

Л.И.М.

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Ботанический сад-институт

РИТМЫ И КАТАСТРОФЫ В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНОГО ВОСТОКА

Материалы международной научной конференции
“Ритмы и катастрофы в растительном покрове
российского Дальнего Востока”

(Владивосток, 12 - 16 октября 2004 г.)

Владивосток
2005

Е.В. Бурковская, О.Л. Бурундукова, Н.С. Пробатова

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АДАПТАЦИИ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ МОРСКИХ ПОБЕРЕЖИЙ НА ЮГЕ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

*Биолого-почвенный институт ДВО РАН,
Владивосток, 690022, Проспект 100-летия Владивостока, 159*

Ключевые слова: сосудистые растения, морские побережья, тип фотосинтеза, галофиты, адаптация, анатомия листа, мезоструктура, российский Дальний Восток.

Растения морских побережий являются уникальным объектом для исследования адаптивных приспособлений к специфическим условиям прибрежно-морской полосы, характеризующейся крайней динамичностью и напряженностью экологических факторов. На российском Дальнем Востоке (РДВ) давно изучаются таксономический состав, распространение, экология и кариология видов сосудистых растений морских побережий (Комаров, 1953; Куренцова, 1968; Пробатова и др., 1984; Пробатова, Селедец, 1999; и др.). В последнее время интерес к этой специфической группе заметно вырос. Для некоторых видов проведены исследования биоморфологических особенностей, разнообразия жизненных форм и их развития в онтогенезе (Безделева, Пименова, 1998), особенностей прорастания семян (Воронкова и др., 2003). Эколого-физиологические исследования выявили присутствие на морских побережьях РДВ видов с разными типами фотосинтеза и строения мезофилла (Бурундукова и др., 1997; Неупокоева и др., 1998; Бурковская и др., 2002).

Хорошо известно, что адаптивный потенциал растений формируется под влиянием физиологических процессов и морфологических особенностей. Широкомасштабные эколого-физиологические исследования растений разной ботанико-географической приуроченности (арктические тундры, бореальной зоны, пустынь, высокогорий) выявили важное значение фотосинтетической функции в адаптации растений к разнообразным условиям среды (Пьянков, 1993). Использование метода мезоструктурного анализа (Мокроносов, Борзенкова, 1978) в исследовании большого числа видов C_3 - и C_4 -растений разных климатических зон и высотных поясов выявило высокую информативность метода, показало важную роль структурно-функциональных характеристик фотосинтетического аппарата в формировании интегральной адаптивной реакции растений и определении особенностей их экологии (Пьянков, Мокроносов, 1993; Пьянков, Кондрачук, 2003; Иванова, Пьянков, 2002). В задачу данной работы входило исследование особенностей структурно-функциональной организации фотосинтетического аппарата и разнообразия структурных и функциональных типов характерных представителей песчано-галечной супралиторали и приморских маршей.

Материалы и методика

Исследования проводили в летний период 1996-1999 гг. в Хасанском и Надеждинском районах Приморского края. Обследованы материковая часть побережья вблизи поселка Славянка, острова Сибирякова и Герасимова, а также материковая часть побережья вблизи станции Совхозная, омываемые заливом Петра Великого Японского моря.

Идентификацию типа фотосинтеза проводили по наличию Kranz-анатомии (Карпилов, Малышев, 1979). Тип анатомии листа определяли в соответствии с разработанными классификациями (Carolin et al., 1973, 1975; Вознесенская, Гамалей, 1986; Гамалей, Вознесенская, 1986).

В работе были использованы 18 характерных видов растений морских побережий юга РДВ. Для 16 видов были подробно изучены основные показатели мезоструктуры листа. Структурно-функциональная оценка проведена по следующим признакам: толщине листа, числу клеток на единицу площади листа, объему клеток, числу хлоропластов в клетке, объему хлоропластов, числу хлоропластов на единицу площади листа, клеточному объему хлоропласта (КОХ), индексам мембран клеток (ИМК) и хлоропластов (ИМХ). Выбор показателей, характеризующих фотосинтетический аппарат (ФА) листа, продиктован необходимостью количественной характеристики его на разных уровнях организации. Методика проведения мезоструктурного анализа подробно описана в работах А.Т. Мокроносова, Р.А. Борзенковой (1978), Т.К. Горышиной (1989).

