения растений на холодных почвах. Изд. АН СССР, М.
- Крючков В. В. 1957. О факторах, определяющих верхний предел березы и ели в Хибинских горах. Вести. Московск. унив., № 3.
- Крючков В. В. 1958. О гидротермических условиях на верхних границах субальпийского и лесного поясов в Хибинских горах. Ботан. журн., № 6.
- О. Мак-Дуголл. 1935. Экология растений. Перевод с англ., М.
- Орлов А. Я. 1953. Температура почв и производительность лесов. ДАН СССР, т. 91, № 5.
- Поплавская Г. И. 1948. Экология растений. Изд. «Сов. наука», М.
- Тыртиков А. П. 1957. Температурный режим почвы в различных растительных сообществах в районе Игарки. Почвоведение, № 6.
- Шенников А. П. 1950. Экология растений. Изд. «Сов. наука», М.
- Шульгин А. М. 1955. Климат почв Европейской территории СССР в связи с почвенной зональностью. Изв. АН СССР, сер. географ., № 6.
- Шульгин А. М. 1957. Температурный режим почвы. Гидрометеиздат, Л.
- Spink P. C. 1956. Black-bulb readings in overcast conditions. Weathers, 11, N 5.

---

*В. Н. Переверзев*

## ВЛИЯНИЕ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БОЛОТНЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Почвы болотного типа имеют широкое распространение на территории Мурманской области. Значение этих почв в развитии сельского хозяйства области определяется их преимуществами перед минеральными почвами, а именно: большим содержанием органического вещества, обменных оснований и других элементов питания для растений и большей доступностью их освоения по сравнению с сильно завалуненными минеральными почвами (Полынцева, 1958).

Работами Н. М. Голякова (1959), А. М. Книжникова (1956), Лупиновича и М. Ф. Голуб (1958), У. Х. Томберг (1957) и многих других установлено, что осушение и освоение болот приводит к значительным изменениям физических свойств и улучшению водно-воздушного режима болотных почв. В Мурманской области подобные исследования за редким исключением (Турнас и Каретникова, 1945;

Турнас, 1947) не проводились. Такое отставание исследовательских работ от запросов развивающегося сельского хозяйства области вызывает необходимость всестороннего изучения процессов, протекающих в болотной почве при ее осушении и освоении в условиях Крайнего Севера.

В настоящей статье излагаются результаты изучения влияния окультуривания на некоторые водно-физические свойства болотных почв. Исследования проводились в 1958 г.

В качестве объектов исследования были взяты болотные почвы Полярной опытной станции Всесоюзного института растениеводства (ПОСВИР) и подсобного хозяйства «Индустрия». По классификации О. А. Полынцевой (1958), уточненной в соответствии с принятой в настоящее время в Почвенном институте АН СССР, почвы низинного болота ПОСВИР мы относим к низинным торфяно-перегнойным почвам на маломощных торфах. На переходном болоте ПОСВИР и хозяйства «Индустрия» развиты соответственно переходные торфяно-перегнойные почвы на маломощных торфах и переходные торфяно-перегнойные почвы на среднемощных торфах. Почвы верхового болота хозяйства «Индустрия» относятся к верховым торфяным на среднемощных торфах. Дренаж на всех участках ПОСВИР открытый, на участках «Индустрии» — закрытый.

Низинное болото ПОСВИР сложено гипново-осоковыми и древеснотростниковыми торфами со степенью разложения 30—50%. Ботанический состав торфов переходного болота ПОСВИР характерен участием остатков сфагновых мхов при преобладании остатков осок, тростника и гипновых мхов. Степень разложения этих торфов колеблется в пределах 25—40%. В торфах переходного болота хозяйства «Индустрии» преобладают остатки осок и гипновых мхов при участии сфагновых мхов. Степень разложения этих торфов 20—40%. Верховое болото хозяйства «Индустрия» сложено медйум-торфом и фускум-торфом со степенью разложения 10—25%.

На Полярной опытной станции исследования проводились по следующей схеме:

1. Низинное болото: а) целина, б) участок, освоенный в 1951 г., в) участок, освоенный в 1937 г.
2. Переходное болото: а) целина, б) участок, освоенный в 1937 г.
3. В подсобном хозяйстве «Индустрия» изучались:
4. Переходное болото: а) целина, б) участок, освоенный в 1932 г.
5. Верховое болото: а) целина, б) участок, освоенный в 1932 г.

Определение влажности, капиллярной и полной влагоемкости проводилось одновременно с определением объемного веса путем вырезывания образцов с ненарушенным строением с помощью металлических стаканов объемом 325 и 200 см<sup>3</sup>. Образцы насыщались водой до капиллярной, а затем полной влагоемкости и высушивались до абсолютно сухого состояния. Удельный вес определялся пикнометрическим методом. Все данные вычислены на абсолютно сухую почву. Показатели некапиллярной влагоемкости, общей, капиллярной и некапиллярной скважности и аэрации вычислялись по формулам, уточненным для болотных почв Н. Ф. Лебедевичем (1937). Образцы брались в трех повторностях в августе и сентябре 1958 г.

Влажность и влагоемкость. В табл. 1 приводятся данные по влажности и влагоемкости (капиллярной, некапиллярной и полной) исследуемых почв. Из таблицы видно, что влажность как целинных, так и окультуренных почв неравномерно распределяется по профилю почвы. В целинных почвах она с глубиной уменьшается, в окультуренных же, наоборот, возрастает. Такая закономерность отмечается на всех участках.

Осушение и освоение приводят к значительному снижению содержания влаги в почве, причем особенно резко это отражается на поверхностных горизонтах профиля. С глубиной влияние освоения на влажность почвы ослабевает. На низинном болоте ПОСВИР разница в содержании влаги на целинном и окультуренном участках наблюдается до глубины 50 см, а на переходном и

Таблица 1

Влияние окультуривания на изменение влажности и влагоемкости  
болотных почв

Характеристика участка	Глубина (в см)	Влажность		Влагоемкость (в вес. %)		
		в вес. %	в % от полной влагоем- кости	капил- лярная	нека- пилляр- ная	полная
ПОСВИР						
Низинное болото, целина	0—10	597	92.8	625	18	643
	10—20	726	100.0	703	22	725
	20—30	665	99.0	662	10	672
	30—40	504	96.2	514	10	524
	40—50	496	99.0	494	5	499
	50—60	416	98.8	414	7	421
Низинное болото, освоенное в 1951 г.	0—10	315	86.1	350	16	366
	10—20	304	78.8	353	33	386
	20—30	343	87.1	376	18	394
	30—40	465	94.3	484	9	493
	40—50	429	92.8	452	5	462
	50—60	484	89.3	520	22	542
Низинное болото, освоенное в 1937 г.	0—10	278	82.4	331	6	337
	10—20	267	94.3	278	5	283
	20—30	302	87.3	338	8	346
	30—40	321	88.9	348	14	361
	40—50	412	90.5	437	18	455
	50—60	417	85.1	447	43	490
Переходное болото, целина	0—10	600	80.4	690	57	747
	10—20	521	92.5	542	21	563
	20—30	540	95.2	554	13	567
	30—40	380	93.4	386	21	407
Переходное болото, освоенное в 1937 г.	0—10	244	66.3	337	31	368
	10—20	390	88.4	424	17	441
	20—30	441	89.3	486	8	494
	30—40	348	90.2	369	17	386

Подсобное хозяйство «Индустрия»

Переходное болото, целина	0—10	512	96.8	527	2	529
	10—20	615	94.6	627	23	650
	20—30	601	95.6	618	11	629
	30—40	519	96.7	527	10	537
	50—60	461	100.0	461	1	462
Переходное болото, освоен- ное в 1932 г.	0—10	361	76.7	446	25	471
	10—20	342	84.0	387	20	407
	20—30	485	90.0	525	15	540
	30—40	509	94.4	526	13	539
	50—60	621	96.0	631	16	647
Верховое болото, целина.	0—10	1202	92.7	1243	54	1297
	10—20	619	93.5	642	20	662
	20—30	665	95.0	680	20	700
	30—40	715	96.4	718	24	742
	50—60	768	98.0	771	13	784
Верховое болото, освоенное в 1932 г.	0—10	467	64.1	620	9	729
	10—20	456	58.6	606	172	778
	20—30	462	72.7	566	70	636
	30—40	762	85.1	840	56	896
	50—60	700	88.9	753	35	788

верховом болота хозяйства «Индустрия» — только до 40 см. Заметно сказывается на влажности почвы давность освоения: чем дольше почва подвергалась окультуриванию, тем ниже ее влажность. Об этом говорят данные по динамике влажности на низинном болоте ПОСВИР (табл. 2).

Таблица 2

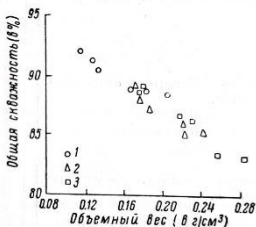
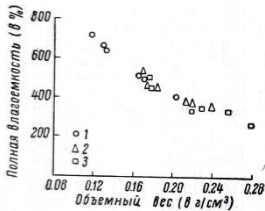
Динамика влажности почвы на низинном болоте ПОСВИР  
(в % на абсолютно сухую почву)

Характеристика участка и глубина горизонта (в см)	11 VI	24 VI	7 VII	20 VII	30 VII	10 VIII	20 VIII	31 VIII	И IX	7 X
Целина:										
0—10	677	616	678	683	640	658	685	762	742	846
15—20	556	571	605	656	560	568	593	717	670	751
25—30	525	582	564	517	553	483	524	591	629	656
Освоенный в 1951 г.:										
0—10	329	385	309	322	292	328	251	357	357	332
15—20	290	328	340	323	270	310	273	325	327	407
25—30	326	333	335	335	308	303	287	375	323	324
Освоенный в 1937 г.:										
0—10	275	263	245	227	255	276	222	277	275	334
15—20	294	278	236	234	260	313	261	333	339	375
25—30	347	322	265	246	307	316	303	341	316	335

Как видно из табл. 2, влажность почвы на участке, освоенном в 1937 г. х значительно ниже, чем на целинном участке, и заметно ниже, чем на участке, освоенном в 1951 г. Такая закономерность прослеживается на протяжении всего вегетационного периода. Особенно это характерно для верхнего слоя почвы (0—20 см), в котором сосредоточена основная масса корней растений. В более глубоких слоях давность осушения не оказывает столь значительного влияния на влажность почвы: уменьшение влажности в зависимости от давности освоения на глубине 20—30 см отмечается только в летнее время.

Влажность почвы, выраженная в процентах от полной влагоемкости (табл. 1), на окультуренных участках также ниже, чем на целинных, однако даже на хорошо осушенных участках она снижается до оптимальных для развития растений величин только в самых верхних слоях почвы (0—30 см).

Влагоемкость всех исследованных почв очень большая. Поскольку влагоемкость зависит не только от вида торфа, но и от степени разложения, то при окультуривании, которое сопровождается минерализацией органического вещества почвы, она снижается с увеличением срока сельскохозяйственного использования болота. Полная влагоемкость находится в зависимости от объемного веса: чем выше объемный вес, тем ниже полная влагоемкость почвы (рис. 1).



Некапиллярная влагоемкость всех почв крайне незначительна (не более 5—10% от объема почвы). Несколько выше она на освоенном верховом болоте (13—18%). Окультуривание не оказывает заметного влияния на изменение некапиллярной влагоемкости.



Таблица 3

Влияние окультуривания на изменение физических свойств болотных почв

Характеристика участка	Глубина (в см)	Удель- ный вес	Объ- емный вес (в г/см³)	Сквозность (в %)			Аэра- ция (в %)
				общая	капил- ляр- ная	нека- пил- лярная	
ПОСВИР							
Низинное болото, целина.	0—10	1.42	0.133	90.6	83.0	7.6	11.3
	10—20	1.49	0.118	92.1	81.2	10.9	6.8
	20—30	1.52	0.129	91.5	84.3	6.6	6.1
	30—40	1.50	0.165	89.0	85.0	4.0	5.7
	40—50	1.53	0.171	88.8	84.5	4.3	4.0
	50—60	1.80	0.205	88.6	84.3	4.3	3.1
Низинное болото, освоенное в 1951 г.	0—10	1.50	0.214	85.4	84.3	1.1	9.7
	10—20	1.50	0.222	85.2	78.4	6.8	17.5
	20—30	1.61	0.218	86.5	82.2	4.3	11.6
	30—40	1.45	0.175	87.9	84.9	3.0	6.4
	40—50	1.46	0.184	87.4	83.3	4.1	8.3
	50—60	1.54	0.167	89.2	88.1	1.1	8.0
Низинное болото, освоенное в 1937 г.	0—10	1.56	0.255	83.6	80.8	2.8	14.8
	10—20	1.69	0.280	83.4	76.9	6.5	8.5
	20—30	1.66	0.221	86.7	84.9	11.8	18.5
	30—40	1.68	0.231	86.3	80.6	5.7	11.9
	40—50	1.60	0.179	88.8	78.6	10.2	14.7
	50—60	1.54	0.174	88.7	78.2	10.5	15.8
Переходное болото, целина.	0—10	1.41	0.112	92.1	82.4	9.7	21.0
	10—20	1.37	0.156	88.6	84.7	3.9	7.3
	20—30	1.45	0.157	89.2	86.2	3.0	4.6
	30—40	1.43	0.213	85.1	82.6	2.5	4.2
Переходное болото, освоенное в 1937 г.	0—10	1.52	0.226	85.1	66.3	18.8	29.9
	10—20	1.41	0.196	86.1	83.3	2.8	9.6
	20—30	1.52	0.177	88.4	85.9	2.5	10.3
	30—40	1.45	0.215	85.2	79.5	5.7	10.3

## Подсобное хозяйство «Индустрия»

Переходное болото, целина.	0—10	1.37	0.164	88.0	86.5	1.5	3.8
	10—20	1.52	0.135	91.1	85.7	6.4	8.0
	20—30	1.54	0.145	90.6	89.7	0.9	3.3
	30—40	1.61	0.165	89.8	87.4	2.4	3.8
	40—50	1.53	0.189	89.1	87.0	2.1	3.1
Переходное болото, освоенное в 1932 г.	0—10	1.54	0.189	87.7	84.1	3.6	20.3
	10—20	1.53	0.205	86.6	79.5	7.1	18.5
	20—30	1.58	0.158	90.0	83.2	6.8	13.4
	30—40	1.50	0.154	89.7	80.6	9.1	11.2
	40—50	1.43	0.142	90.1	89.8	0.3	1.8
Верховое болото, целина.	0—10	1.53	0.068	95.6	84.8	10.8	13.6
	10—20	1.47	0.133	90.5	85.4	5.1	9.9
	20—30	1.35	0.129	90.5	87.8	2.7	4.7
	30—40	1.43	0.122	92.5	87.8	4.7	5.2
	50—60	1.52	0.116	92.4	89.5	2.9	3.3
Верховое болото, освоенное в 1932 г.	0—10	1.53	0.121	92.1	75.2	16.9	35.4
	10—20	1.45	0.105	92.8	63.4	29.4	45.1
	20—30	1.46	0.129	91.2	73.4	17.8	31.3
	30—40	1.54	0.100	93.5	84.5	9.0	16.1
	50—60	1.75	0.114	93.5	85.7	7.8	13.8

Удельный вес. В табл. 3 приводится удельный вес исследуемых почв. Как видно из таблицы, удельный вес почвы при окультуривании повышается с возрастанием срока использования. Это является следствием интенсивного разложения органического вещества, протекающего в почве в результате удаления избыточной влаги и достаточного доступа кислорода воздуха после осушения, а также под влиянием обработки и других приемов окультуривания. Процессы разложения органического вещества сопровождаются увеличением зольности и коллоидальности торфа, что приводит к возрастанию удельного веса почвы. С глубиной действие окультуривания на изменение удельного веса почвы ослабевает, что связано с неглубоким проникновением процессов разложения торфа при освоении болотных почв. На верховом болоте хозяйства «Индустрия» заметного влияния окультуривания на удельный вес почвы не обнаружено. Это можно объяснить тем, что освоение этих почв не сопровождается значительной минерализацией органического вещества, степень разложения торфа и после осушения остается низкой (не более 10%).

Объемный вес. Величина объемного веса зависит от степени разложения и уплотнения торфа. Как указывалось выше, при осушении освоении болотных почв степень разложения торфа увеличивается, а следовательно, происходит уплотнение и осадка торфяной залежи, особенно ее верхних слоев, что ведет к увеличению объемного веса почвы. Данные, приведенные в табл. 3, говорят о резком увеличении объемного веса верхних горизонтов болотных почв под влиянием освоения, причем, чем дольше почва подвергалась окультуриванию, тем сильнее сказывается это влияние. Увеличение объемного веса на освоенных участках отмечается на низинном болоте ПОСВИР до глубины 50 см, на переходном болоте подсобного хозяйства и ПОСВИР — только до 30—40 см.

На верховом болоте хозяйства «Индустрия» объемный вес изменился при окультуривании только в верхнем слое (0—10 см).

Скважность и аэрация. В табл. 3 приводятся данные скважности и аэрации исследуемых почв. Общая скважность болотных почв ПОСВИР и хозяйства «Индустрия» достигает значительных величин и колеблется в довольно узких пределах (от 83 до 92%). Сопровождающее окультуривание болотных почв усиление процессов разложения органического вещества вызывает увеличение их минеральной части, вследствие чего происходит повышение плотности и уменьшение общего объема пор в торфе. Поэтому с повышением объемного веса скважность при освоении болотных почв понижается в зависимости от давности окультуривания (рис. 2).

В почве верхового болота в подсобном хозяйстве «Индустрия» общая скважность почти не изменилась при освоении, так как окультуривание этих почв не вызывает значительного изменения их удельного и объемного весов, от которых зависит скважность почвы. В целинных почвах скважность с глубиной падает, а в окультуренных, наоборот, возрастает, так как уплотнению подвергаются только верхние слои окультуренной почвы. Отношение капиллярной скважности к некапиллярной широкое как в целинных, так и в окультуренных почвах. Заметного влияния окультуривания на изменение некапиллярной скважности не обнаруживается. Капиллярная скважность на освоенных участках несколько ниже, чем на целинных.

Величина скважности характеризует лишь общий объем пор в почве, но не отражает особенности водно-воздушного режима почв. О содержании воздуха в почве дает представление величина аэрации.

Болотные почвы ПОСВИР обладают невысокой аэрацией вследствие большого содержания в них влаги даже после окультуривания. Осушение и освоение этих почв несколько повышает их аэрацию, создавая более благоприятные условия для произрастания культурных растений. С глубиной аэрация, как правило, падает, что согласуется с увеличением влажности подпахотных горизонтов окультуренных почв.



## Заключение

Исходя из изложенного, можно сделать вывод, что осушение и освоение болотных почв в условиях Мурманской области приводят к резкому изменению их водно-физических свойств. При осушении происходят снижение влажности и повышение аэрации этих почв. Улучшение воздушного режима почвы способствует усилению процессов разложения органического вещества и уплотнению торфяной залежи, что приводит к снижению влагоемкости, повышению удельного и объемного веса почвы. Таким образом, окультуривание болотных почв в условиях Мурманской области создает благоприятный водно-воздушный режим для развития сельскохозяйственных растений.

## ЛИТЕРАТУРА

- Г о л я к о в Н. М. 1959. Изменение водно-физических свойств торфяно-болотных почв в зависимости от длительности их сельскохозяйственного освоения. Тр. Омск. с.-х. инет., т. XXXIV.
- К н и ж н и к о в А. М. 1956. Влияние различных приемов первичной обработки целинных торфяно-болотных почв на изменение некоторых физических и химических свойств и урожай сельскохозяйственных культур. Тр. Белорусск. н.-иссл. инет, мелиорации и водного хозяйства, т. VII, Минск.
- Л е б е д е в и ч Н. Ф. 1937. Инструкция по изучению воздушного режима и влажности болотных почв. Всесоюзн. н.-иссл. инет, болотного хозяйства, М.
- Л у п и н о в и ч И. С., Т. Ф. Г о л у б. 1958. Торфяно-болотные почвы БССР и их плодородие. Изд. 2-е, Минск.
- П о л ы н ц е в а О. А. 1958. Почвы юго-западной части Кольского полуострова М.—Л.
- Т о м б е р г У. Х. 1957. Некоторые водно-физические свойства торфяных- почв и их изменение при осушении болот в условиях Эстонской ССР. Изв. АН ЭССР, серия биол., № 3.
- Т у р н а с П. А. 1947. Сельскохозяйственное использование болот Карело-Мурманского Севера. Гос. изд. К.-Ф. ССР, Петрозаводск.
- Т у р н а с П. А. и А. Ф. К а р е т н и к о в а. 1945. Влияние продолжительности культуры на изменение физико-химических свойств и плодородия почв Крайнего Севера. В кн.: Научный отчет Всесоюзного института растениеводства. Сельхозгиз, М.

---

*Я. Н. Манаков*

## О РОЛИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В АККУМУЛЯЦИИ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЕЛОВОМ И СОСНОВОМ ЛЕСАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Вопросы обмена веществ между почвой и растительностью в таежной зоне в значительной степени освещены в литературе. Однако только некоторые работы (Пьявченко, 1960; Левина, 1960; Рожнова и Счастливая, 1959) имеют отношение к северным районам, большая же часть исследований выполнена в подзоне средней тайги (Базилович, 1955; Зайцев, 1935; Ремезов, Быкова, Смирнова, 1959, и др.). Процессы обмена веществ между почвой и растительностью в северотаежных условиях, несомненно, имеют свои специфические особенности, изучение которых представляет определенный теоретический и практический интерес.

В работе В. И. Левиной (1960) о роли растительности в подзолообразовании на Кольском полуострове дана характеристика обмена веществ между почвой и растительностью, причем ряды биологического поглощения были ею построены суммарно для наземного покрова без учета отдельных видов или групп растений.

Между тем обмен веществ между почвой и растительностью зависит не только от общей продукции, но и от видового состава растений.

Северная тайга характеризуется редкостойностью древесного яруса, низким бонитетом, сравнительно малой общей годичной продукцией древесной массы и незначительным количеством травянистых растений. Поэтому роль кустарничков и мхов, имеющих здесь широкое распространение, в процессах обмена веществ между почвой и растительностью возрастает по сравнению с более южными широтами.

В настоящем сообщении рассматриваются вопросы поглощения минеральных элементов наземным покровом отдельно по видам в ельнике- черничнике и сосняке-голубичнике, которые имеют широкое распространение на Кольском полуострове. Работа проводилась на двух стацио парных площадках, каждая размером 0.25 га. Площадка 1-я расположена на вершине друмлинообразной возвышенности, в 5 км к северо-западу от ст. Апатиты. Площадка покрыта словым лесом, с примесью березы и сосны. Состав подлеска и наземного покрова приведен в табл. 1.

Таблица 1

Качественно-количественный состав наземного покрова, кустарничкового яруса и подлеска (в г сухого вещества)

Растение	Ельник- черничник		Сосняк- голубичник	
	г/м2	7о	г/м2	%
Черника— <i>Vaccinium myrtillus</i> L. ....	155.97	38.81	75.14	10.97
Голубика— <i>V. uliginosum</i> L. ....	15.07	3.75	212.28	30.99
Брусника — <i>Rhodococcum vitis-idaea</i> (L.) Avr. ....	61.97	15.42	66.36	9.69
Вороника — <i>Empetrum hermaphroditum</i> (Lge) Hagerup ....	47.16	11.74	26.34	3.84
Багульник — <i>Ledum palustre</i> L. ....	—	—	45.60	6.66
Карликовая береза — <i>Betula папа</i> L. ....	—	—	11.97	1.75
Можжевельник — <i>Juniperus communis</i> L. ....	—	—	24.97	3.64
Хвощ — <i>Equisetum</i> sp. ....	—	—	0.38	0.06
Овсяница овечья — <i>Festuca ovina</i> L., луговик извилистый — <i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin. и другие травы ....	8.01	1.99	25.38	3.70
Мхи ....	113.70	28.29	196.18	28.63
Всего	401.88	100	685.05	100

Основная масса кустарничкового яруса представлена черникой и брусникой. В меньшей степени распространены вороника и голубика. Из мхов господствует *Pleurozium schrebert* (Sm.) Mitt., в значительно меньшем количестве встречается *Dicranum scoparium* Hedw. В травянистом покрове преобладает овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), щучка [*Deschampsia f lexuosa* (L.) Trin.] местами встречается лесная герань (*Geranium silvaticum* L.).

Почвенный покров представлен песчаным гумусовожелезистым подзолом:

- A<sub>0</sub> (0—4 см). Среднеминерализованная лесная подстилка. Состоит из отмершей части мхов, лесного опада, корней кустарничковых растений. Резко переходит в следующий горизонт.
- A<sub>2</sub> (4—11 см). Подзолистый горизонт, однородно окрашенный в светло-серый цвет, песчаный. Граница перехода извилистая. Содержит гальку и местами валуны.
- B<sub>1</sub> (И—23 см). Иллювиальный горизонт, темно-охристый, песчаный. Сильно завалунен. Переход в нижележащий горизонт ясный, линия перехода извилистая.
- B<sub>2</sub> (23—31 см). Нижняя часть иллювиального горизонта, желто-охристая, песчаная, сильно завалунена. Постепенно переходит в следующий горизонт. ВС (31—49 см). Переходный горизонт к почвообразующей породе желтовато-зеленоватый, песчаный, сильно завалунен.

С (49—130 см). Зеленовато-серый валунно-галечниковый песок.

Площадка 2 расположена на 500—700 м юго-западнее 1-й площадки, на окраине болота. В древесном ярусе преобладает сосна с примесью березы и ивы. В подлеске и кустарничковом ярусе (табл. 1) преобладает голубика. Из других видов кустарничков и кустарников встречаются: брусника, вороника, черника, багульник, карликовая березка и можжевельник. Из мхов наиболее распространены: *Sphagnum*, *Pleurozium schreberi* (Sm.) Mitt., *Polytrichum commune* Hedw., *P. juniperinum* Hedw., *Mnium rugicium* Laur. и др. Травяной покров довольно разнообразен по составу: осока (*Carex* sp.), купальница (*Trollius europaeus* L.), бодяк (*Cirsium heterophyllum* All.), майник [*Majanthemum bifolium* (L.) F. Schmidt], иванчай [*Chamaenerium angustifolium* (L.) Scop.], марьянник (*Melampyrum* sp.), седмичник (*Trientalis europaea* L.), ястребинка (*Hieracium* sp.), горькуша альпийская (*Saussurea alpina* DC.), овсяница овечья (*Festuca ovina* L.), герань лесная (*Geranium silvaticum* L.) и др.<sup>XIII</sup>

Почва представлена торфянисто-гумусовым подзолом на сильно завалуненной супесчаной морене.

- A<sub>1</sub>I (0—3 см). Слабо разложившаяся торфянистая подстилка, состоит из отмершей части мхов, лесного опада и трав, переплетена корнями кустарничкового яруса.
- A<sub>1</sub>II (3—9 см). Торфянистый горизонт, среднеразложившийся, коричневый. Много корней.
- A<sub>1</sub>III (9—18 см). Сильно минерализованный темно-коричневый торф.
- A<sub>2</sub> (18—21 см). Подзолистый горизонт, грязно-серого цвета, песчаный. Мощность местами варьирует. Сильно завалунен.
- B (21—33 см). Иллювиальный горизонт, коричнево-бурый, с красноватым оттенком, супесчаный, сильно завалунен. С глубиной окраска светлее, переход в следующий горизонт постепенный.
- BC (33—41 см). Переходный серо-бурый супесчаный горизонт, сильно завалунен.
- C (41—90 см). Зеленовато-серая, с желтым оттенком супесь с включением большого количества валунов и гальки. С глубины 90 см появляется грунтовая вода.

Характеристика некоторых химических и физико-химических свойств гумусовожелезистого и торфянисто-гумусового подзолов дана в табл. 2.

Таблица 2  
Характеристика некоторых химических и физико-химических свойств почв

Горизонт	Глубина (в см)	Гумус (в %)	рН электро- метрически		Поглощенные катионы (в мг-экв. на 100 г почвы)			Сумма погло- щенных катио- нов	Сумма Са+ Mg	Ненасы- щенность почв осно- ваниями (в %)
			H <sub>2</sub> O	KCl	H	Ca	Mg			
Ельник-черничник (гумусово-железистый подзол)										
A <sub>1</sub> <sup>I</sup> . . . .	0—1	Не опр.	4.58	3.51	19.36	11.30	5.15	35.81	16.45	54.1
A <sub>1</sub> <sup>II</sup> . . . .	1—4	»	4.85	3.56	13.62	8.99	3.50	26.11	12.49	52.2
A <sub>2</sub> . . . .	5—10	0.47	5.30	4.72	0.70	0.34	0.11	1.15	0.45	60.9
B <sub>1</sub> . . . .	15—20	3.51	5.85	5.00	1.73	0.56	0.16	2.45	0.72	70.6
B <sub>2</sub> . . . .	25—30	1.50	6.08	5.05	0.87	0.32	0.12	1.31	0.44	65.4
BC . . . .	35—40	0.39	6.25	5.08	0.26	0.21	0.07	0.54	0.28	48.1
C . . . .	95—100	0.06	6.31	5.18	0.18	0.14	0.05	0.37	0.19	48.6
Сосняк-голубичник (торфянисто-гумусовый подзол)										
A <sub>1</sub> <sup>I</sup> . . . .	0—3	Не опр.	4.95	4.20	30.17	16.08	12.88	59.13	28.96	51.0
A <sub>1</sub> <sup>II</sup> . . . .	3—8	»	5.36	4.83	24.15	13.61	7.86	45.62	21.47	52.9
A <sub>1</sub> <sup>III</sup> . . . .	10—15	»	5.87	4.99	16.60	9.56	3.21	29.37	12.77	56.5
A <sub>2</sub> . . . .	18—21	1.28	6.19	5.06	6.88	2.34	0.44	9.66	2.78	71.2
B . . . .	25—30	2.21	6.27	5.10	12.61	3.11	0.63	16.35	3.74	77.1
BC . . . .	35—40	1.00	6.28	5.20	1.80	1.82	0.36	3.98	2.18	45.9
C . . . .	75—80	0.28	6.51	5.38	1.30	1.36	0.31	2.97	1.67	43.8

<sup>XIII</sup> Видовой состав мхов и трав определен сотрудниками Полярно-альпийского ботанического сада Р. Н. Шляковым и Б. Н. Головкиным.

Таблица 3

Зольный состав растений в сопоставлении с верхними горизонтами почвы на Кольском полуострове

Растение	Чистая зола (в % на сухое вещество)	Содержание (в % на чистую золу и прокаленную почву)										Сумма
		SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	
Ельник-черничник												
Черника	2.04	6.40	0.58	1.69	9.47	28.96	10.16	7.61	17.70	3.82	10.07	96.46
Голубика	1.31	7.27	2.06	2.22	9.98	32.28	11.15	6.15	11.26	2.86	8.14	93.37
Вороника	1.57	8.97	2.38	1.36	9.80	27.06	11.07	3.13	27.73	1.38	4.66	97.54
Брусника	2.32	8.38	1.23	1.92	8.88	31.27	12.14	5.78	13.70	2.87	9.02	98.19
Мхи	2.79	34.08	2.89	3.44	9.09	16.44	8.13	3.14	16.38	2.14	6.28	99.01
Травы	4.48	21.63	0.43	1.69	4.48	15.75	4.40	2.05	39.49	1.88	8.02	99.82
Почва, горизонт A <sub>0</sub> <sup>II</sup> (1—4 см)	3.14	31.28	6.99	17.01	2.51	18.12	4.96	3.24	5.35	1.20	1.85	92.51
Почва, горизонт A <sub>2</sub> (5—10 см)	—	77.98	1.82	12.03	0.11	2.05	0.93	0.05	5.54	1.03	0.04	—
Сосняк-голубичник												
Черника	2.16	4.98	0.52	1.13	8.68	31.58	10.52	7.68	18.51	2.43	12.51	98.54
Голубика	1.45	6.18	1.81	1.58	10.34	32.43	10.73	6.53	12.37	1.44	8.51	91.92
Вороника	1.85	4.29	1.51	1.21	10.22	28.61	11.19	3.54	28.31	1.13	4.62	94.63
Брусника	2.23	8.41	0.90	1.58	9.38	31.99	12.58	5.69	17.48	1.07	9.71	98.79
Багульник	1.61	6.41	0.64	0.74	8.73	41.04	8.83	0.95	20.79	1.13	9.34	98.60
Карликовая березка	1.21	8.66	1.48	1.91	8.52	37.43	9.15	0.68	18.07	1.27	11.97	99.15
Можжевельник	3.79	4.44	0.86	0.65	6.21	51.02	9.41	0.46	12.33	1.23	6.42	93.03
Мхи	3.90	27.05	3.17	3.81	10.36	18.50	8.91	1.21	18.88	1.47	5.10	98.46
Травы	7.81	18.47	0.22	2.78	4.30	17.60	6.46	2.30	41.70	1.04	4.24	99.11
Хвощ	19.00	60.97	0.16	0.48	1.01	13.51	1.21	0.38	9.24	1.61	4.30	92.89
Папоротник	9.39	32.84	1.21	2.83	1.73	13.32	1.38	0.54	28.74	2.06	4.70	89.39
Почва, горизонт A <sub>T</sub> <sup>II</sup> (3—8 см)	6.10	21.83	8.59	17.55	2.95	22.38	4.74	2.95	5.80	1.04	2.03	89.89

Примечание. Определение К и Na проведено в Спектральной лаборатории Почвенного института им. В. В. Докучаева.

Таблица 4

Зольный состав кустарничков Карельского перешейка и Мордовии

Растение	Местообитание и почва	Зольность (в %)	Содержание (в % на прокаленную массу)										Авторы
			SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MnO	
Черника.	Карельский перешеек; загорфованная подзолистая железистогумусовая почва . . . . .	2,37	11,73	0,84	—	8,01	43,46	13,50	6,60	7,15	—	3,37	Рожкова и Счастья (1959).
Черника.	Карельский перешеек; торфянисто-подзолистая почва . . . . .	2,26	8,37	0,89	—	7,92	44,49	15,85	7,04	8,38	—	—	Рожкова и Счастья (1959)
Черника. <sup>1</sup>	Мордовский государственный заповедник; дерново-среднеподзолистая почва . . . . .	2,74	3,10	0,29	1,022	—	34,09	10,0	—	21,89	0,95	5,98	Быкова (1949).
Брусника. <sup>1</sup>	То же . . . . .	2,74	5,66	0,58	1,095	—	35,00	10,40	—	18,91	2,92	4,57	Быкова (1949).

<sup>1</sup> Пересчитано по материалам авторов.

Исследуемые почвы характеризуются малой общей мощностью почвенного профиля, что присуще большинству почв Кольского полуострова. Характерным является также полное отсутствие перегнойно-аккумулятивного горизонта и накопление гумуса в иллювиальных горизонтах. Бедность почвенного поглощающего комплекса основаниями и кислая реакция среды создают специфические условия для развития растений.

Различия в химических и физико-химических свойствах исследуемых почв отражаются на зольном составе растений (см. далее).

Сбор растений для характеристики качественно-количественного состава и зольного анализа на обеих площадках проводился в середине августа 1958 г. Растения срезались с десяти пробных площадок, размером 1 м<sup>2</sup> каждая, разбирались по видам, высушивались и взвешивались. Средняя проба для каждого вида растения измельчалась и поступала на химический анализ, проводившийся методом сухого озоления (Бобрицкая, 1958). Мхи и травы отдельно по видам не анализировались. В этот же период брались и образцы почв.

Изучение зольного состава растений (табл. 3) показало, что общая зольность кустарников и кустарничков невелика и колеблется в пределах 1,2—2,3%.

Наибольшей зольностью и характеризуется можжевельник (3,79%) и брусника (2,32%). Зольность одноименных растений в сосняке-голубичнике в общем несколько выше, чем в ельнике-черничнике. В золе кустарников и кустарничков

преобладает кальций. Особенно много его содержится в золе можжевельника, багульника и карликовой березки. Второе место в составе золы занимает калий. Исключение представляет вороника, в золе которой процентное содержание калия и кальция почти одинаково. Магний содержится в больших количествах, чем фосфор и сера, но в меньших, чем кальций и калий. Особого внимания заслуживает относительно высокое содержание в золе кустарничков (черника, голубика, брусника) марганца, что отмечалось ранее В. И. Левиной (1960). Кремнекислота, алюминий и железо по сравнению с другими элементами золы в кустарничках содержится в малых количествах.

Зольный состав отдельных видов кустарников и кустарничков между собой довольно близок, лишь черника, голубика и брусника отличаются, как указано, несколько более высоким содержанием марганца.

По сравнению с кустарниками и кустарничками зольный состав мхов характеризуется повышенным содержанием кремнекислоты, алюминия и железа. В золе трав почти 40% падает на долю калия и около 20% составляет кремнекислота. Особенно много кремнекислоты накапливают хвощ (61%) и папоротник (33%).