Результаты и обсуждение

Прибрежно-морская зона — «маритимальный пояс» включает песчано-галечную супралитораль, зону приморских песчаных валов, приморские скалы и склоны морских террас, испытывающие воздействие моря (Пробатова, Селедец, 1999). На морские побережья РДВ выходят более 500 видов сосудистых растений (Сосудистые растения советского Дальнего Востока, 1984-1996), в их число наряду с типичными прибрежноморскими видами входят луговые, лесные, степные, болотные и другие элементы флоры.

Типы строения мезофилла и типы фотосинтеза. Исследование поперечных срезов листьев 18 обычных, часто встречающихся видов песчано-галечной супралиторали и приморских маршей юга РДВ выявило наличие коронарной структуры у *Salsola komarovii* Hjin и *Setaria pashystachys* (Franch. et Savat.) Matsum. Дифференциация хлоренхимы на две ткани — наружную палисадную и внутреннюю обкладку проводящих пучков — свидетельствует о наличии у данных видов особого типа фотосинтетического карбоксилирования, при котором фиксация CO_2 происходит на ФЭП (фосфоенолпирувате) с образованием C_4 -дикарбоновых кислот — яблочной и аспарагиловой (Карпилов, Малышев, 1979).

Согласно классификации R.C. Carolin с соавторами (1975), *Salsola komarovii* имеет коронарно-центрический, или сальзолоидный тип анатомии листа. Клетки обкладки и мезофилла образуют сплошное кольцо по периферии цилиндрических суккулентных листьев солянки. Проводящая система погружена в водоносную паренхиму, главная жилка занимает центральное положение, мелкие пучки погружены в водоносную ткань и контактируют с клетками обкладки. *Setaria pashystachys*, как и другие представители рода, имеет паникоидный тип крапи-анатомии злаков — проводящие пучки окружены хлоренхимной обкладкой и радиально к ним расположенными клетками палисадного мезофилла.

Для большей части видов исследуемой выборки характерен C_3 тип фотосинтеза (табл. 1). У 10 видов, собранных на песчано-галечной супралиторали, тип анатомии листа был определен как дорзовентральный, у осок и злаков — гомогенный. Листья двух видов, собранных на приморских маршах, имели суккулентный тип анатомии листа, третий вид — *Salicornia europaea* — является сочным суккулентным, но «безлистным» растением, основную фотосинтетическую функцию которого выполняет

Таблица 1

Тип строения мезофилла и тип фотосинтеза прибрежноморских видов

Вид	Тип строения мезофилла листа	Тип фотосинтеза
✓ <i>Apiaceae</i> ✓ <i>Glehnia littoralis</i> Fr.Schmidt ex Miq.	дорзовентральный	C_3
<i>Asteraceae</i> ✓ <i>Artemisia littoralis</i> Kitam.	дорзовентральный	C_3
✓ <i>A. stelleriana</i> Bess.	дорзовентральный	C_3
✓ <i>Chorisis repense</i> (L.) DC.	дорзовентральный	C_3
✓ <i>Senecio pseudoarnica</i> Less.	дорзовентральный	C_3
<i>Caryophyllaceae</i> <i>Spergularia marina</i> (L.) Griseb.	суккулентный	C_3
<i>Chenopodiaceae</i> <i>Atriplex patula</i> L.	дорзовентральный	C_3
<i>Salicornia europaea</i> L.	суккулентный	C_3
<i>Salsola komarovii</i> Hjin	коронарно-центрический	C_4
<i>Suaeda glauca</i> (Bunge) Bunge	суккулентный	C_3
<i>Cyperaceae</i> ✓ <i>Carex macrocephala</i> Willd. ex Spreng.	гомогенный	C_3
✓ <i>C. pumila</i> Thumb.	гомогенный	C_3
<i>Fabaceae</i> ✓ <i>Lathyrus japonicus</i> Willd.	дорзовентральный	C_3
<i>Poaceae</i> ✓ <i>Leymus mollis</i> (Trin.) Hara	гомогенный	C_3
<i>Hierochloa glabra</i> Trin.	гомогенный	C_3
<i>Setaria pashystachys</i> (Franch. et Savat.) Matsum.	паникоидный	C_4
<i>Polygonaceae</i> <i>Polygonum liaotungense</i> Kitag.	дорзовентральный	C_3
<i>Scrophulariaceae</i> ✓ <i>Limaria japonica</i> Mig.	дорзовентральный	C_3