Между одними и теми же видами растений ельника-черничника и сосняка-голубичника отмечены некоторые различия в составе золы. Так, в золе растений ельника-черничника содержится больше кремнекислоты, алюминия и железа, что можно объяснить более кислой реакцией гумусово-железистого подзола по сравнению с торфянисто-гумусовым (табл. 2) и, вероятно, большим количеством подвижных полуторфных окислов.

Таблица 5

Степень концентрация зольных элементов растениями Кольского полуострова										
Растение	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	CaO	MgO	MnO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>
Ельник-черничник										
Черника •••••	0.21	0.08	0.10	3.77	1.60	2.15	2.35	3.31	3.18	5.44
Черника <sup>xiv</sup> •••••	0.08	0.32	0.14	86.09	14.12	10.20	152.20	3.19	3.71	267.50
Голубика •••••	0.23	0.30	0.13	3.98	1.78	2.25	1.90	2.11	2.38	4.40
Вороника •••••	0.29	0.34	0.08	3.90	1.49	2.23	0.96	5.18	1.15	2.52
Брусника •••••	0.27	0.18	0.11	3.54	1.17	2.45	1.78	3.12	2.39	4.88
Мхи •••••	1.09	0.41	0.20	3.62	0.91	1.73	0.97	2.50	1.78	3.39
Травы •••••	0.69	0.62	0.10	1.78	0.87	0.89	0.63	7.38	1.56	4.34
Травы <sup>vii</sup> •••••	0.26	0.24	0.14	40.63	7.69	4.73	41.00	7.38	1.83	200.50
Сосняк-голубичный										
Черника •••••	0.23	0.05	0.06	2.94	1.41	2.23	2.61	3.19	2.34	4.88
Голубика •••••	0.28	0.21	0.09	3.51	1.45	2.38	2.21	2.13	1.39	4.13
Вороника •••••	0.20	0.11	0.07	3.46	1.28	2.46	1.20	4.88	1.03	2.24
Брусника •••••	0.39	0.18	0.07	3.18	1.43	2.76	1.91	3.01	1.05	4.71
Багульник •••••	0.29	0.08	0.04	2.96	1.83	1.94	0.32	3.58	1.09	4.53
Карликовая березка	0.40	0.17	0.11	2.89	1.67	2.01	0.23	3.12	1.32	5.81
Можжевельник ••••	0.20	0.10	0.04	2.11	2.28	2.07	0.16	2.13	1.18	3.12
Мхи •••••	1.24	0.40	0.22	3.51	0.83	1.96	0.41	3.26	1.41	2.48
Травы •••••	0.85	0.03	0.16	1.46	0.78	1.42	0.72	7.19	1.00	2.06
Хвощ •••••	2.79	0.02	0.03	0.34	0.60	0.27	0-13	1.59	1.57	2.09
Папоротник •••••	1.50	0.14	0.16	0.59	0.59	0.30	0.18	4.96	1.98	2.48

Таблица 6

Ряды биологического поглощения зольных элементов некоторыми растениями Кольского полуострова

Растение	Место элемента в ряду									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ельник-черничник										
Черника •••••	S	P	K	Na	Mn	Mg	Ca	Si	Al	Fe
Черника <sup>vii</sup> •••••	S	Mn	P	Ca	Mg	Na	K	Fe	Al	Si
Голубика •••••	S	P	Na	Mg	K	Mn	Ca	Fe	Si	Al
Вороника •••••	K	P	S	Mg	Ca	Na	Mn	Fe	Si	Al
Брусника •••••	S	P	K	Mg	Na	Mn	Ca	Si	Fe	Al
Мхи •••••	P	S	K	Na	Mg	Si	Mn	Ca	Fe	Al
Травы •••••	K	S	P	Na	Mg	Ca	Si	Mn	Fe	Al
Травы <sup>vii</sup> •••••	S	Mn	P	Ca	K	Mg	Na	Si	Fe	Al
Сосняк-голубичник										
Черника •••••	S	K	P	Mn	Na	Mg	Ca	Si	Fe	Al
Голубика •••••	S	P	Mg	Mn	K	Ca	Na	Si	Fe	Al
Вороника •••••	K	P	Mg	S	Ca	Mn	Na	Si	Fe	Al
Брусника •••••	S	P	K	Mg	Mn	Ca	Na	Si	Fe	Al
Багульник •••••	S	K	P	Mg	Ca	Na	Mn	Si	Fe	Al
Карликовая березка •••••	S	K	P	Mg	Ca	Na	Si	Mn	Fe	Al
Можжевельник •••••	S	Ca	K	P	Mg	Na	Si	Mn	Fe	Al

xiv Ряды построены по отношению к горизонту A<sub>2</sub>.

Мхи .....	P	K	S	Mg	Na	Si	Ca	Mn	Fe	Al
Травы .....	K	S	P	Mg	Na	Si	Ca	Mn	Al	Fe
Хвощ .....	Si	S	K	Na	Ca	P	Mg	Mn	Al	Fe
Папоротник .....	K	S	Na	Si	Ca	P	Ng	Mn	Al	Fe
				>1	<1					

В золе растений сосняка-голубичника содержится больше кальция и калия. Как отмечалось ранее в табл. 2, в почве сосняка-голубичника количество поглощенного кальция значительно выше, чем в почве под ельником-черничником.

Таким образом, различия в химических и физико-химических свойствах исследуемых почв отражаются на зольном составе растений.

Указанные особенности в составе золы кустарников и кустарничков Кольского полуострова, связанные с особенностями их местообитания, еще ярче проявляются при сравнении с растениями более южных областей (табл. 4).

Сравнение табл. 3 и 4 показывает, что общая зольность кустарничков в более южных районах выше. Черника, произрастающая на Карельском перешейке (Рожнова, Счастлиная, 1959), характеризуется более высоким содержанием в золе кальция, магния и кремнекислоты и значительно меньшим содержанием калия, марганца и серы, чем в наших условиях, что, видимо, обусловлено различиями в химическом составе почвообразующих пород. Если сравнить наши данные с зольным составом аналогичных растений Мордовского государственного заповедника (Ремезов, Быкова, Смирнова, 1959), то окажется, что кустарнички, растущие на Кольском полуострове, отличаются более высоким содержанием в золе марганца и меньшим — кальция и калия.

Перейдем к рассмотрению рядов биологического поглощения, которые показывают степень концентрации зольных элементов отдельными видами растений. Ряды построены по методу Б. Б. Польшова, на основании подсчета коэффициентов поглощения (табл. 5), путем деления процентного содержания элемента в золе растений на процентное содержание этого же элемента в верхнем горизонте прокаленной почвы ( $AJ^1$ ). В последнем содержится более половины всей массы корней.

По степени биологической концентрации все элементы можно разделить на две группы. В первую группу входят «элементы биологической концентрации», у которых коэффициент поглощения выше 1. Вторая группа представлена «элементами биологического захвата», с коэффициентами поглощения ниже 1 (табл. 6).

Табл. 6 показывает, что по степени биологической концентрации все изучаемые растения можно разделить на три группы.

Первая группа — растения, концентрирующие кальций. К ней относятся все кустарники и кустарнички; наиболее интенсивно концентрируют кальций можжевельник и вороника.

Вторая группа — растения, интенсивно поглощающие калий. Особенно сильно концентрируют калий травы, в рядах биологического поглощения которых он занимает первое место.

Третья группа — растения — концентраторы кремнекислоты. Они представлены мхами и частично травами (хвощ, папоротник).

Для большинства изучаемых растений сера, фосфор и калий в рядах биологического поглощения занимают первые места.

Необходимо отметить, что ряды биологического поглощения, построенные нами по отношению к горизонту лесной подстилки, минеральный состав которого формируется при участии общего опада растительности, значительно больше обогащены кальцием, фосфором и серой, чем нижележащие горизонты почвы. Поэтому построение рядов биологического поглощения в условиях подзолистых почв вызывает определенные затруднения. Так, концентрация кальция травами маскируется биогенным накоплением его в лесной подстилке. По этой же причине мы не смогли выделить группу элементов, наиболее интенсивно концентрируемых растениями. В рядах биологического поглощения по отношению к горизонту  $A_2$



для трав отмечается перемещение кальция в группу биологической концентрации; для кустарничков (черника) характерным является некоторая перестановка элементов внутри групп; переход же элементов из одной группы в другую не наблюдается. Ряды биологического поглощения по отношению к горизонтам А<sub>2</sub> и В для других видов кустарничков ельника-черничника и наземного покрова сосняка-голубичника не приводятся, так как они имеют аналогичный характер.

Кроме рядов биологического поглощения, определенный интерес представляют абсолютные количества минеральных элементов, содержащиеся во всей массе наземного покрова на единицу площади отдельно по видам (табл. 7).

Эти данные вычислены на основании табл. 1 и 3 по формуле:

$$k = \frac{m \times a \times b}{10000},$$

где *k* — содержание элемента в растении (в г на 1 м<sup>2</sup> поверхности почвы); *m* — вес растений данного вида (в г на 1 м<sup>2</sup> той же поверхности); *a* — зольность растения (в % от веса сухого вещества); *b* — процентное содержание элементов в золе. С одной стороны, они характеризуют общие запасы минеральных элементов, находящихся в составе «живого вещества», для отдельных видов растений, с другой — интенсивность вовлечения в биологический круговорот зольных элементов и роль в этом вовлечении разных видов растений. Кроме того, эти данные свидетельствуют о том, что биологический круговорот минеральных элементов складывается из отдельных «видовых» циклов миграции элементов.

Полученные результаты показывают, что в наземном покрове сосняка-голубичника накапливается значительно больше зольных элементов, чем в ельнике-черничнике, что объясняется большой массой наземного покрова в первом.

Наземный растительный покров обоих типов леса более всего содержит в общей растительной массе кальция, калия и кремнекислоты, значительно меньше — магния, фосфора, серы и марганца и совсем мало — натрия, алюминия и железа.

В концентрировании кальция главная роль, как уже отмечалось, принадлежит кустарникам и кустарничкам. Кремнекислота накапливается в основном мхами и травами; более половины общего содержания фосфора, магния и серы —

Накопление минеральных эле

Растение	Общее содержание золы		SiO <sub>2</sub>		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
Е л ь н и к -										
Черника . . . . .	3.182	35.01	0.204	13.05	0.018	11.92	0.055	25.94	0.301	36.40
Голубика . . . . .	0.197	2.17	0.014	0.90	0.004	2.65	0.004	1.89	0.020	2.42
Вороника . . . . .	0.740	8.14	0.006	4.22	0.017	11.26	0.010	4.72	0.073	8.83
Брусника . . . . .	1.438	15.82	0.120	7.68	0.018	11.92	0.028	13.21	0.128	15.47
Мхи . . . . .	3.172	34.90	1.081	69.16	0.092	60.93	0.109	51.42	0.289	34.95
Травы . . . . .	0.359	3.95	0.078	4.99	0.002	1.32	0.006	2.83	0.016	1.93
Всего . . . . .	9.0881	100.0	1.563	100.0	0.151	100.0	0.212	100.0	0.827	100.0
С о с н я к -										
Черника . . . . .	1.623	8.90	0.081	2.68	0.008	2.32	0.018	3.93	0.141	8.48
Голубика . . . . .	3.078	16.88	0.191	6.34	0.055	15.94	0.049	10.70	0.318	19.12
Вороника . . . . .	0.486	2.67	0.021	0.70	0.007	2.03	0.006	1.31	0.050	3.01
Брусника . . . . .	1.479	8.11	0.125	4.15	0.013	3.77	0.023	5.02	0.139	8.36
Багульник . . . . .	0.734	4.03	0.047	1.56	0.005	1.16	0.005	1.09	0.064	3.85
Карликовая березка . . . . .	0.145	0.79	0.013	0.43	0.002	0.58	0.003	0.65	0.012	0.72
Можжевельник . . . . .	0.946	5.19	0.042	1.39	0.008	2.32	0.006	1.31	0.059	3.55
Мхи . . . . .	7.651	42.95	2.070	68.69	0.243	70.43	0.292	63.76	0.793	47.68
Травы . . . . .	1.982	10.87	0.366	12.14	0.004	1.16	0.055	12.01	0.085	5.11
Папоротник . . . . .	0.042	0.23	0.014	0.46	0.001	0.29	0.001	0.22	0.001	0.06
Хвощ . . . . .	0.072	0.40	0.044	1.46	Следы	—	Следы	—	0.001	0.06
Всего . . . . .	18.238	100.0	3.013	100.0	0.346	100.0	0.458	100.0	1.633	100.0



ментов наземным покровом

СаО		MgO		MnO		K <sub>2</sub> O		Na <sub>2</sub> O		SO <sub>3</sub>	
г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%	г/м <sup>2</sup>	%
<b>черничник</b>											
0.922	41.63	0.323	36.87	0.242	51.82	0.563	35.27	0.122	48.61	0.320	48.20
0.064	2.89	0.022	2.51	0.012	2.60	0.022	1.38	0.006	2.39	0.016	2.41
0.200	9.03	0.082	9.36	0.023	4.92	0.205	12.84	0.010	3.98	0.034	5.10
0.450	20.31	0.175	19.98	0.083	17.77	0.240	15.04	0.041	16.34	0.130	19.58
0.522	23.57	0.258	29.45	0.100	21.40	0.424	26.56	0.068	27.09	0.135	20.34
0.057	2.57	0.016	1.83	0.007	1.49	0.142	8.90	0.006	1.59	0.029	4.37
2.215	100.0	0.876	100.0	0.467	100.0	1.596	100.0	0.253	100.0	0.664	100.0
<b>голубичник</b>											
0.153	10.82	0.171	9.97	0.125	21.63	0.300	8.21	0.039	14.94	0.203	16.20
0.998	21.05	0.331	19.30	0.202	34.95	0.381	10.37	0.044	16.86	0.261	20.83
0.139	2.93	0.053	3.09	0.017	2.94	0.138	3.77	0.006	6.30	0.023	1.84
0.473	9.97	0.186	10.85	0.084	14.53	0.259	7.07	0.016	6.13	0.144	11.32
0.301	6.34	0.065	3.79	0.007	1.21	0.154	4.20	0.008	3.07	0.069	5.43
0.054	1.14	0.013	0.76	0.001	0.17	0.026	0.71	0.001	0.38	0.017	1.36
0.483	10.19	0.089	5.19	0.004	0.69	0.117	3.19	0.012	4.22	0.061	4.87
1.416	29.86	0.677	39.47	0.092	15.92	1.444	39.40	0.113	43.29	0.390	31.12
0.349	7.36	0.128	7.46	0.046	7.96	0.827	22.56	0.021	8.05	0.084	6.70
0.006	0.13	0.001	0.06	Следы	—	0.012	0.12	0.001	0.38	0.002	0.16
0.010	0.21	0.001	0.06	Следы	—	0.007	0.07	0.001	0.38	0.003	0.17
4.742	100.0	1.715	100.0	0.578	100.0	3.665	100.0	0.262	100.0	1.257	100.0

кустарничками, а железа и алюминия — мхами; около 50% общего количества марганца содержится в чернике (ельник-черничник) и голубике (сосняк-голубичник).

Сравнение данных табл. 7 и 1 показывает, что в накоплении минеральных элементов отдельными видами растений основное значение имеет обилие или масса растений данного вида на определенной площади. Большое значение имеет также общая зольность этих видов и процентное содержание минеральных элементов в золе.

### Заключение

В условиях Кольского полуострова кустарничкам и кустарникам принадлежит значительная роль в биологической концентрации минеральных элементов. При сравнении зольного состава некоторых видов

кустарничков Кольского полуострова с зольным составом тех же видов более южных областей видно, что первый характеризуется наряду с другими отличиями большим содержанием марганца. Ряды биологического поглощения показывают, что в кустарниках и кустарничках сильно концентрируются фосфор, сера и калий, несколько в меньшей степени — натрий, кальций и магний, незначительным поглощением характеризуются алюминий, железо и кремнекислота. Травы и мхи, в отличие от кустарничков, концентрируют в большем количестве кремнекислоту, железо и алюминий. Для трав характерным является также концентрация калия.

В сосняке-голубичнике наблюдается более интенсивное, чем в ельнике-черничнике, вовлечение наземным покровом зольных элементов в биологический круговорот.

При освоении лесной территории в целях сельскохозяйственного использования для условий Кольского полуострова необходимо учитывать, что в наземном покрове накапливается большое количество минеральных элементов (кальция до 50 кг, фосфора до 17 кг, калия до 36 кг на гектар). Поэтому запахивание

или сжигание наземного лее центнера на гектар минеральных элементов, шения ее плодородия.

## ЛИТЕРАТУРА

- Б а з и л е в и ч Н. И. 1955. Особенности круговорота в некоторых почвенно-растительных зонах СССР.
- Б о б р и ц к а я М. А. 1958. Методика зольного анализа растений. Изд. АН СССР, М.
- Б ы к о в а Л. Н. 1951. Методика работы по изучению круговорота азота и зольных элементов в лесных насаждениях. Почвоведение, № 1.
- Е в д о к и м о в а Т. И. 1947. Развитие почвообразовательного процесса на метаморфических породах Карелии. Почвоведение, № 9.
- З а й ц е в Б. Д. 1935. К вопросу о влиянии сосновых, еловых и лиственных лесов на химические свойства лесных подстилок. Почвоведение, № 4.
- К о в д а В. А. 1956. Минеральный состав растений и почвообразование. Почвоведение, № 1.
- Л е в и н а В. И. 1960. Особенности обмена минеральных элементов между мохово-лишайниково-кустарничковым покровом и почвой в двух типах сосновых лесов Кольского полуострова. Почвоведение, № 5.
- П о л ы н о в Б. Б. 1945. Первые стадии почвообразования на массивно-кристаллических породах. Почвоведение, № 7.
- П о л ы н о в Б. Б. 1956. Учение о ландшафтах. Изд. АН СССР, М.
- П о н о м а р е в а В. В. и А. М. М я с н и к о в а. 1954. Материалы по изучению состава гумуса и некоторые вопросы генезиса дерновокарбонатных почв. Уч. зап. ЛГУ, № 174, вып. 36.
- П о н о м а р е в а В. В. и А. М. М я с н и к о в а. 1957. К характеристике почв центральной части Карельского перешейка. Сб. работ Центр, музея почвоведения АН СССР, вып. 2.
- П ь я в ч е н к о Н. И. 1960. Биологический круговорот азота и зольных веществ в болотных лесах. Почвоведение, № 6.
- Р е м е з о в Н. П., Л. Н. Б ы к о в а, К. М. С м и р н о в а. 1959. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах Европейской части СССР. Изд. МГУ, М.
- Р е м е з о в Н. П., К. М. С м и р н о в а, Л. Н. Б ы к о в а. 1943. Некоторые итоги изучения роли лесной растительности в почвообразовании. Вести. МГУ, № 6.
- Р о ж н о в а Т. А. и Л. С. С ч а с т н а я. 1959. Изучение взаимосвязи растительности и почв в условиях Карельского перешейка. Почвоведение, № 1.
- С м и р н о в а К. М. 1951. Круговорот азота и зольных элементов в ельнике-зеленомошнике. Вести. МГУ, № 3, вып. 2.
- Т а т а р и н о в С. Ф. 1946. Аккумуляция зольных элементов в лесных подстилках. Почвоведение, № 7.
- Т а т а р и н о в С. Ф. 1957. К вопросу об обмене веществ в системе почва—растение в подзолистых почвах. Сб. научн. работ (Рязанский с.-х. инет.), вып. 2.

---

*В. И. Левина*

### **ВЛИЯНИЕ ОПАДА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ПРОФИЛЯ В РАЗНЫХ ТИПАХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ**

Роль гумуса в формировании профиля подзолистых почв на Кольском полуострове велика и проявляется особенно резко. Состав гумуса этих почв, сущность процессов гумусообразования, характер передвижения органических веществ по почвенному профилю и взаимодействие их с минеральной частью почвы освещены в работах главным образом В. В. Пономаревой (1940, 1951) и

отчасти А. В. Барановской (1951). В дополнение к указанным исследованиям в настоящей статье рассматривается влияние опада на формирование органического вещества почвы и почвенного профиля в целом. Объектами исследования были избраны два типа леса: сосновый лес-беломошник и сосновый лес-зеленомошник, под которыми развиваются различные виды почв: железистый и гумусовый подзолы.

Исследования проводились в 1947—1949 гг. по предложению и под руководством акад. И. В. Тюрина, которому автор, пользуясь случаем, выражает глубокую благодарность.

## 1. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Участок 1-й расположен в 400 м к северо-востоку от ст. Питкуль Кировской железной дороги и занимает плоскую вершину, средние и верхние части покатых склонов моренной гряды. Растительность представлена сосновым лесом с лишайниковым покровом (*Pinetum cladinosum*). Древостой угнетенный и разреженный. В напочвенном покрове господствуют лишайники: *Cladonia alpestris* и *Cl. rangiferina*, которые покрывают почву на 80—90%. Среди них редко встречаются *Polytrichum* и другие мхи. Кустарничковый ярус состоит из редких кустиков вороники, черники и брусники.

Под этой растительностью развиваются железистые подзолы. Они имеют следующее строение профиля:

- А<sub>0</sub> 0—1 см. Лесная подстилка, среднеразложившаяся, сильно пронизана корнями растений.
- А<sub>2</sub> 1—4 см. Подзолистый горизонт, белесый, песчаный, имеются включения гальки и валунов; пронизан корнями растений. Граница перехода в горизонт В неровная, отдельные языки его заходят до 9 см.
- В 4—22 см. Иллювиальный горизонт, желто-охристый, окраска книзу светлеет, супесчаный, завалунен; пронизан корнями, количество которых с глубиной уменьшается. Переход в ВС постепенный.
- ВС 22—46 см. Переходный горизонт в почвообразующую породу, желтовато-серый, окраска неравномерная, пятнистая, в верхней части более интенсивная; супесчаный, встречается большое количество валунов и гальки. Переход в почвообразующую породу постепенный.
- С 46—90 см. Почвообразующая порода, серо-зеленая валунно-галечниковая супесь.

Участок 2-й расположен на пологом склоне вблизи болота, в 2 км к югу от ст. Питкуль. Растительный покров представлен слабо заболоченным сосновым лесом-зеленомошником — *Pinetum hylocomiosum*. В древостое преобладает сосна (С) с примесью ели (Е) и березы (Б) (5С, 3Е, 2Б). Древостой значительно менее изрежен, чем на участке 1. В напочвенном покрове господствуют кустарнички: голубика, черника, вороника, багульник и зеленые мхи, главным образом *Pleurozium schreberi*. Местами встречаются щучка и золотая розга, а по мере приближения к болоту — сфагнум и карликовая береза.

Почвенный покров представлен преимущественно гумусовыми подзолами. Профиль их имеет следующее строение:

- А<sub>0</sub> 0—6 см. Торфянистый горизонт, слабо разложившийся, темно-коричневого цвета, сильно пронизан корнями; на глубине от 5 до 6 см — торф, хорошо разложившийся, темно-серого, почти черного цвета, пронизан корнями.
- А<sub>2</sub> 6—20 см. Подзолистый горизонт, светло-серый, песчаный, встречаются валуны и мелкая галька; пронизан корнями. Граница с

- горизонтом В извилистая, но резкая.
- B<sub>1</sub> 20—36 см. Иллювиальный горизонт, темно-кофейного цвета, супесчаный, несколько сцементирован, распадается на плитчатые отделности; встречаются валуны и очень много мелкой гальки; слабо пронизан мелкими корнями. Переход в B<sub>2</sub> ясный.
- B<sub>2</sub> 36—50 см. Иллювиальный горизонт, желто-охристый, супесчаный, не сцементирован; окраска светлеет книзу, много валунов и мелкой гальки; очень слабо пронизан корнями.
- BC 50—86 см. Переходный горизонт; супесчаный, серовато-желтый, не вполне однородной окраски, книзу светлеет, встречается много валунов и мелкой гальки. Переход в почвообразующую породу постепенный.
- C 86—150 см. Почвообразующая порода; серо-зеленая валунно-галечниковая супесь; грунтовые воды с 95 см.

Как видно из описания профилей, оба вида подзолов по механическому составу одинаковы: песчаный подзолистый горизонт переходит в супесчаный иллювиальный, а последний — в моренную супесь. Но по морфологическому строению они очень различны. Почвенный профиль на 2-м участке, а также и все генетические горизонты его имеют значительно большую мощность, чем на 1-м. В нем отчетливо выделяется второй иллювиальный горизонт, отсутствующий в первой почве; верхний иллювиальный горизонт сильно сцементирован, в то время как в первой он рыхлый; окраска иллювиального горизонта гораздо темнее, чем в первой.

При исследовании применялась следующая методика: сбор опада древесного и кустарничкового ярусов производился на площадках в 1 м<sup>2</sup>. Опад от кустарничков (черника, голубика, брусника и багульник) сначала определялся в процентах от веса его надземной массы, а затем перечислялся на гектар путем сопоставления с массой надземной части этого кустарничка, имеющейся на одном гектаре. Масса «опада» мхов и лишайников определялась по приросту за год. Прирост мха *Pleurozium schreberi* определялся в полевых условиях следующим образом: от верхушек отмерялось 2 см и завязывались ниточки; через год делалось то же самое. Часть растения между первым и вторым измерениями (годовой прирост) вырезалась и учитывалась. Прирост лишайника (*Cl. alpestris*) вычислялся путем деления массы подеция на число лет (число колен на главной ветви).

Масса (вес) генетических горизонтов определялась путем поочередного снятия их с площади 1 м<sup>2</sup> на всю мощность, разделения массы на мелкозем и крупнозем и взвешивания этих частей в воздушно-сухом состоянии.

Определение гумуса и азота в почве, а также анализ группового состава гумуса проводились по методу Тюрина. Углерод в растениях и растительных остатках определялся по методу Кнопфа, а азот — по методу Кьельдаля.

## 2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

Проведенный учет массы опада (табл. 1) показал, что органическое вещество, ежегодно поступающее в почву, в сосновом лесу-беломошнике и сосновом лесу-зеленомошнике различно по количеству и качеству. В лесу-зеленомошнике общая масса опада близка к 1 тыс. кг на гектар и состоит на 50% из опада древесного яруса (хвой ели и сосны, листьев березы, сучьев, коры и шишек деревьев), на 33% — из опада кустарничкового яруса (листьев и стеблей, главным образом черники, голубики, брусники и багульника) и на 8% — из отмерших частей мхов. В лесу-беломошнике общее количество опада менее 600 кг на гектар и представлено на 60% древесным опадом (хвоей, корой, сучьями и шишками сосны) и на 40% — отмершими частями лишайников.

Таблица 1

Ежегодное поступление органического вещества  
в почву в разных типах сосновых лесов (в ц/га)

Виды опада	Сосно- вый лес-бе- ломош- ник	Сосно- вый лес-зе- лено- мошник
Опад древесного яруса:		
хвоя сосны . . . . .	2.486	3.039
хвоя ели . . . . .	—	0.300
листья березы . . . . .	—	0.988
сучья, кора, шишки деревьев . . . . .	0.830	1.123
общее количество . . . . .	3.316	5.514
Опад кустарничкового яруса:		
листья черники . . . . .	—	0.800
стебли черники . . . . .	—	0.423
листья голубики . . . . .	—	0.756
стебли голубики . . . . .	—	0.071
листья брусники . . . . .	—	0.485
листья багульника . . . . .	—	0.670
общее количество . . . . .	—	3.205
Отмирающие части лишайников . . . . .	2.302	—
Отмирающие части мхов . . . . .	—	0.766
Общее количество опада . . . . .	5.618	9.455

Как указывает И. В. Тюрин (1937, стр. 76), для процессов разложения, а следовательно, и для процессов гумусообразования большое значение имеет групповой химический состав растений и их отмерших частей. В частности, содержание восков, жиров, смол и дубильных веществ действует угнетающе на микрофлору почвы, тормозит разложение растительных остатков в целом. По данным Тюрина (1937), содержание этих веществ в коре и хвое хвойных пород, в некоторых кустарничках и мхах высокое. Содержание жиров, восков и смол в хвое около 20%, в листьях древесных пород — до 10 и во мхах — 8—10%. Содержание дубильных веществ в коре ели и сосны колеблется от 5 до 18%, в чернике — до 20% и бруснике 7—10%. По данным М. М. Кононовой (1951), хвоя сосны содержит восков, жиров и смол 24.47%.

Основываясь на сказанном, можно предположить, что в рассматриваемых условиях растительные остатки, ежегодно поступающие в почву в виде опада, богаты содержанием жиров, восков, смол и дубильных веществ, что подтверждается повышенным содержанием углерода в них; следовательно, их состав мало благоприятен для разложения.

Необходимо также отметить, что изучение кустистых лишайников, проведенное А. Л. Курсановым и Н. Н. Дьячковым (1945), показало наличие в них специфических лишайниковых кислот в количестве 20% от сухого вещества, которые также препятствуют развитию многих микроорганизмов, вследствие чего разложение лишайников идет очень медленно. В подтверждение этого названные авторы указывают на скопление почти неразложившейся массы лишайников под живым покровом ягеля в сосновых лесах-беломошниках. Это явление наблюдается и нами.

Лимитирующим фактором в разложении растительных остатков является также низкое содержание азота в них.

Помимо указанных особенностей химического состава растительного покрова и опада, которые являются одной из причин замедленного разложения органического вещества в почве, имеются и другие факторы, которые играют большую роль при определении скорости и направления процессов разложения. К ним следует отнести жизнедеятельность микроорганизмов и животных, гидротермический режим и свойства почвы.

Таблица 2

Содержание зольных веществ, углерода и азота в растениях  
и растительных остатках

Растение и растительные остатки	В % на абсолютно сухое вещество					В % на беззоль- ное и безводное вещество		Отно- шение C : N
	гигроско- пическая влажа	сырая зола	чистая зола	C	N	C	N	
Смешанный напочвен- ный растительный покров в сосняке- беломошнике . . . .	12.49	0.93	0.82	46.0	0.57	46.46	0.58	80
Смешанный напочвен- ный растительный покров в сосняке- зеленомошнике . . .	8.59	2.02	1.68	49.0	0.83	49.98	0.84	59
Свежий смешанный опад в сосняке-зе- леномошнике . . . .	10.61	1.97	1.68	51.94	0.82	52.97	0.83	64
Черника (листья и стебли) . . . . .	12.30	2.46	—	Не определялось				
Вороника (листья и стебли) . . . . .	16.79	1.63	—					
Багульник (листья и стебли) . . . . .	11.03	1.36	—	—	—	—	—	—
Брусника (листья и стебли) . . . . .	11.48	2.55	—	—	—	—	—	—
Голубика (листья и стебли) . . . . .	11.36	1.36	—	—	—	—	—	—
<i>Pleurozium schreberi</i> . .	12.50	3.77	—	—	—	—	—	—
Сосновая хвоя (опад) . .	8.66	1.52	—	—	—	—	—	—
Листья березы (опад) . .	13.40	2.81	—	—	—	—	—	—
Листья черники (опад) . .	11.84	3.95	—	—	—	—	—	—
Железистый подзол:								
A <sub>0</sub> <sup>I</sup> . . . . .	11.68	3.70	1.25	50.71	1.12	52.63	1.16	45.3
A <sub>0</sub> <sup>II</sup> . . . . .	9.80	12.53	2.06	48.84	1.16	55.67	1.32	42.1
Гумусовый подзол:								
A <sub>0</sub> <sup>I</sup> . . . . .	11.48	3.45	2.01	52.87	1.25	54.72	1.29	42.4
A <sub>0</sub> <sup>II</sup> . . . . .	12.66	7.30	2.89	51.64	1.36	55.66	1.46	38.1

Разложение растительных остатков в естественных условиях Кольского полуострова идет главным образом под влиянием грибной флоры. Однако активность микрофлоры в рассматриваемых условиях ослаблена по сравнению с более южными районами вследствие пониженной температуры почвы. Немаловажное значение в ослаблении процессов разложения имеет и тот фактор, что почвы Кольского полуострова весьма бедны позвоночными и беспозвоночными животными, особенно дождевыми червями, роль которых в измельчении и в перемешивании растительных остатков с минеральной частью почвы огромна (Тюрин, 1933).

Таким образом, разложение растительных остатков, как указывает В. В. Пономарева (1940, 1951), идет медленно и сопровождается образованием кислых продуктов распада, легкорастворимых в воде органических кислот типа фульвокислот. При наличии достаточного увлажнения подвижные продукты распада легко вымываются из горизонта скопления растительных остатков — лесной подстилки. Высокая водопроницаемость почв вследствие легкости механического состава и бедность их поглощенным кальцием и магнием не способствуют закреплению в верхнем слое почвы органических веществ. Они вымываются в нижележащие слои ее. Такое направление почвообразовательного процесса способствует формированию почвенного профиля, характеризующегося очень резким расчленением его на генетические горизонты и распределением органического вещества в основном между двумя почвенными горизонтами: горизонтом лесной подстилки (A<sub>0</sub>) и иллювиальным горизонтом (B). В горизонте лесной подстилки органическое вещество накапливается в виде полуразложившейся торфянистой массы, а в иллювиальном горизонте — в виде собственно гумусовых веществ.

Таблица 3

## Содержание и запасы гумуса, углерода и азота в железистом и гумусовом подзолах

Горизонт	Глубина (в см)	Вес горизонта (в т/га) <sup>1</sup>	В граммах на 100 г абсолютно сухой почвы				В тоннах на гектар (абсолютно сухое вещество)			Отношение C : N
			гигроскопическая влага	гумус	углерод (C)	азот (N)	гумус	углерод (C)	азот (N)	
Железистый подзол										
A <sub>0</sub> <sup>I</sup> . . . . .	0—0.3	2.280	—	—	—	—	2.102	1.156	0.026	—
A <sub>0</sub> <sup>II</sup> . . . . .	0.3—1.5	36.03	—	—	—	—	32.000	17.600	0.418	—
A <sub>0</sub> (A <sub>0</sub> <sup>I</sup> + A <sub>0</sub> <sup>II</sup> ) . . . . .	0—1.5	38.31	—	—	—	—	34.102	18.756	0.444	—
A <sub>2</sub> . . . . .	1.5—5.5	401.3	0.20	0.50	0.25	0.012	2.002	1.001	0.048	21 : 1
B . . . . .	5.5—20	1340.9	2.86	2.40	1.20	0.048	31.262	15.630	0.626	25 : 1
BC . . . . .	20—46	2453.0	1.24	0.48	0.24	0.015	11.624	5.812	0.363	16 : 1
C . . . . .	46—100	5115.3	0.48	0.22	0.11	0.010	11.200	5.594	0.508	11 : 1
Всего . . . . .							90.190	56.793	1.989	
Гумусовый подзол										
A <sub>0</sub> <sup>I</sup> . . . . .	0—0.5	4.67	—	—	—	—	4.489	2.469	0.058	—
A <sub>0</sub> <sup>II</sup> . . . . .	0.5—4.5	61.13	—	—	—	—	139.80	76.897	2.025	—
A <sub>0</sub> <sup>III</sup> . . . . .	4.5—8	87.78								
A <sub>0</sub> (A <sub>0</sub> <sup>I</sup> + A <sub>0</sub> <sup>II</sup> + A <sub>0</sub> <sup>III</sup> ) . . . . .	0—8	153.58	—	—	—	—	144.289	79.366	2.083	—
A <sub>2</sub> . . . . .	8—18	945.4	0.10	0.66	0.33	0.020	6.234	3.117	0.189	15 : 1
B <sub>1</sub> . . . . .	18—35	1170.3	5.25	9.40	4.70	0.23	104.225	52.113	2.551	20 : 1
B <sub>2</sub> . . . . .	35—48	1233.1	1.08	1.50	0.75	0.035	18.290	9.145	0.426	17 : 1
BC . . . . .	48—88	3573.5	0.30	0.24	0.12	0.007	8.544	4.272	0.249	17 : 1
C . . . . .	88—100	1033.3	0.33	0.16	0.08	0.005	1.646	0.823	0.052	16 : 1
Всего . . . . .	—	—	—	—	—	—	283.228	148.836	5.550	—

<sup>1</sup> Для минеральных горизонтов дается вес мелкозема.



Лесная подстилка железистого подзола состоит из двух слоев:

1) верхний слой — мощностью в среднем 0.3 см из неразложившегося и полуразложившегося опада древесного яруса кустарничков и отмерших частей кустистых лишайников;

2) нижний слой — мощностью 1.2 см из среднеразложившегося торфа темно-коричневого цвета.

3) Лесная подстилка гумусового подзола состоит из трех слоев:

4) верхний слой — мощностью 0.5 см из слабо разложившегося и неразложившегося растительного опада, отмерших частей мхов и лишайников;

5) второй слой — мощностью 4.5 см, представлен войлокообразным полуразложившимся торфом коричневого цвета, густо переплетенным корнями и пронизанным грибным мицелием;

6) третий слой — мощностью 3 см, из хорошо разложившегося, плотного торфа темного цвета, пронизанного грибным мицелием; резко ограничен от нижележащего горизонта A<sub>2</sub>.