✓ *Hierochloa*
✓ *Artemisia*

Статистические характеристики мезоструктуры ФА C_3 -видов
 C_3 - species: the statistical characteristics of the mesostructure FA

Показатель	Среднее	Мини- мальное	Макси- мальное	Стандартное отклонение	Ошибка среднего
Толщина листа, мкм	638,0	168,6	2666,0	647,8	167,3
Количество клеток, тыс./см ² листа	571,2	145,0	3431,7	813,7	210,1
Объем клетки, тыс.мкм ³	20,0	2,1	63,3	18,8	4,9
ИМХ	14,7	2,7	40,4	10,0	2,6
Число хлоропластов в клетке, шт.	62,3	20,6	177,3	47,3	12,2
КОХ, мкм ³	259,8	54,2	530,0	152,0	39,2
Число хлоропластов млн/см ² листа	22,2	9,1	72,0	15,9	4,1
Объем хлоропласта, мкм ³	36,2	10,5	88,0	25,7	6,6
ИМХ	10,4	2,9	27,0	7,2	1,9

стебель. И.М. Культиасов (1982) предлагает считать типичными галофитами растения увлажненных и мокрых солончаков. Следовательно, представители приморских маршей можно считать типичными галофитами. Представляет интерес обстоятельство, что на приморских маршах нами не было идентифицировано ни одного C_3 -вида. Приспособленность растений к существованию на засоленных территориях обычно связывают с наличием у них крапц-синдрома, 70% видов галофитных сообществ сильно засоленных местообитаний, как например, «пухлые солончаки» Средней Азии, являются C_4 -растениями (Пьянков, 1993). Сравнительный анализ часто встречающихся C_3 - и C_4 -галофитов на приморских маршах Испании выявил высокую устойчивость к засоленным местообитаниям и у C_4 -злака *Spartina maritima* (Curtis) Fernald, и у C_3 -представителя семейства Chenopodiaceae — *Arthrocnemum perenne* (Miller) Moss (Nieva et al., 1999). Вероятно, крапц-синдром не играет столь существенную роль в адаптации галофитов к условиям морских побережий, в отличие от солончаков Средней Азии.

Мезоструктура ассимиляционного аппарата. Проведено исследование особенностей структурно-функциональной организации ассимиляционного аппарата у характерных представителей прибрежно-морской флоры юга РДВ с C_3 -типом фотосинтеза. В таблице 2 представлены результаты статистической обработки экспериментальных данных по основным мезоструктурным показателям. Для прибрежно-морских видов характерна высокая плотность клеток и пластид на единице площади листа, сравнительно малый объем пластид, высокие значения ИМХ, то есть у данной группы растений наблюдаются черты фотосинтетического аппарата, характерные для растений открытых местообитаний с высокой интенсивностью фотосинтетически активной радиации — гелиоморфные черты. Сравнение статистических средних исследованной нами выборки растений морских побережий и данных, полученных при анализе большой выборки (92 вида) C_3 растений аридной зоны Средней Азии (Вахрушева, 1989), выявило близкие значения количества клеток и хлоропластов на единице площади листа, а также КОХ и ИМХ. Сходство в строении ассимиляционной ткани свидетельствует о сходстве адаптивных стратегий пустынных и прибрежно-морских видов. Вместе с тем, суккулентные признаки у галофитов солончаков Средней Азии выражены более ярко. Средние значения по толщине листа, объему клеток и КОХ, приведенные в работе Д.В. Вахрушевой (1989) для выборки видов, обитающих в условиях сильного засоления на пухлых солончаках, значительно выше, нежели полученные нами для приморских галофитов.