Несмотря на небольшое поступление растительных остатков, замедленность процессов разложения приводит к значительному накоплению органического вещества в почве. Так, в железистом подзоле, в виде лесной подстилки, мощностью 1.5 см, накапливается 38.31 т/га органического вещества без корневых масс, а в гумусовом — 153.58 т/га (табл. 3).

На замедленность процессов разложения указывает также скопление большого количества полуразложившихся растительных остатков на поверхности почвы. Так, на железистом и гумусовом подзолах полуразложившийся опад (A<sub>0</sub><sup>I</sup>) примерно в 4 раза больше, чем свежий годичный опад. При этом следует

отметить, что на железистом подзоле накопление органического вещества в виде лесной подстилки примерно в 4 раза меньше, чем на гумусовом, хотя на поверхность железистого подзола поступает только лишь в 1.5 раза меньше растительных остатков, чем на поверхность гумусового подзола. Это объясняется, видимо, более медленными процессами разложения растительных остатков в подстилке гумусового подзола. Кроме того, на железистом подзоле условия выноса воднорастворимых веществ лучше, чем в гумусовом, вследствие более благоприятного бокового стока.

Содержание зольных веществ, углерода и азота в лесной подстилке (табл. 2) значительно выше, чем в растениях. В связи с этим отношение углерода к азоту в подстилке несколько уже, чем в свежих растительных остатках. Более высокое содержание золы в нижней части торфянистого слоя (A<sub>0</sub><sup>II</sup>) обусловлено большей степенью разложения растительных остатков.

Таблица 4

Горизонт	Глубина (в см)	C (в % к абсолютно сухой почве)	C : N	воскре- содные смолы	раствори- мые в 1 н. р. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	В % к общему углероду										рас- твори- мые в 1 н. р. остаток H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Огно- шение ф. н. к. г. н.
						гуминовые кислоты (г. н.)				фульвокислоты (ф. н.)				сумма фульво- кислот			
						1-я группа	2-я группа	3-я группа	сумма гу- миновых кислот	0-я группа	1-я группа	2-я группа	3-я группа				
Железный подзол																	
A <sub>0</sub> . . .	0—1.5	48.0	50 : 1	12.16	0.8	7.33	0.36	2.24	9.93	0.03	7.72	0.06	1.98	9.79	8.7	58.62	0.98
B . . .	5.5—20	1.20	25 : 1	8.52	1.64	8.36	0.49	—	8.85	50.16	0.82	0.83	13.11	64.92	6.55	8.33	7.33
Гумусовый подзол																	
A <sub>0</sub> . . .	0.8	48.74	41 : 1	32.11	0.93	7.64	0.07	2.02	9.73	—	6.88	0.04	1.70	8.62	7.60	41.01	0.90
B . . .	18—35	4.70	20 : 1	1.06	0.85	8.08	0.22	—	8.30	74.89	—	0.85	5.96	81.70	5.53	1.28	9.84



Содержание гумуса, углерода и азота в минеральных горизонтах почвы приведено в табл. 3. Вычисление гумуса производилось по углероду, содержание которого, на основании данных В. В. Поиомаревой (1940), было принято в органическом веществе лесной подстилки 55%, а в минеральных горизонтах — 50%.

Из табл. 3 видно, что распределение гумуса по профилю обоих видов почв имеет одну и ту же закономерность: максимум гумуса приходится на иллювиальный горизонт (В), а подзолистый горизонт гумусом весьма беден. Характерным различием рассматриваемых видов почв между собой является то, что в горизонте В гумусового подзола содержание гумуса почти в 4 раза больше, чем в иллювиальном горизонте железистого подзола. Содержание азота по профилю обоих подзолов низкое. Отношение углерода к азоту в гумусе обоих видов почв широкое. Это можно объяснить тем, что растительные остатки, поступающие в почву, бедны азотом, а также тем, что процессы гумификации в данных условиях замедленны. Представление о групповом и фракционном составе гумуса можно получить из данных табл. 4. Для группового состава гумуса горизонтов А<sub>0</sub> обоих видов подзолов характерно высокое содержание нерастворимого остатка и воско-смол. Содержание в них гуминовых кислот и фульвокислот невысокое (около 10%) по отношению к общему углероду гумуса. Для иллювиальных горизонтов обоих почв характерно высокое содержание фульвокислот, небольшое — гуминовых кислот и низкое содержание воско-смол и нерастворимого остатка. Таким образом, групповой состав гумуса железистого и гумусового подзолов аналогичен. Резкое различие в составе гумуса наблюдается лишь между горизонтами лесной подстилки и иллювиальным.

О формах связи гумусовых веществ можно сказать следующее: лишь ничтожное количество гуминовых (ульминовых) кислот обоих горизонтов связано с кальцием, а большинство их находится преимущественно в свободном состоянии (1-я группа); фульвокислоты в лесной подстилке находятся преимущественно в 1-й группе, так как они связаны со свободными гуминовыми кислотами; фульвокислоты иллювиального горизонта преобладают в 0-й группе, поскольку они связаны со свободными гидроокисями Al и Fe и лишь небольшой процент находится в связи с устойчивыми гидроокисями Al и Fe (3-я группа).

Для получения более точного представления о накоплении органического вещества в почвах произведен подсчет запасов гумуса и азота на единицу площади с учетом массы (веса) генетических горизонтов и содержания в них мелкозема.

Общие запасы гумуса и азота по генетическим горизонтам в отдельности и по всему почвенному профилю для обоих видов подзолов приведены в табл. 3. Сопоставляя общие запасы гумуса в метровой толще железистого и гумусового подзолов, видим, что в железистом подзоле они равны 90 т/га, а в гумусовом — 283 т/га, т. е. в первом гумуса в 3 раза меньше, чем во втором. Это объясняется меньшим поступлением органического вещества в почву в железистом подзоле и, видимо, несколько более энергичными процессами минерализации в нем.

Сравнивая запасы гумуса обоих видов подзолов с запасами таковых в подзолистых почвах умеренных широт, которые, по данным И. В. Тюрина (1949), в среднем в метровом слое составляют около 99 т/га, можно сказать, что в условиях Кольского полуострова, несмотря на небольшое количество опада, общее накопление органического вещества в почвах не меньше, чем в подзолистой зоне умеренных широт. Это объясняется замедленными процессами разложения растительных остатков на Кольском полуострове.

## Заключение

В рассматриваемых типах леса (сосняке-беломошнике и сосняке-зеленомошнике) в почву ежегодно поступает опад, различный по количеству и качеству. Однако одинаковое направление процессов их разложения и превращения приводит к образованию гумуса близкого состава (фульвокислот) и к однотипному

процессу почвообразования (подзолообразованию). Различие заключается только в количественном выражении этих процессов, что отражено в морфологическом строении почвенных профилей. В сосняке-беломошнике, дающем мало растительных остатков, формируются железистые подзолы. Эти почвы очень бедны гумусом и отличаются незначительной мощностью генетических горизонтов и всего почвенного профиля в целом. В сосняке-зеленомошнике, в котором значительно больше в почву поступает растительных остатков, формируются гумусовые подзолы. В них гумуса аккумулируется в несколько раз больше и генетические горизонты и весь почвенный профиль имеют значительно большую мощность, чем в железистых подзолах.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Барановская А. В. 1951. Особенности процессов гумусообразования. Уч. зап. ЛГУ, вып. 27.
- Кононова М. М. 1951. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. М.
- Курсанов А. Л. и Н. Н. Дьячков. 1945. Лишайники и их практическое использование. М.—Л.
- Пономарева В. В. 1940. Материалы по изучению органического вещества в почвах Хибинского массива. Тр. Кольской базы АН СССР, вып. 5.
- Пономарева В. В. 1951. К познанию гумусо-иллювиального подзолообразовательного процесса. Уч. зап. ЛГУ, вып. 27.
- Тюрин И. В. 1933. Курс почвоведения для лесных вузов. Сельхозиздат, М.—Л.
- Тюрин И. В. 1937. Органическое вещество почв. Сельхозиздат, М.—Л.

---

Р. А. Жукова

### ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

Среди почвенных микроорганизмов встречаются бактерии, грибы и актиномицеты, которые своими продуктами жизнедеятельности — метаболитами вызывают ускорение роста и развития высших растений (Красильников, 1958а; Красильников, Чайлахян и др., 1958). Одним из таких физиологически активных метаболитов является гиббереллин, который был открыт японскими учеными в продуктах жизнедеятельности грибка *Gibberella fujitcuroi* (Чайлахян, 1958).

В 1959 г. Полярно-альпийским ботаническим садом совместно с подсобным хозяйством «Индустрия» изучалось влияние гиббереллина на рост и развитие девяти видов овощных и кормовых культур в условиях короткого полярного лета: на естественном круглосуточном дне, при пониженных температурах почвы и воздуха. Опыты с овощными культурами — салатом, сельдереем, укропом, томатами, огурцами — ставились в теплице, а с кормовыми культурами — овсом, ячменем и кормовой капустой — в теплице и в полевых условиях. Исследования проводились с двумя препаратами гиббереллина — советским и английским с целью их сравнения. Отечественный гиббереллин был одним из первых препаратов гиббереллина, полученных в лаборатории проф. Н. А. Красильникова (1958б). Английский гиббереллин получен от проф. М. Х. Чайлахяна. Опытные растения орошались из пульверизатора водным раствором гиббереллина в концентрациях: 0.0001, 0.001, 0.01 и 0.02%. Для того чтобы гиббереллин лучше удерживался на листьях капусты, овса и ячменя, в раствор добавлялся растекатель «ОП-7» из расчета 0.1 см<sup>3</sup> на 100 см<sup>3</sup> раствора. Контрольные растения орошались водой. Число опрыскиваний гиббереллином зависело от продолжительности вегетационного периода растений. Например, салат, имеющий короткий период вегетации, опрыскивался гиббереллином 1 раз, сельдерей — 5 раз (см. таблицу).

Площадь опыта в теплице составляла больше 130 м<sup>2</sup>: под томатами — 60 м<sup>2</sup>, под огурцами — 22 м<sup>2</sup>, под салатом и сельдереем — по 10 м<sup>2</sup>. Площадь полевого опыта с овсом и ячменем составляла 40 м<sup>2</sup>. Повторность опыта двухкратная. В каждую из повторностей опыта с салатом и укропом бралось по 120 растений, с сельдереем — 40, с огурцами — 5, с томатами — 2, в полевом опыте с овсом и ячменем 300—500 растений. В период вегетации опытные и контрольные растения неоднократно подкармливались: салат, сельдерей и укроп — раствором Кнопа; овес, ячмень и кормовая капуста — раствором, состоящим из 3 г аммиачной селитры, 6 г суперфосфата и 2 г хлористого калия на 1 л воды; огурцы и томаты — минеральными и органическими удобрениями.

Влияние гиббереллина на сельскохозяйственные культуры

Культура, сорт	Число обрабо- ток	Концентрация гиббереллина (в %)							
		советского				английского			
		0.0001	0.001	0.01	0.02	0.0001	0.001	0.01	0.02
Опыты в теплице									
Салат 'Берлинский' .....	1	0	++	++	0	0	++	++	0
Сельдерей .....	5	0		++	0	0	++	++	0
Укроп .....	2	—	—	—	0	—	—	—	0
Огурцы 'Неросимый' .....	4	—	—	0	—	—	—	0	—
Томаты 'Ленинградский' ....	5	+	++	0	+	—	+	0	+
Томаты 'Трибовский' .....	5	—	—	0	+	+	+	0	+
Кормовая капуста 'Синяя' ....	5	0	—	—	0	0	—	—	0
Овес 'Хибинский' .....	2	0	+	+	0	0	+	+	0
Ячмень .....	2	0	+	+	0	0	+	+	0
Опыты в поле									
Кормовая капуста 'Синяя' ....	5	0	—	—	0	0	—	—	0
Овес 'Хибинский' .....	3	0	++	++	0	0	++	++	0
Ячмень .....	3	0	+	+	0	0	+	+	0

Примечание. + гиббереллин усилил рост растений; ++гиббереллин усилил рост растений и повысил урожай; — гиббереллин не повлиял на рост и урожай растений; гиббереллин оказал отрицательное действие на рост и урожай растений; 0 варианта опыта не было.

Опубликован ряд работ, свидетельствующих о большой отзывчивости овощных и кормовых культур на обработку гиббереллином (Брежнев, 1958; Муромцев, Трофимова, Желкова, Пенькова, 1960; Верзилов и Каспарян, 1960; Morgan and Mees, 1958, и др.) По данным Мосолова, Мосоловой и Демчинской (1958), опрыскивание водным раствором гиббереллина салата, сельдерея, укропа, петрушки и тмина в фазе 4—6-го листьев изменило форму и величину листьев, удвоило вес зеленой массы. В опытах Крекуле и Уллманн (Krekule, Ulmann, 1959) выращивание овса и пшеницы в питательном растворе, содержащем гиббереллиновую кислоту, оказывало стимулирующее действие на рост стебля и листьев и угнетающее на длину корня.

В наших опытах гиббереллин оказал различное влияние на рост и урожай сельскохозяйственных культур (см. таблицу). Наиболее отзывчивыми на обработку гиббереллином оказались овощные зеленные культуры — салат и сельдерей. Салат сорта 'Берлинский' опрыскивался гиббереллином один раз в период развития трех листьев. Реакция салата на гиббереллин проявилась через 5 дней после опрыскивания. Опытные растения росли значительно быстрее контрольных (рис. 1). Под действием английского гиббереллина стебель и листья салата вытягивались значительно сильнее, чем советского. Так, на 9-й день после опрыскивания английским гиббереллином высота стебля салата по сравнению с контролем увеличилась на 80%, а советским — только на 50%. Листья опытного салата были более узкими, длинными и светлыми по окраске, чем листья контрольного. К концу вегетации у опытного салата было на 2 листа больше, чем у контрольного. Растения салата, получившие разные количества гиббереллина, заметно различались. Салат,

обработанный 0.01 %-м гиббереллином, имел более тонкие и хрупкие стебли и более узкие, длинные и светлые листья по сравнению с салатом, обработанным 0.001 %-м гиббереллином, т. е. меньшей дозой стимулятора.

Учет урожая зеленой массы салата проводился в два срока — на 20-й и 31-й дни со дня всходов. В первый срок учета по сравнению с контролем советский гиббереллин дал прибавку зеленой массы в среднем на 43%, английский — на 23%, во второй срок соответственно — на 22 и 26%. Отечественный гиббереллин оказал особенно сильное влияние на молодые растения салата, тогда как к концу вегетации действие его на рост растений значительно снизилось.

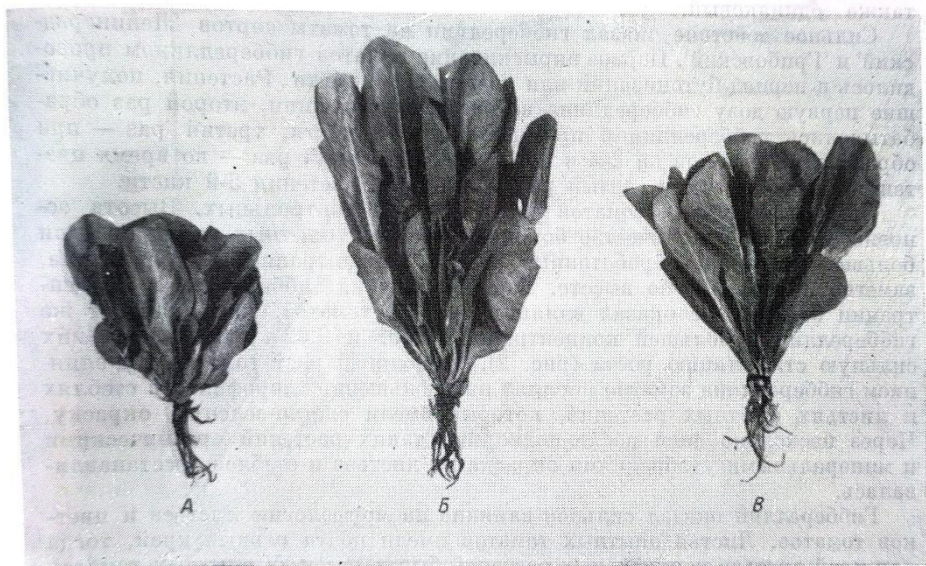


Рис. 1. Влияние гиббереллина на рост салата сорта 'Берлинский' (на 20-й день со дня всходов).

А — контроль; Б — растения, обработанные 0.01 %-м английским гиббереллином; В — растения, обработанные 0.01 %-м советским гиббереллином.

Первое опрыскивание гиббереллином сельдерея проводилось в период развития 5—6-го листьев, следующие четыре опрыскивания — одно за другим через неделю. Заметный ростовой эффект наблюдался через 2 недели после первого опрыскивания. Через 4 недели разница по высоте опытных и контрольных растений составляла 5—10 см, а через 6 — увеличилась до 15 см. Листья опытных растений были значительно крупнее, с удлиненными черешками. Разница в длине листовой пластинки опытных и контрольных растений составляла 3—7 см, в ширине 4—14 см, в длине черешка листа 4—10 см. Вытягивание опытных растений сельдерея сопровождалось уменьшением числа листьев к концу вегетации на 1—2 листа. Окраска листьев опытных и контрольных растений была одинаковой, что соответствовало равному содержанию в них хлорофилла.

Учет урожая зеленой массы сельдерея проводился в два срока — на 42-й и 72-й день после высадки рассады в грунт. В первый срок учета по сравнению с контролем советский гиббереллин дал прибавку зеленой массы в среднем на 28%, английский — на 31%, во второй срок учета соответственно — на 21 и 9%. К концу вегетации разница в урожае опытных и контрольных растений уменьшилась.

Гиббереллин оказал отрицательное влияние на рост укропа. По высоте и весу опытные растения укропа отставали от контрольных. Так, сырой вес 20 контрольных растений укропа составлял 218 г, а опытных, получивших советский гиббереллин, — 180 г, т. е. на 18% меньше.

Огурцы сорта 'Неросимые' опрыскивались гиббереллином 4 раза. Гиббереллин не оказал никакого влияния на рост огурцов. В течение вегетационного периода высота опытных и контрольных растений была одинаковой. Все растения

бутонизировали, цвели и плодоносили одновременно. Урожай огурцов на опытных и контрольных растениях был также одинаковый.