Исследование межвидовой изменчивости параметров мезоструктуры листа выявило, что наиболее широкий диапазон варьирования имели следующие признаки: толщина листа, число клеток на единице площади листа, объем клеток, КОХ, — менее вариабельным оказался ИМХ. Так, толщина листа варьировала от 168,57 мкм (*Polygonum liaoningense*) до 2666,00 мкм (*Salicornia europaea*), среднее значение по выборке составляло 638,02 мкм. Число клеток на единице площади листа изменялось от 144,96 тыс./см² (*Suaeda glauca*) до 3431,70 тыс./см² (*Carex pumila*), среднее для выборки составляло 571,18 тыс./см². Объем клеток изменялся от 2,10 тыс.мкм³ (*Carex pumila*) до 63,28 тыс.мкм³ (*Senecio pseudoarnica*), среднее для выборки составляло 19,95 тыс.мкм³. Показатель КОХ варьировал в пределах от 54,24 мкм³ (*Artemisia stelleriana*) до 530,00 (*Lathyrus japonicus*), среднее для выборки составляло 259,85. Показатель ИМХ изменялся в пределах от 2,88 (*Artemisia fitoricola*) до 26,99 (*Leymus mollis*), среднее для выборки составляло 10,40.

Широкомасштабные эколого-физиологические исследования, проводимые с 1972 г. на кафедре Уральского университета (Мокроносов, Борзенкова, 1978; Вахрушева, 1989; Пьянков, 1993; Иванова, Пьянков, 2002; Пьянков, Кондрачук, 2003), позволяют провести сравнение особенностей структуры фотосинтетического аппарата растений различных природно-климатических зон и оценить варьирование признаков мезоструктуры листа. По данным В. И. Пьянкова (1993), диапазон варьирования по числу клеток на единице площади листа для взятой им выборки (489 видов) включает значения от 21 до 4094 тыс./см², при этом в Арктике 133–1500 тыс./см² (25 видов), на Среднем Урале 21–2684 тыс./см² (137 видов), для пустынь Средней Азии приводятся значения 45–3074 тыс./см² (95 видов), для высокогорий Памира 25–4240 тыс./см² (197 видов). Сопоставление с нашими данными, полученными в ходе исследований сравнительно небольшой выборки растений (17 видов), показало, что диапазон варьирования по числу клеток на единице площади листа у прибрежnomорских видов на юге РДВ значительно превосходит таковой у представителей арктической, пустынной и бореальной зон и уступает лишь видам высокогорий Памира. На порядок ниже диапазон варьирования ряда признаков у лесных травянистых видов европейской части России. В выборке из 8 лесных летне-вегетирующих видов число клеток на единице площади листа изменялось от 50 до 420 тыс./см² (Горышина, 1989).

Такой широкий диапазон варьирования структурно-функциональных характеристик ассимиляционного аппарата может быть объяснен многообразием путей адаптации растений к условиям морских побережий.

По основным измеряемым и расчетным показателям мезоструктуры листа для 16 C₃-видов с разными типами строения мезофилла нами был проведен дискриминантный анализ. Распределение видов в пространстве канонических переменных представлено на рисунке. Вся совокупность видов разделилась на три облака в соответствии с типом строения мезофилла. Результаты анализа свидетельствуют о том, что анатомические группы не только хорошо различимы по внешним признакам на поперечных срезах листьев, но и характеризуются четкими количественными различиями ассимиляционных тканей. Злаки и осоки с гомогенным типом строением мезофилла отличаются наибольшим коли-

Root 1 vs. Root 2

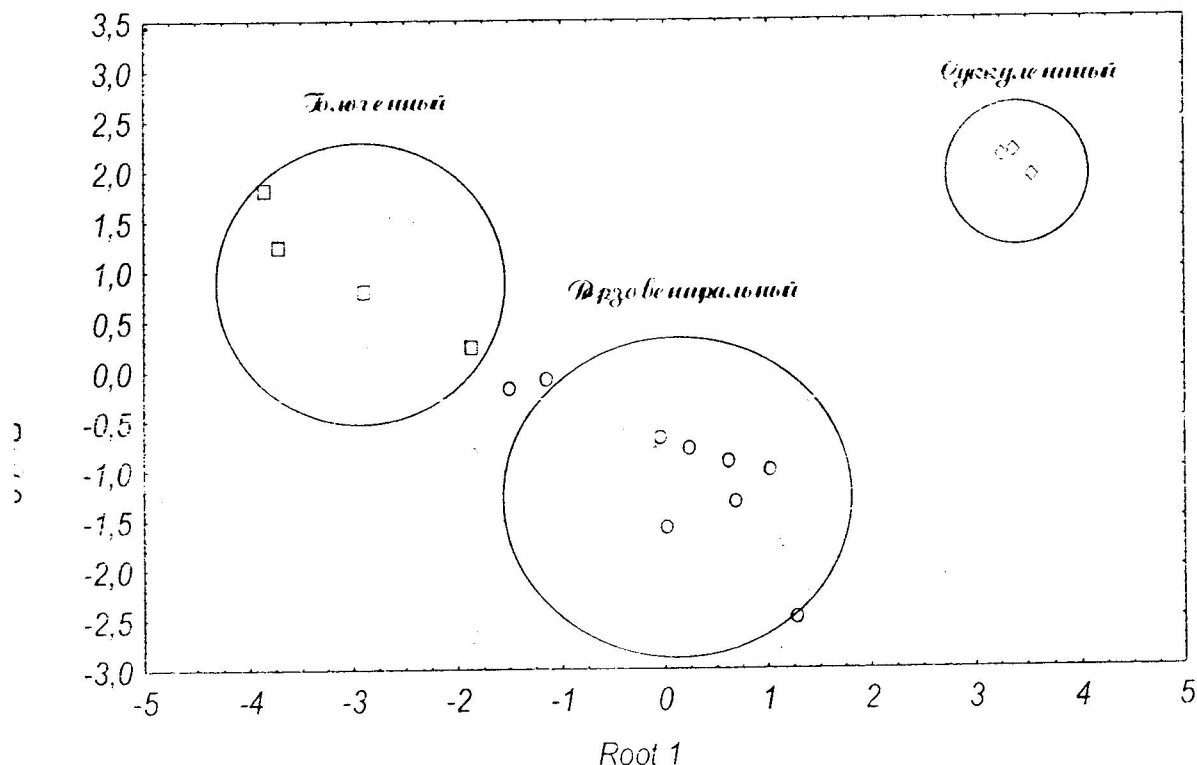


Рис. Дискриминантный анализ групп C₃-видов морских побережий с разными типами строения мезофилла, выполненный на основании структурно-функциональных характеристик ассимиляционного аппарата. Факторные нагрузки представлены в таблице 3.

Figure. Discriminant analysis of three groups of species with different types of mesophyll structure according to the main parameters of the quantitative anatomy of the photosynthetic tissues (1 — dorsoventral, 2 — homogenous, 3 — anisocent). A list of significant parameters is presented in table 3.

Факторные нагрузки структурно-функциональных характеристик
ассимиляционного аппарата по основным каноническим переменным
Structure of discriminant functions

Показатель	Параметр 1	Параметр 2
Толщина листа, мкм	0,35	0,73
Число клеток на единицу площади листа, тыс./см ²	-0,36	0,17
Объем клетки, тыс. мкм ³	0,024	0,10
ИМК	0,09	0,57
Число хлоропластов в клетке, шт.	0,19	0,15
КОХ, мкм ³	0,17	-0,02
Число хлоропластов на единицу площади листа, млн/см ²	-0,29	0,32
Объем хлоропласта, мкм ³	0,19	-0,21
ИМХ	-0,21	0,06