Сильное действие оказал гиббереллин на томаты сортов 'Ленинградский' и 'Трибовский'. Первое опрыскивание томатов гиббереллином проводилось в период бутонизации или цветения 1-й кисти. Растения, получившие первую дозу гиббереллина во время бутонизации, второй раз обрабатывались гиббереллином при цветении 1-й кисти, третий раз — при образовании бутонов на 2-й и 3-й кисти, четвертый раз — во время цветения 3-й и 4-й кисти, пятый раз — во время цветения 5-й кисти.

Опытные растения томатов росли быстрее контрольных. Высота основного стебля и количество боковых побегов у опытных растений были больше. Растения, обработанные разной концентрацией гиббереллина, заметно отличались по высоте. Так, английский гиббереллин в концентрации 0.0001% не оказал влияния на рост томатов, тогда как тот же гиббереллин в большей концентрации (0.001 и 0.02%) вызвал у них сильную стимуляцию роста (рис. 2). Усиленный рост томатов под влиянием гиббереллина заметно повлиял на уменьшение хлорофилла в стеблях и листьях опытных растений, которые имели светло-зеленую окраску. Через несколько дней после подкормки таких растений органическими и минеральными удобрениями окраска их листьев и стеблей восстанавливалась.

Гиббереллин оказал сильное влияние на морфологию листьев и цветков томатов. Листья опытных томатов имели почти ровный край, тогда как край листьев контрольных растений был изрезан. У опытных томатов цветки были в 2—4 раза крупнее и имели вдвое больше лепестков, встречались махровые цветки. Гиббереллин не увеличил урожай томатов сорта 'Трибовский'.

При обработке томатов сорта 'Ленинградский' в период бутонизации первой кисти наблюдалось увеличение числа плодов и их веса. Однако обработка гиббереллином этого сорта томатов в более поздний период развития (во время цветения первой кисти) не увеличила урожай плодов. Возможно, эффективность действия гиббереллина на томаты находится в зависимости от применения его на разных этапах развития растения. Этот вопрос заслуживает дальнейшего изучения.

Гиббереллин не оказал влияния на рост кормовой капусты сорта 'Синяя'. В течение всего вегетационного периода, как в полевом опыте, так и в условиях теплицы, высота опытной и контрольной кормовой капусты, а также количество листьев на растениях были одинаковыми. Урожай зеленой массы опытной капусты был такой же, как контрольной.

Овес и ячмень первый раз обрабатывались гиббереллином в период развития 3—4-го листьев. Следующие опрыскивания проводились одно за другим через неделю. В полевом опыте овес и ячмень опрыскивались гиббереллином 3 раза, в теплице — 2. Стимулирующее действие гиббереллина на рост злаковых культур проявилось в сильном вытягивании междоузлий и листьев. В полевом опыте уже через неделю после первого опрыскивания обработанный советским гиббереллином овес был выше контрольного на 20%, ячмень — на 92%, а обработанные английским гиббереллином овес — на 20%, ячмень — на 53%. К концу вегетации разница в высоте опытных и контрольных растений ячменя резко снизилась. Контрольный ячмень почти сравнялся в росте с опытным. В то же время обработанный гиббереллином овес к концу вегетации продолжал оставаться выше контрольного на 22—27%. Действие гиббереллина на овес было менее сильное, но более продолжительное, чем на ячмень.

Вытягивание опытного овса и ячменя под влиянием гиббереллина сопровождалось рядом неблагоприятных моментов. Листья и стебли имели светло-зеленую окраску, что указывало на низкое содержание в них хлорофилла. В листьях овса, обработанного 0.01 %-м советским гиббереллином, содержалось хлорофилла на 30% меньше, чем в листьях контрольных растений. У опытных растений овса и ячменя были тонкие стебли, что усилило их склонность к полеганию. Неблагоприятное действие гиббереллина на овес и ячмень возрастало по мере повышения его концентрации.

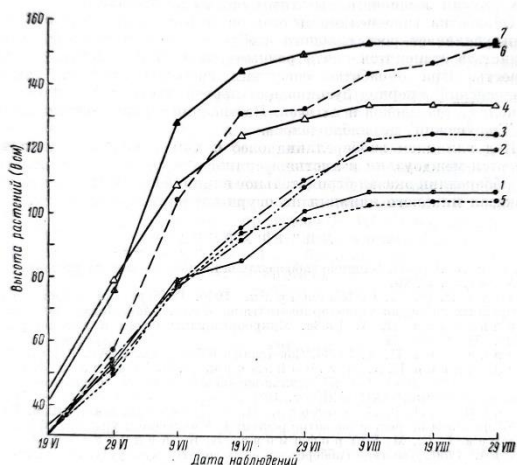


Рис. 2. Влияние гиббереллина на высоту томатов сорта 'Ленинградский' (начало обработки гиббереллином при образовании бутонов на первой кисти).

1 — контроль; 2 — обработка советским гиббереллином в концентрации 0,0001%; 3 — то же, 0,001%; 4 — то же, 0,02%; 5 — обработка английским гиббереллином в концентрации 0,0001%; 6 — то же, 0,001%; 7 — то же, 0,02%.

Опыты с овсом и ячменем показали, что действие гиббереллина на растения зависит от условий, в которых они выращиваются. В условиях теплицы гиббереллин стимулировал только рост овса и ячменя и не увеличил их урожай зеленой массы. В то время как в полевом опыте, при температурах почвы и воздуха более низких, чем в теплице, действие гиббереллина было более эффективным: увеличился не только рост, но и урожай зеленой массы овса. По сравнению с контролем советский гиббереллин дал прибавку зеленой массы овса в среднем на 23%, английский — на 17 %.

## Выводы

1. Советский гиббереллин, полученный в лаборатории проф. Н. А. Красильникова, является высокоактивным ростовым стимулятором.
2. Под влиянием гиббереллина у салата и сельдерея сильно вытягивается стебель, увеличивается листовая пластинка, что приводит к повышению урожая зеленой массы этих культур на 25—30%.
3. Обработка гиббереллином томатов сортов 'Ленинградский' и 'Трибовский' усиливает рост главного стебля и боковых побегов, при этом края листьев становятся почти ровными, цветки крупнее и приобретают махровость. При обработке советским гиббереллином томатов сорта 'Ленинградский' в период бутонизации первой кисти наблюдается увеличение количества плодов и их веса. Повышения урожая опытных сортов 'Грибовский' не наблюдалось.
4. Под влиянием гиббереллина овес и ячмень сильно вытягиваются, удлинняются междоузлия и листья, усиливается склонность к полеганию.
5. Гиббереллин оказал отрицательное влияние на рост и урожай укропа и не оказал никакого влияния на огурцы и кормовую капусту.

## ЛИТЕРАТУРА

- Б р е ж н е в Д. Д. 1958. Влияние гиббереллина на рост и развитие растений. Вести, с.-х. науки, № 10.
- В е р з и л о в В. Ф., А. С. К а с п а р я н. 1960. Гиббереллин и рост пшеничнопырейных гибридов зернокармального типа. Бюлл. Глав. ботан. сада, вып. 37.
- К р а с и л ь н и к о в Н. А. 1958а. Микроорганизмы почвы и высшие растения. Изд. АН СССР, М.
- К р а с и л ь н и к о в Н. А. 1958б. Советский гиббереллин. Вести. АН СССР, № 6.

- Красильников Н. А., М. Х. Чайлахян, И. В. Асеева и Л. П. Хлопенкова. 1958. О гиббереллиноподобном веществе, образуемом почвенными дрожжами. ДАН СССР, т. 123, № 6.
- Мосолов И. В., Л. В. Мосолова, М. И. Демчинская. 1958. Влияние гиббереллина на рост и развитие растений. Удобрение и урожай, № 11.
- Муромцев Г. С., М. Г. Трофимова, В. К. Желкова, Л. А. Иенькова. 1960. Действие гиббереллинов на томаты, кукурузу, сахарную свеклу и другие культуры. Вести, с.-х. науки, № 11.
- Чайлахян М. Х. 1958. Влияние гиббереллина на рост и развитие растений. Ботан. журн., № 7.
- Krecule I., I. Ulmann. 1959. The influence of gibberellic acid the growth of overground parts and roots of wheat, lettuce and oats. Biol. plant. Acad. Sci. bohemosl., 1, 1.
- Morgan D. G. and G. C. Mees. 1958. Gibberelline acid and the growth of crop plants. J. Agric. Science, v. 50, № 1.

---

М. Б. Ройзин

## ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА НИТРАГИНИЗИРОВАННЫЕ БОБОВЫЕ РАСТЕНИЯ

О влиянии гиббереллинов на нитрагинизированные бобовые растения в литературе встречаются разноречивые данные. Турбер, Дуглас, Гелстон (1958) сообщили о подавлении образования клубеньков у кустовой фасоли (*Phaseolus vulgaris*) под влиянием гиббереллинов. В. П. Израильский, А. С. Рыжкова и Л. И. Розанова (1959) нашли, что опрыскивание растений гиббереллиновой кислотой приводит к задержке роста корней фасоли, образованию меньшего количества клубеньков, усилению роста стеблей, при этом без повышения урожая. Противоположные результаты получили Г. Б. Бабаян и С. А. Карагулян (1959) в опытах с люцерной; ими отмечено положительное действие гиббереллина на образование клубеньков и на урожай надземной массы.

Целью наших опытов было испытание действия гиббереллиновой кислоты на образование клубеньков, рост и развитие нитрагинизированных бобовых растений в условиях длинного полярного дня. Для этого был проведен мелкоделяночный полевой опыт с викой яровой и вегетационный опыт с красным одноукосным клевером 'Хибины 01'.

Предварительные лабораторные опыты показали, что обработка гиббереллиновой кислотой не ускорила прорастания нитрагинизированных и нелитрагинизированных семян клевера и вики и что гиббереллиновая кислота не стимулирует и не тормозит рост местных штаммов клубеньковых бактерий вики и клевера, культивируемых на бобовом агаре.

Нитрагинизация семян вики и клевера проводилась местными активными штаммами клубеньковых бактерий. В течение вегетационного периода растения вики и клевера опрыскивались 3 раза 0.01 %-м водным раствором гиббереллиновой кислоты. При выборе концентрации гиббереллиновой кислоты мы руководствовались данными И. В. Мосолова и др. (1958). Первое опрыскивание проведено 9—10 VII в фазе 2-го листа, второе — 18 VII и третье — 25 VII. На каждое опрыскивание растений вики, произрастающих на делянке в 1 м<sup>2</sup>, было израсходовано 10 мг гиббереллиновой кислоты, а на каждое опрыскивание одного сосуда с клевером — 1.25 мл 0.01 %-го раствора гиббереллиновой кислоты. Контрольные растения опрыскивались чистой водой.

## ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ВИКУ

Через 7 дней после второго опрыскивания растения нитрагинизированной и



ненитрагинизированной вики, обработанные гиббереллиновой кислотой, были значительно выше, но зеленая окраска их была бледнее контрольных. Через несколько дней после внесения в почву подкормки из суперфосфата и калийной соли растения, обработанные гиббереллиновой кислотой, приобрели нормальную зеленую окраску. Такой же результат был получен в опыте с клевером.

Биологический анализ <sup>1</sup> типичных растений, проведенный через 20 дней после начала опрыскивания, показал, что у растений, подвергавшихся

Таблица 1  
Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай и образование клубеньков у нитрагинизированной вики (средние данные 25—35 растений)

Варианты	Высота растения (в см)	Вес сухой массы 1 растения (в г)		Длина 1 корня (в см)	Среднее количество клубеньков на 1 корне	Вес клубеньков с 1 корня (в г)	Внешний вид клубеньков
		надземной части	корней				
Контроль	77.1	3.63	0.150	22.2	40	0.28	Крупные, ветвящиеся.
Обработка гиббереллином	91.3	3.80	0.143	22.5	28	0.13	Среднего размера, маловетвящиеся.

опрыскиванию гиббереллиновой кислотой, длина главного стебля была на 50% больше, чем у контрольных растений, длина первого бокового побега — на 60%, а

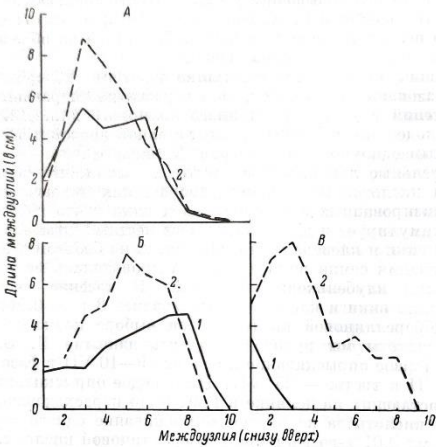


Рис. 1. Влияние гиббереллиновой кислоты на рост вики яровой. Длина междоузлий вики через 20 дней от начала опрыскивания.  
А — главный стебель; Б — 1-й боковой побег; В — 2-й боковой побег. 1 — контроль; 2 — опыт с гиббереллином.

длина второго бокового побега — на 260%. Увеличение произошло за счет удлинения междоузлий главного стебля в районе 2—5-го листьев, а боковых

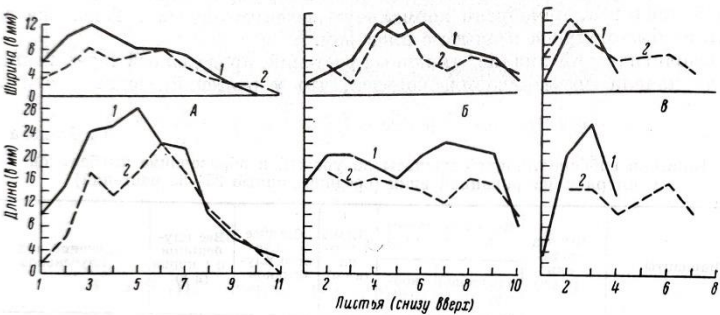


Рис. 2. Влияние гиббереллиновой кислоты на размеры долей листовых пластинок вики яровой.  
Обозначения те же, что на рис. 1.

<sup>1</sup> Биологический анализ проведен при консультации Ф. М. Куперман.



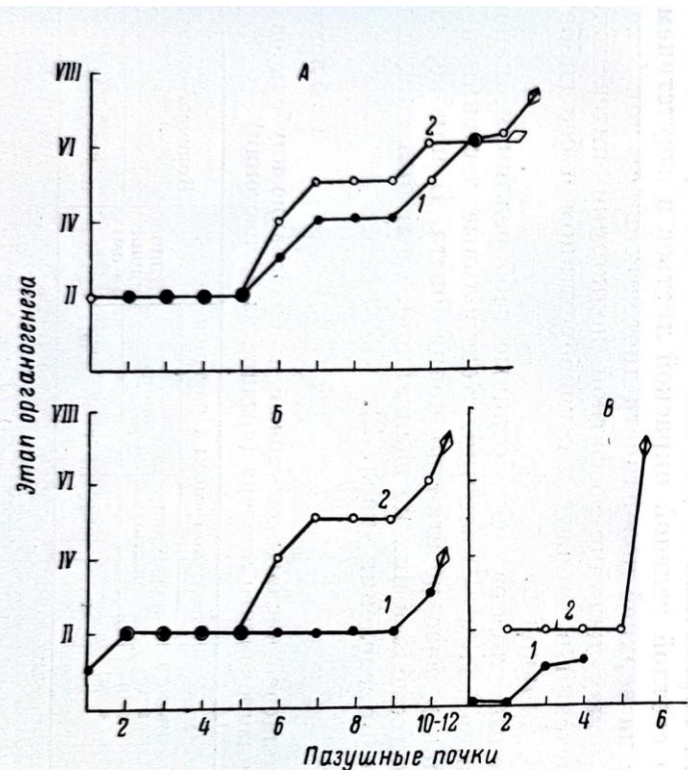


Рис. 3. Влияние гиббереллиновой кислоты на развитие вики яровой. Этапы органогенеза почек вики через 20 дней от начала опрыскивания.

Обозначения те же, что на рис. 1.

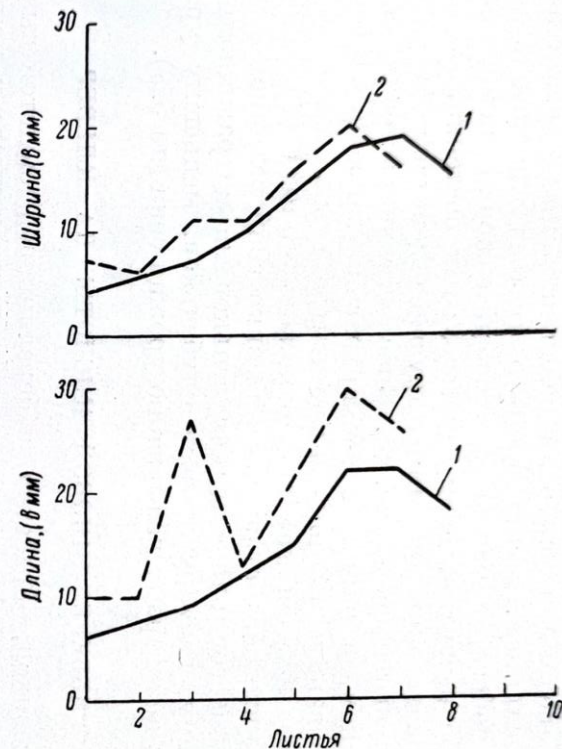


Рис. 4. Влияние гиббереллиновой кислоты на размеры листовых пластинок клевера. Размеры листовых пластинок через 20 дней от начала опрыскивания.

1 — контроль; 2 — опыт с гиббереллином.

побегов — в районе 2—7-го и 1—8-го листьев (рис. 1). Различная реакция разных (по возрасту) частей растения на воздействие гиббереллина, вероятно, зависит от сроков его применения.

Положительное воздействие гиббереллиновой кислоты на длину листьев было обнаружено только на боковых побегах вики. На главном же стебле одни листья (5—7-й) были длиннее, а другие (1—4-й и 8-й) короче, чем у контрольных растений. Размеры (длина и ширина) листовых пластинок были несколько меньше, чем у контрольных растений вики (рис.2).

Обработка гиббереллином ускорила развитие вики. У растений, обработанных гиббереллином, почки 6—10-го листьев главного стебля и первого бокового побега, а также верхушечные почки находились на более высоком этапе развития,<sup>xv</sup> чем у контрольных растений. Обработка гиббереллином оказала сильное стимулирующее действие на развитие почек второго бокового побега (рис. 3). Впоследствии растения, обработанные гиббереллином, в варианте без нитрагина зацвели на 6 дней, а в варианте с нитрагином на 3 дня раньше контрольных.