чеством клеток на единицу площади листа и малыми их размерами, то есть имеют гелио-ксероморфные черты анатомии листа. Виды с суккулентным строением мезофилла имеют наименьшее в выборке количество клеток на единицу площади листа и наибольшую толщину листа, самые крупные клетки водоносной ткани, занимающие большую часть объема листа. Благодаря запасанию воды в тканях и высокому осмотическому давлению клеточного сока, суккуленты характеризуются высокой солеустойчивостью. Группу видов с дорзовентральным строением листа отличает наименьшая толщина листа и среднее в выборке количество клеток на единицу площади листа. У видов данной (наиболее многочисленной) группы наблюдаются различные сочетания гелио-, ксеро-, мезо- и галофильных черт. Группа включает галоксерофиты, галомезофиты, галопсаммофиты и т.д. Например, *Glehnia littoralis* выделяет избыток солей с поверхности листьев через железки, порошок соли сдувается ветром — явные признаки поглощения избытка солей, а по характеристикам мезоструктуры листа имеет близкие значения с мезофитами.

По результатам дискриминантного анализа по первой канонической переменной максимальные факторные нагрузки имели следующие признаки: количество клеток на единицу площади листа; по второй канонической переменной — толщина листа (табл. 3). Экстраполяция групп на первую каноническую переменную показывает закономерное изменение экологических свойств прибрежnomорских видов. В ряду структурных типов «гомогенный — дорзовентральный — суккулентный» наблюдается ослабление гелио-ксероморфных и усиление галоморфных черт. Последовательность групп можно интерпретировать как распределение растений по градиенту засоления. Выявленные нами особенности количественной анатомии видов из различных мест обитания согласуются с известными данными по уровню засоления почв тихоокеанского побережья. По данным С.А. Шляхова и Н.М. Костенкова (2000), уровень засоления почв песчано-галечной супралиторали изменяется от незасоленной до среднезасоленной (электропроводность от 0,03 до 1,5 мСм/см), приморские марши имеют очень высокий уровень засоления (электропроводность от 1,7 до 10 мСм/см и выше).

Четкие количественные различия между группами видов с различным типом строения мезофилла были ранее обнаружены при анализе выборок видов из различных ботанико-географических зон (Пьянков, 1993). Путем различных комбинаций количества и размеров элементов фотосинтетического аппарата формируются структурные типы с различным развитием внутренней ассимиляционной/испаряющей поверхности, которые определяют сопротивление диффузии CO₂ и воды, влияют на эффективность использования влаги и возможность обитания в определенных экологических условиях.

Выводы

Таким образом, проведенные нами исследования 18 характерных представителей песчано-галечной супралиторали и маршей морских побережий юга РДВ позволили сделать следующие выводы.

В сообществах супралиторали присутствуют виды с C₃- и C₄-типом фотосинтеза. В исследованной нами выборке идентифицировано 2 C₄-вида *Salsola komarovii* и *Setaria pachystachys*, для большинства же видов характерен C₃-тип фотосинтеза.

Характерными особенностями фотосинтетического аппарата C₃-видов морских побережий является утолщенная листовая пластинка, большое число клеток и хлоропластов на единицу площади листа, высокие мембранные индексы ИМК и ИМХ у несуккулентных видов.

У изученных видов обнаружено пять типов строения мезофилла: гомотенный, дорзoвентральный, суккулентный (C_3 -виды), паникоидный, сальзолоидный (C_2 -виды).

Изученный набор видов характеризуется широким диапазоном варьирования структурно-функциональных характеристик ассимиляционного аппарата, свидетельствующим о многообразии путей адаптации прибрежnomорских видов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 04-04-49750.