Средние данные, полученные по окончании опыта (24 IX 1959) (табл. 1), показали, что обработка растений вики гиббереллином привела к образованию меньшего количества клубеньков на нитрагинизированной вике, меньшему размеру и весу клубеньков, меньшему урожаю корней (на 5%) и к некоторому повышению урожая сена (на 5%).

ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА КЛЕВЕР

Как и в опыте с викой, обработка гиббереллиновой кислотой вызвала одинаковое ускорение роста растений нитрагинизированного и ненитрагинизированного клевера. Через 20 дней после начала опрыскивания растений гиббереллиновой кислотой длина листьев, а также размеры листовых пластинок клевера были значительно больше, чем у контрольных (рис. 4).

К этому времени обработанный гиббереллином клевер отличался от контрольного более светлой зеленой окраской листьев и отсутствием характерного рисунка на верхней поверхности листовых пластинок (рис. 5). После внесения в почву калийно-фосфатной подкормки интенсивность зеленой окраски растений в вариантах с гиббереллином и без гиббереллина вскоре стала одинаковой.

17 августа растения клевера, обработанные гиббереллином, перешли в фазу бутонизации, а затем — цветения. Контрольные растения не зацветали и оставались в фазе розетки до конца опыта. В ноябре, когда цветы уже подсохли (семена в них не завязались), опыт был снят и проведены необходимые определения (табл. 2).

Таблица 2  
Влияние гиббереллиновой кислоты на урожай и образование клубеньков у нитрагинизированного клевера (средние из 23 растений)

Варианты	Высота растения (в см)	Вес сухой массы 1 растения				Длина корня (в см)	Количество клубеньков на 1 корне	
		надземная часть		корень			шт.	%
		г	%	г	%			
Контроль .....	28.3	1.6	100	1.0	100	24.0	578	100
Обработка гиббереллином ...	40.5	1.65	103	0.75	75	23.5	492	85

<sup>xv</sup> Этапы органогенеза были определены по схемам Куперман (1959), Ржановой (1959); (Ржанова, Ковац, 1958).

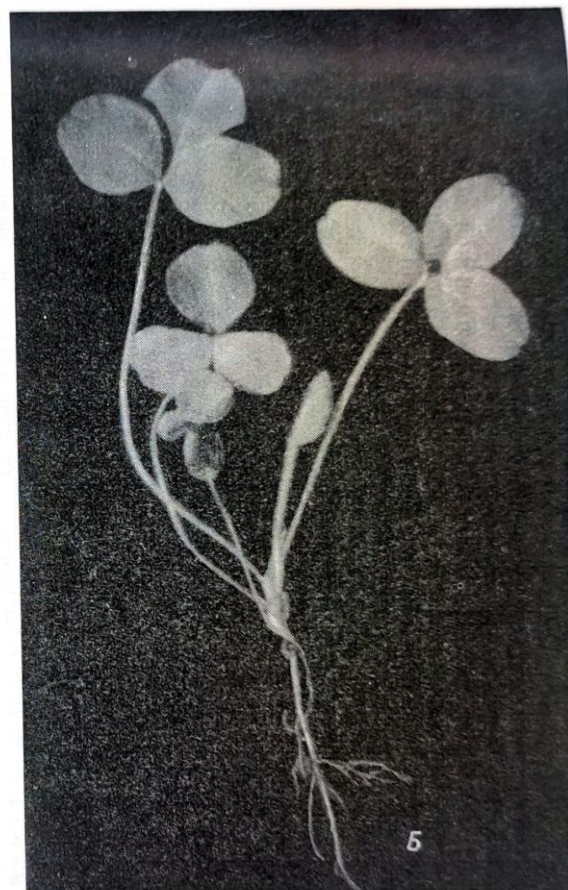


Рис. 5. Влияние гиббереллина на листья клевера.

**А** — контрольное растение, на листовых пластинках виден характерный рисунок; **Б** — растение, обработанное раствором гиббереллиновой кислоты.

Результаты этих определений показали, что обработка нитрагинизированного клевера гиббереллиновой кислотой привела к снижению количества клубеньков на 15%, к снижению урожая корней на 25% и почти не повысила урожай сена.

## Выводы

1. Применение гиббереллина снижает эффективность нитрагинизации бобовых растений (клевера и вики).
2. Применение гиббереллина в условиях Мурманской области может иметь практическое значение при выращивании однолетних бобовых на зеленый корм. Возможность применения его для многолетних бобовых растений требует дальнейшего изучения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Б а б а я н Г. Б. и С. А. К а р а г у л я н. 1959. Влияние гиббереллина на эффективность удобрений. Тез. докл. совещ. «Итоги и задачи исследований по роли микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в питании растений», Л.—М.
- И з р а и л ь с к и й В. П., А. С. Р ы ж к о в а и Л. И. Р о з а н о в а. 1959. Влияние гиббереллиновой кислоты на бобовые растения (фасоль) при их нитрагинизации. Тез. докл. совещ. «Итоги и задачи исследований по роли микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в питании растений», Л.—М.
- К у п е р м а н Ф. М. 1959. Основные закономерности онтогенеза растений в свете теории стадийного развития. Тр. конф. «Наследственность и изменчивость растений, животных и микроорганизмов», Изд. АН СССР, М.
- М о с о л о в И. В., Л. В. М о с о л о в а, М. И. Д е м ч и н с к а я. 1958. Влияние гиббереллина на рост и развитие растений. Удобрение и урожай, № 11.
- Р ж а н о в а Е. И. 1959. Об особенностях стадийных и органо-образовательных процессов у многолетних трав. Тр. конф. «Наследственность и изменчивость растений, животных и микроорганизмов», Изд. АН СССР, М.
- Р ж а н о в а Е., Г. К о в а ц. 1958. Биологический контроль за развитием и ростом вики яровой. Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве, № 4.
- Т у р б е р Дж., Дж. Д у г л а с, А. Г е л с т о н. 1958. Подавление образования клубеньков у кустовой фасоли (*Phaseolus vulgaris*) под влиянием гиббереллинов. Сб. «Сельск. хоз. за рубежом», № 12, М.

---

П. М. Медведев

## ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНА НА МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЯНИСТЫЕ ДИКОРАСТУЩИЕ РАСТЕНИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Действие советского и английского гиббереллина в концентрации (0.001%) испытывалось летом 1959 г. в условиях открытого питомника Ботанического сада (высота 330 м над ур. м., лесной пояс) на нескольких видах из разных семейств. Опрыскивание опытных растений гиббереллином, а контрольных — таким же примерно количеством воды с одновременным измерением растений проводилось 27 VI, 18 и 28 VII, 13 VIII. На каждое опрыснутое растение расходовалось раствора гиббереллина 27 VI — по 0.5 см<sup>3</sup>, а в остальные дни — по 1—2 см<sup>3</sup>.

Высота растений измерялась от поверхности почвы до верхушки самого длинного верхнего листа. Как видно из рис. 1 и 2, на растениях второго года жизни — дягиле норвежском (*Archangelica norvegica* Rupr.) из сем. зонтичных и крестовнике лесном (*Senecio nemorensis* L.) из сем. сложноцветных — оказалось очень наглядно действие гиббереллина, особенно английского. После первого опрыскивания 27 VII английским гиббереллином рост дягиля норвежского с 15 VII

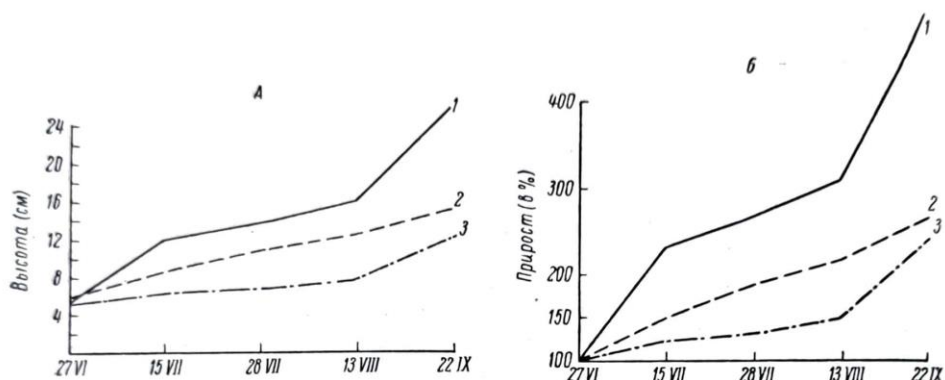


Рис. 1. Влияние обработки разными препаратами гиббереллина на процессы роста у *Archangelica norvegica*.

А — высота растений; Б — величина прироста. 1 — гиббереллин английский; 2 — гиббереллин советский; 3 — контроль (без обработки).

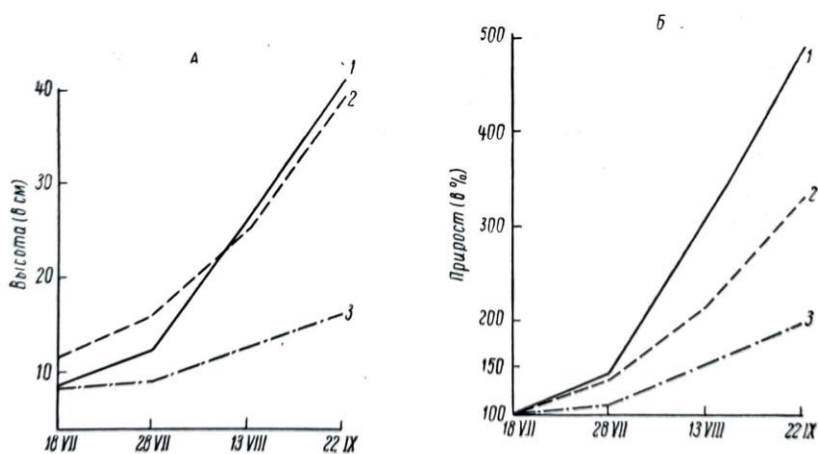


Рис. 2. Влияние обработки разными препаратами гиббереллина на процесс роста у *Senecio nemorensis*.

Обозначения те же, что на рис. 1.



превосходил контроль в 2 раза, оставаясь в таком же соотношении и к концу сентября. Сходная картина прироста была и у крестовника лесного, который, имея более медленный рост в начале опыта, в сентябре под влиянием английского гиббереллина превысил контроль в 2.5 раза. Прирост от советского гиббереллина крестовника был в 1.5 раза больше, чем в контроле, а у дягиля — значительно меньше.

Общий вид растений, опрыснутых гиббереллином, во всех вариантах был ослабленный. У дягиля, который ни в контроле, ни в опыте не имел еще в момент наблюдения стеблей, листья опытных растений были с желтоватым оттенком, в то время как у контрольных растений — темно-зеленые, здоровые. Стебли растений крестовника, особенно под действием английского гиббереллина, были вытянутыми, тонкими, хилыми, контрольные же растения — более компактными.

В сроках прохождения растениями фенологических фаз заметной разницы не наблюдалось.

Кроме дягиля и крестовника, опрыскивался гиббереллином еще ряд многолетних дикорастущих растений первого года жизни — копеечник альпийский, астрагал субарктический, горошек мышиный, вика лесная, овсяница песчаная — и второго года жизни — сиббальдия распростертая и гвоздика пышная. Но ни на первых, ни на вторых из перечисленных растений изменений в результате воздействия гиббереллином заметить не удалось. Сиббальдия распростертая и гвоздика пышная на втором году жизни оставались приземистыми розеточными растениями как в опыте, так и в контроле.

М. Х. Чайлахян (1958)<sup>xvi</sup> в своих исследованиях отмечает, что под влиянием гиббереллина происходит ускорение роста однолетних и многолетних растений и посветление окраски их вегетативных частей; он указывает также на меньшую чувствительность к гиббереллину многолетних розеточных растений, в частности золотой розги первого года жизни.

Итак, действие гиббереллина усиливает рост некоторых многолетних местных (для Мурманской области) трав второго года жизни, но в то же время влияет на них угнетающе. Необходимы дальнейшие испытания в этом направлении, так как в условиях короткого северного лета очень важно найти средство, ускоряющее рост местных кормовых трав, особенно бобовых.

---

*Н. М. Александрова, Л. Н. Горюнова*

## **ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ НА -КРАЙНЕМ СЕВЕРЕ**

В 1959 г. на экспериментальном пункте Полярно-альпийского ботанического сада был поставлен опыт по выяснению влияния советского и английского гиббереллинов на рост и развитие отдельных древесно-кустарниковых пород, произрастающих в открытом грунте в условиях естественного освещения в период длинного и круглосуточного полярного Дня.

Гиббереллины были получены из лаборатории чл.-корр. Н. А. Красильникова.

Исходный материал и данные опытов представлены в таблице. К началу опыта яблони вишнеплодная и сибирская имели прирост верхушечных побегов 2—3 см, сирень венгерская и рододендрон кавказский — конус листьев.

Опыт был поставлен в трех вариантах: 1) контроль (К), 2) советский гиббереллин (СГ), 3) английский гиббереллин (АГ). В каждом варианте бралось по 5 растений яблони вишнеплодной, сирени и рододендрона и по 50 семян яблони

---

<sup>xvi</sup> М. Х. Чайлахян. 1958. Влияние гиббереллина на рост и развитие растений. Ботан. журн., т. 43, № 7.

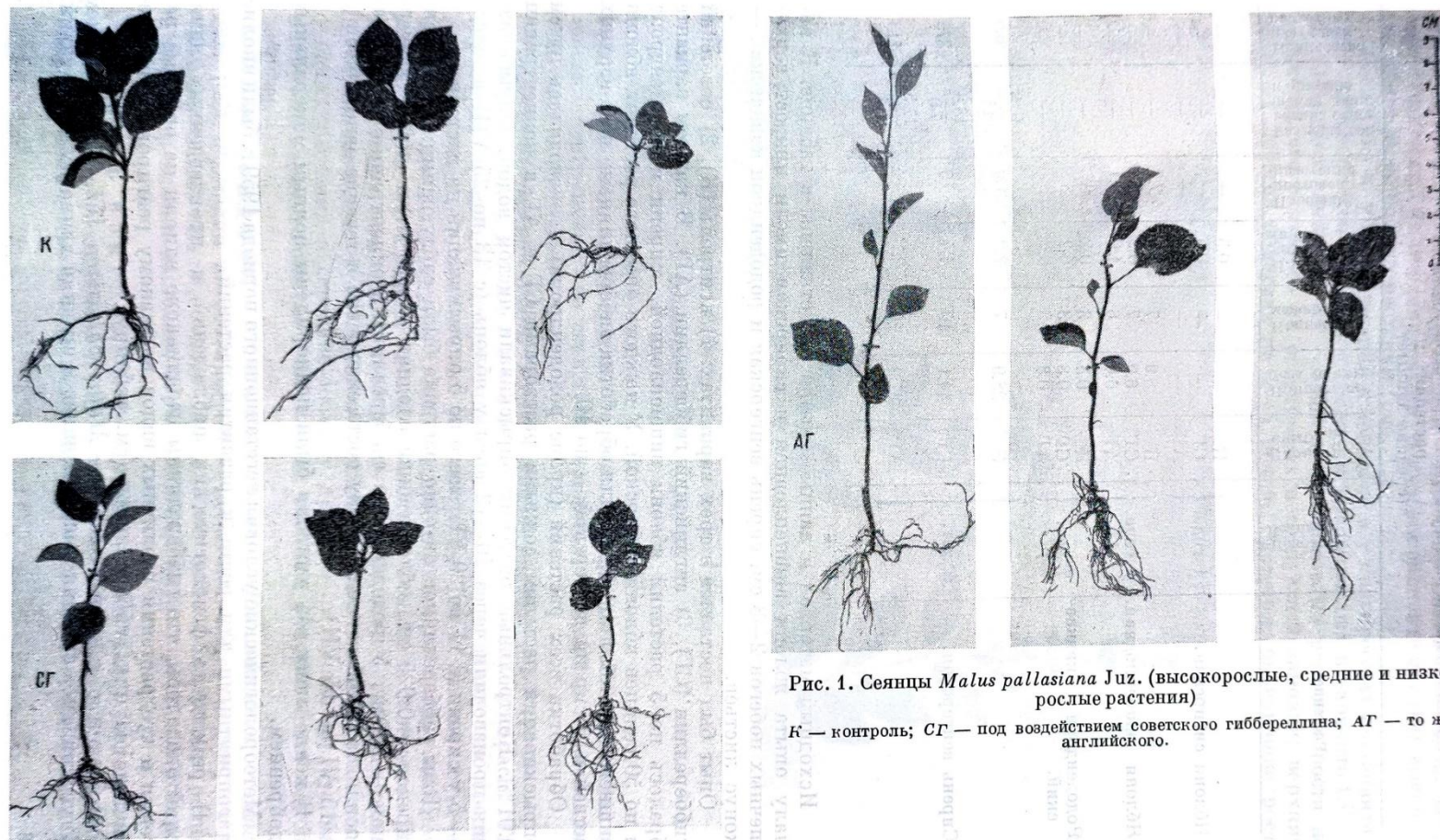


Рис. 1. Сеянцы *Malus pallasiana* Juz. (высокорослые, средние и низкорослые растения)  
 К — контроль; СГ — под воздействием советского гиббереллина; АГ — то же английского.

сибирской. У каждого опытного растения яблони вишнеплодной было выбрано для обработки гиббереллинами по 5 верхних ветвей и у сирени венгерской — по 10.

Влияние гиббереллина на рост и развитие древесно-кустарниковых растений  
(средние данные)

Растение	Возраст сеянца	Вариант опыта	Прирост по- бегов (в см)	Количество междоузлий	Длина меж- доузлий (в см)	Площадь листовой пластины	Размеры соц- ветий: отно- шение длины к ширине	Количество цветков в соцветиях
Яблоня сибирская.	1 год.	К	—	—	0.5	—	—	—
		СГ	—	—	0.5	—	—	—
		АГ	—	—	1.2	—	—	—
Яблоня вишнеплодная.	4 года.	К	8.9	7	1.3	7.7	—	—
		СГ	6.0	7	0.9	8.4	—	—
		АГ	6.0	6	1.0	8.1	—	—
Рододендрон кавказ- ский.	7 лет.	К	0.8	3	0.2	8	—	—
		СГ	0.8	3	0.2	8	—	—
		АГ	0.8	3	0.2	8	—	—
Сирень венгерская.	9 лет.	К	28.9	7	2.9	21.9	$\frac{10.3}{14}$	360
		СГ	44.1	10	4.4	30.5	$\frac{18.8}{7.0}$	275
		АГ	37.9	10	3.7	27.7	$\frac{17.5}{4.2}$	113

Обработка всех растений (кроме рододендрона) производилась путем опрыскивания растений водными растворами СГ и АГ в концентрации 0.01 %. Контрольные растения опрыскивали чистой водой. Опрыскивания производили через 10—12 дней у яблонь (с 13 по 25 VII) и через 4—5 у сирени (с 11 по 29 VI), всего по 5 опрыскиваний на растение.

Дозы гиббереллинов на одно растение были следующими: яблоня сибирская — 0.025 мг, яблоня вишнеплодная — 0.25 мг и сирень венгерская — 1.0 мг. У рододендрона гиббереллины (концентрация 0.02%) наносили по одной капле на точку роста ежедневно в течение одного месяца (с 15 VI по 15 VII).

В конце июня все растения были подкормлены полным минеральным удобрением.

Метеорологические условия вегетационного периода 1959 г. были вполне благоприятными для роста и развития растений.

В результате фенологических наблюдений и произведенных измерений оказалось, что гиббереллины неодинаково влияли на опытные растения и что растения различных видов по-разному реагировали на воздействие на них гиббереллинов (см. таблицу).

Я б л о н я с и б и р с к а я — *Malus pallasiana* Juz. Под действием АГ увеличились средняя высота сеянцев и средняя длина их междоузлий. 206

Диаметр корневой шейки (0.1 см) и количество листьев (6—8) во всех вариантах опыта были одинаковыми. В каждом варианте имелись высоко-, средне- и низкорослые растения (рис. 1).

Рост побегов у всех растений в контроле и у низкорослых в вариантах СГ и АГ окончился 20 VIII, у средне- и высокорослых в варианте СГ — 28 VIII. Под влиянием АГ средне- и высокорослые растения роста не окончили, что сказалось на результатах последующей зимовки: верхняя часть их побегов обмерзла на 2—4 почки. Растения, окончившие рост, перезимовали без повреждений. Осенняя окраска листьев у растений появилась одновременно во всех трех вариантах, но наиболее интенсивной она была в контроле.

Корневые системы сеянцев были наиболее развиты в контроле.

Я б л о н я в и ш н е п л о д н а я — *Malus cerasijera* Spach.



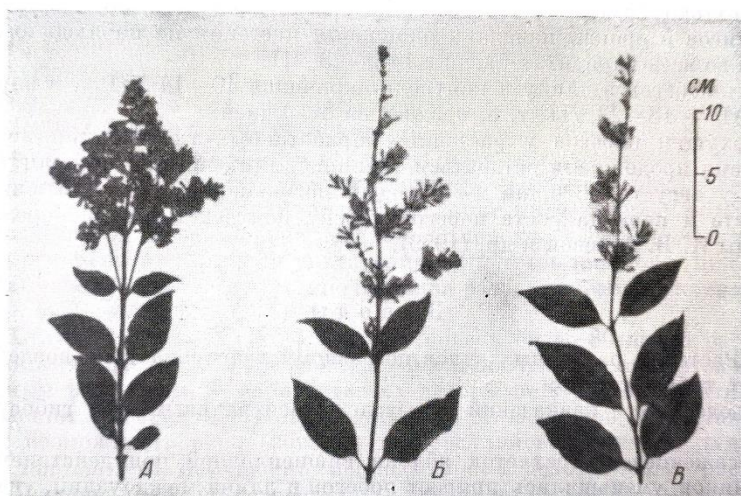


Рис. 2. Соцветие *Syringa josikaea* Jacq.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

Гиббереллины несколько затормозили рост побегов в длину: их средний прирост оказался наибольшим в контроле. Такое явление отмечали и другие авторы (Линник, 1958). Среднее количество междоузлий почти одинаково, а их средняя длина несколько больше в контроле. Площадь листовых пластинок наибольшая в вариантах с гиббереллинами, но незначительно. Рост побегов в длину окончился не одновременно: у одних растений в середине июля, у других — в начале августа, независимо от варианта опыта. Наступление осенних фенофаз было одновременным.

Рододендрон кавказский — *Rhododendron caucasicum* Pall. Растения не реагировали на действие гиббереллинов: на протяжении всего вегетационного периода не было обнаружено разницы в росте и развитии растений, обработанных стимуляторами, и у контрольных.

Сирень венгерская — *Syringa josikaea* Jacq. Под действием гиббереллинов увеличились в длину вегетативные и генеративные побеги, возросло количество междоузлий вегетативных побегов, увеличилась их длина и площади листовых пластинок, но уменьшилось количество цветков в соцветиях, а сами цветки стали крупнее. У них наблюдались более^ удлинённые трубочки венчика и увеличенные размеры лепестков по сравнению с контролем. Окраска их была бледнее.

Соцветия в вариантах с гиббереллином имели сильно вытянутую главную ось со слабым развитием осей первого и второго порядков. Соцветия стали рыхлыми, потеряли свою декоративность (рис. 2). В варианте АГ было до 80% однобоких уродливых соцветий. Если в контроле почти все цветки имели завязи, то у обработанных гиббереллинами их было только 25%.

Сдвиг в сроках начала и окончания цветения не наблюдалось: растения во всех вариантах цвели с 14 по 23 VII.

Рост побегов в длину в контроле окончился 10—14 VII, а в варианте СГ и АГ — 18—23 VII, т. е. позднее на 8—9 дней.

Верушки побегов у растений, обработанных гиббереллинами, долгое время продолжали оставаться травянистыми: они одревеснели только к концу августа, т. е. на 2—3 недели позже контрольных. Увеличение прироста и периода роста побегов сирени под действием гиббереллинов описаны И. В. Асеевой и др. (1959).

## Выводы

1. Растения различных видов по-разному реагировали на воздействие на них гиббереллином.

Рододендрон кавказский оказался нейтральным к гиббереллинам.

У саженцев-четырехлеток яблони вишнеплодной под действием гиббереллинов уменьшились прирост побегов и длина междоузлий, увеличилась площадь листовой пластинки; у некоторой части однолетних саженцев яблони сибирской под действием английского гиббереллина увеличились высота и длина междоузлий.

Очень отзывчивыми на гиббереллины оказались восьмилетние саженцы сирени венгерской: у них увеличились прирост побегов в длину, количество междоузлий, длина и площади листовых пластинок, но уменьшилось количество цветков в соцветии и снизилась их декоративность.

Под влиянием гиббереллинов у сирени венгерской увеличился период роста побегов, задержалось их одревеснение и резко сократилось количество плодов.

2. Эффективность разных гиббереллинов по отношению к подопытным растениям оказалась неодинаковой: на яблони сибирскую и вишнеплодную наибольшее стимулирующее действие оказал английский гиббереллин, а на сирень венгерскую — советский.

3. На Крайнем Севере в условиях открытого грунта, по-видимому, можно будет применять гиббереллины для подгонки роста некоторых деревьев и кустарников достаточно зимостойких и еще не вступивших: в пору цветения и плодоношения.

## ЛИТЕРАТУРА

- Асеева И. В., А. Г. Кучаева, Н. П. Палицин, В. В. Струков. 1959. Советский гиббереллин (методы получения и проверка его активности). Вести. МГУ, № 3.
- Красильников Н. А. М. Х. Чайлахян, Г. К. Скрыбин, Ю. М. Хохлова, И. В. Улезло и Т. Н. Константинова. 1958. О стимулирующем действии гиббереллинов различного происхождения. ДАН СССР, т. 121, № 4.
- Линник Е. 1958. Гиббереллин. Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве, № 8.
- Литвиненко С. Н. 1959. К вопросу об изучении ростовых стимуляторов — гиббереллинов. Ботан. журн., т. 44, № 5.
- Bourdeau Ph. F. 1958. Nature, v. 182, № 4628.

---

*Т. А. Козупеева*

## ВЛИЯНИЕ ГИББЕРЕЛЛИНА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ НЕКОТОРЫХ ОРАНЖЕРЕЙНЫХ РАСТЕНИЙ

Летом 1959 г. в Полярно-альпийском ботаническом саду испытывалось влияние гиббереллина на некоторые оранжерейные растения с целью ускорения цветения их и повышения декоративных качеств.

Опубликованных работ по этому вопросу немного, однако есть указания о положительном влиянии гиббереллина на некоторые оранжерейные растения. Так, в сводном реферате «Японские исследования по гиббереллину» (1959) отмечается увеличение количества цветков у цикламена после обработки гиббереллином почти в два раза, ускорение цветения фрезии на 1—2 дня и т. п.

Б. Стоу и Б. Ямаки (1958) привели список более 80 видов растений, на которых испытывалось действие гиббереллина. 6 из них относятся к оранжерейным

растениям. В своих статьях авторы пишут о перспективности применения гиббереллина в садоводстве. Ю. А. Баскаков (1959) также отмечает возможность использования гиббереллиновой кислоты для ускорения цветения и нарушения периода покоя декоративных растений. С. Н. Литвиненко (1959) в своей статье указывает на возможные направления работ с гиббереллином. Некоторые из них имеют значение и для цветоводства закрытого грунта.

Мы проводили опыты со следующими растениями: алоэ древовидным (*Aloe arborescens* Mill), ахименесом мексиканским (*Achimenes mexicana* Fritsch et Prantl), глоксинией гибридной (*Gloxinia hybrida* hort.), гортензией садовой (*Hydrangea hortensis* Siebold) лимоном павловским (*Citrus limonia* Risso), перцем стручковым (*Capsicum annuum* L.), примулой обратноконической (*Primula obconica* Hance), стрептокарпусом Кьюским (*Streptocarpus kewensis* hort), хризантемой индийской (*Chrysanthemum indicum* L.), цикламеном персидским (*Cyclamen persicum* Mill.).

Растения содержались в теплице на естественном длинном дне при температуре 18—20°.

Советский гиббереллин испытывался на 4 видах: лимоне, глоксинии, перце и цикламене; английский — на 6 видах: алоэ, ахименесе, стрептокарпусе, хризантеме, гортензии и примуле.<sup>xvii</sup> Все растения, кроме алоэ, опрыскивались. На алоэ гиббереллин капали в центр розетки.

Для опрыскивания растений гиббереллин применялся в концентрации 0.001%; капли наносились раствором в концентрации 0.02%. Опрыскивание проводилось один раз в неделю. Контрольные растения одновременно получали такое же количество воды. Разные виды растений в зависимости от их величины и вегетативной массы получали различное количество гиббереллина.

В процессе опыта проводились замеры высоты растения, величины междоузлия и листа, угла между стеблем и листом, подсчитывалось количество листьев и побегов, отмечалось время зацветания растений. В листьях ахименеса, глоксинии, лимона и цикламена П. Д. Бухариным было определено изменение содержания

Влияние гиббереллина на рост и развитие некоторых оранжевых растений  
(средние данные из расчета на количество растений в опыте)

Растение	Количество гиббереллина (в мг), полученное растением	Количество растений	Высота растения на 24 VII в см)	Длина междоузлий (в см)	Наступление	
					бутонизации	цветения
Ахименес мексиканский.	АГ—0.16	3	49	6.0	—	—
	Контроль.	3	20	2.6	25 VI	29 VII
Глоксиния гибридная.	СГ—0.16	6	7.7	1.7	27 VI	23 VII
	АГ—0.16	6	8.7	2.0	5 VII	29 VII
	Контроль.	6	5.6	0.7	5 VII	29 VII
Лимон павловский.	СГ—0.24	10	19.2	1.9	—	—
	АГ—0.24	10	25.8	2.3	—	—
	Контроль.	10	17.2	1.5	—	—
Перец стручковый.	СГ—0.105	14	19.5	1.6	23 VI	23 VII
	АГ—0.105	14	22.5	2.1	25 VI	23 VII
	Контроль.	14	19.0	1.3	25 VI	23 VII
Хризантема мелкоцветная 'Дефианс'.	АГ—0.09	3	на 25 IX 56.8	2.5	—	—
	Контроль.	3	41.3	1.2	—	—
Цикламен персидский.	СГ—0.12	9	—	—	27 VI	29 X
	АГ—0.12	9	—	—	27 VI	29 X
	Контроль.	9	—	—	23 VII	29 X

хлорофилла, ксантофилла и каротина.

Результаты опыта, суммированные в таблице, показывают, что разные растения по-разному реагировали на обработку их гиббереллином. У одних он вызывал стимуляцию роста до 50% и выше (ахименес, лимон, хризантема), у других — лишь

<sup>xvii</sup> Гиббереллин был получен нами из Лаборатории роста и развития Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева.

незначительное увеличение высоты (гloxиния), у третьих заметных изменений в росте по сравнению с контролем не наблюдалось (перец, гортензия). У ахименеса и гloxинии отмечена стимуляция боковых побегов. У них же, а также у лимона и стрептокарпуса гиббереллин вызывал значительное изменение формы листа. У опытных растений пластинка листа была более вытянутой, черешок удлинен. У цикламена наблюдалось увеличение количества листьев более чем в 2 раза (в контроле 11 листьев, у растений, обработанных советским гиббереллином — 25, английским — 26).

Под влиянием гиббереллина у цикламена и гloxинии отмечалось увеличение числа бутонов и цветков. Ахименес же совсем не зацвел, в то время как его контрольные растения нормально развивались и цвели. У опытных растений ахименеса наблюдалось вытягивание подземных частей — корневищ.

Следует отметить, что в опытах, поставленных нами с советским и английским гиббереллином, растения гloxинии, перца и цикламена почти одинаково реагировали на тот и другой препарат, растения лимона дали большой прирост при опрыскивании их английским гиббереллином. Интересно отметить тот факт, что в период обработки лимона английским гиббереллином у него в пазухах листьев наблюдалось появление колючек до 4 см длиной, в то время как нижняя часть стебля, сформировавшаяся до обработки, колючек не имела. После прекращения воздействия гиббереллином колючки также не появлялись. Почти у всех видов растений оба гиббереллина вызвали эпинастито листьев. Особенно заметна она была у алоэ, гloxинии, лимона и стрептокарпуса.

Опытные растения имели более светлые листья, чем контрольные. По определению П. Д. Бухарина, у ахименеса, гloxинии и лимона содержание хлорофилла, ксантофилла и каротина изменилось в сторону понижения, но лишь у цикламена содержание ксантофилла незначительно повысилось.

На основании наших опытов, а также литературных данных можно сделать следующие выводы.

1. Действие гиббереллина прежде всего сказывается на ростовых процессах, однако гиббереллин часто вызывает и морфологические изменения, в первую очередь вегетативных органов. У некоторых видов в связи с ускорением роста гиббереллин вызывает и ускорение цветения.

2. Встречаются растения, на которые гиббереллин не оказывает заметного действия.

3. Гиббереллин можно применять на отдельных оранжерейных растениях (в наших опытах положительные результаты показали гloxиния и цикламен) при дальнейшем уточнении оптимальных дозировок для них и времени обработки. Изучение этого вопроса должно быть связано с установлением доз удобрений для обрабатываемых гиббереллином растений.

## ЛИТЕРАТУРА

- Б а с к а к о в Ю. А. 1959. Успехи в области химии и применения гербисидов и регуляторов роста растений. Хим. средства защиты растений, № 2.
- Л и т в и н е н к о С. Н. 1959. К вопросу об изучении ростовых стимуляторов — гиббереллинов. Ботан. журн., т. 44, № 5.
- М е л ь н и к о в Г. В. 1959. Японские исследования по гиббереллину (сводный реферат). Сб. иностр. с.-х. информации, № 3. Изд. Мин. сельск. хоз. СССР, М.
- С т о у Б., Т. Я м а к и. 1958. История и физиологическое действие гиббереллина. Хим. средства защиты растений, № 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
От редактора .....	3
П. М. Медведев, П. Д. Бухарин. Кормовые травы для минеральных почв Мурманской области.....	5
П. М. Медведев. О причинах инверсий горно-долинной растительности (на примере долины оз. Малый Вудъявр в Хибинских горах).....	16
Л. А. Шавров. Индивидуальная изменчивость растений под влиянием интродукции.....	23
Л. А. Шавров. Тератологические изменения у переселенных в Хибинские горы растений .....	28
Л. А. Шавров. Морфолого-анатомический анализ некоторых высокогорных растений Кавказа в Хибинских горах .....	34
П. Г. Жукова. Эмбриологическое развитие ветреницы длинноволосой ( <i>Anemone crinita</i> Juz.) .....	40
И. В. Жуйкова. Биолого-морфологические особенности роста и развития сиббальдии распростертой ( <i>Sibbaldia procumbens</i> L.) и лапчатки Кранца [ <i>Potentilla crantzii</i> (Cr.) Beck.] в условиях Хибинских гор .....	46
Т. Г. Тамберг. Некоторые особенности развития гладиолусов в условиях Крайнего Севера .....	56
И. Д. Шматок. К биохимической характеристике кормовых растений, интродуцируемых Полярно-альпийским ботаническим садом .....	61
И. Д. Шматок. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений, произрастающих в полярных условиях .....	77
И. Д. Шматок. Эколого-физиологическое изучение процесса фото- синтеза у растений в полярных условиях .....	109
П. Д. Бухарин. К вопросу о содержании каротина у дикорастущих растений в условиях Мурманской области .....	116
С. М. Вартапетян. Биохимические особенности картофеля, пораженного ооспорозом.....	204
К. В. Шлякова. Силосование как прием, предупреждающий засорение посевов.....	208
Э. Н. Езрух. К морфолого-физиологической характеристике азотобактера Кольского полуострова...	210
Э. Н. Езрух. Распространение и приживаемость азотобактера в почвах Кольского полуострова .....	215
З. Ф. Шимановская. Гигиеническая оценка фитолимата елово-березового редкостойного леса .....	220
В. В. Крючков. Некоторые данные о температуре почв в различных растительных сообществах Мурманской области .....	225
В. Н. Переверзев. Влияние окультуривания на изменение некоторых водно-физических свойств болотных почв в условиях Мурманской области .....	230
К. Н. Манаков. О роли растительного покрова в аккумуляции минеральных элементов в еловом и сосновом лесах Кольского полуострова.....	236
В. И. Левина. Влияние опада на формирование почвенного профиля в разных типах сосновых лесов на Кольском полуострове.....	245
Р. А. Жукова. Влияние гиббереллина на сельскохозяйственные культуры .....	253
М. Б. Ройзин. Влияние гиббереллиновой кислоты на нитрагинизированные бобовые растения.....	258
П. М. Медведев. Влияние гиббереллина на многолетние травянистые дикорастущие растения мурманской области.....	263
Н. М. Александрова, Л. Н. Горюнова. Влияние гиббереллина на рост и развитие некоторых деревьев и кустарников на Крайнем Севере.....	265
Т. А. Козупеева. Влияние гиббереллина на рост и развитие некоторых оранжевых растений .....	269