Литература

- Безделева Т.А., Пименова Е.А. Биоморфологические особенности прибрежно-морских растений // Растения в муссонном климате. Мат-лы междунар. конф. Владивосток: Дальнаука, 1998. С. 91-93.
- Бурковская Е.В., Бурундукова О.Л., Пробатова Н.С. Особенности структуры фотосинтетического аппарата галофитов морских побережий юга российского Дальнего Востока // Тез. докл. II междунар. конф. по анатомии и морфологии растений. СПб., 2002. С. 265.
- Бурундукова О.Л., Неупокоева Е.В., Пробатова Н.С. Галофиты морских побережий юга Дальнего Востока: анатомо-физиологические аспекты адаптации // Животный и растительный мир Дальнего Востока. Уссурийск, 1997. Вып. 3. С. 210-215.
- Вахрушева Д.В. Мезоструктура фотосинтетического аппарата C_3 -растений аридной зоны Средней Азии. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1989. 20 с.
- Вознесенская Е.В., Гамалей Ю.В. Ультраструктурная характеристика листьев с крапц-анатомией // Бот. журн. 1986. Т. 71. № 10. С. 1291-1307.
- Воронкова Н.М., Бурундукова О.Л., Бурковская Е.В. Морфобиологические особенности семян некоторых видов морских побережий российского Дальнего Востока // Ботанические исследования в Азиатской России. Мат-лы XI съезда Русского Ботан. общества. Барнаул: АзБука, 2003. Т. 2. С. 32-33.
- Гамалей Ю.В., Вознесенская Е.В. Структурно-биохимические типы растений // Физиология растений. 1986. Т. 33. № 4. С. 802-820.
- Горышина Т.К. Фотосинтетический аппарат растений и условия среды. Л.: Изд-во ЛГУ, 1989. 202 с.
- Иванова Л.А., Пьянков В.И. Структурная адаптация мезофилла листа к затенению // Физиол. раст. 2002. Т. 49. № 3. С. 467-480.
- Карпилов Ю.С., Малышев О.Г. Углеродный метаболизм в листьях кукурузы // Тр. Молд. НИИ орош. землед. и овощеводства. 1970. Т. 11. Вып. 3. С. 33-35.
- Культиасов И.М. Экология растений. М.: Изд-во МГУ, 1982. 365 с.
- Комаров В.Л. Типы растительности Южно-Уссурийского края // Избр. соч. 1953. Т. 9. С. 545-738.
- Куренцова Г.Э. Растительность Приморского края. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1968. 190 с.
- Мокроносов А.Т., Борзенкова Р.А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Л., 1978. Т. 61. Вып. 3. С. 119-132.
- Неупокоева Е.В., Бурундукова О.Л., Пробатова Н.С. Типы фотосинтеза и структурно-функциональные особенности галофитов морских побережий юга российского Дальнего Востока // Растения в муссонном климате. Мат-лы междунар. конф. Владивосток: Дальнаука, 1998. С. 126-128.
- Пробатова Н.С., Селедец В.П. Сосудистые растения в контактной зоне "континент-океан" // Вестник ДВО РАН. 1999. № 3. С. 80-92.
- Пробатова Н.С., Селедец В.П., Соколовская А.П. Галофильные растения морских побережий советского Дальнего Востока: числа хромосом и экология // Комаровские чтения. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. Вып. 31. С. 89-116.
- Пьянков В.И. Роль фотосинтетической функции в адаптации растений к условиям среды. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. М., 1993. 101 с.
- Пьянков В.И., Кондрачук А.В. Основные типы структурных перестроек мезофилла листа растений восточного Памира при адаптации к высокогорным условиям // Физиология растений. 2003. Т. 50. № 1. С. 34-42.
- Пьянков В.И., Мокроносов А.Т. Основные тенденции изменения растительности Земли в связи с глобальным потеплением климата // Физиология растений. 1993. Т. 40. № 4. С. 515-531.
- Сосудистые растения советского Дальнего Востока. СПб.: Л.: Наука, 1984-1996. Т. 1-8.
- Шляхов С.А., Костенков Н.М. Почвы тихоокеанского побережья России, их классификация, оценка и использование. Владивосток: Дальнаука, 2000. 183 с.
- Carolin R.C., Jacobs S.W.L., Veski M. The Structure of the cells of the mesophyll and parenchymatous bundle sheath of the gramineae // Bot. J. Linn. Soc. 1973. Vol. 66. № 4. P. 259-275.

Carolin R.C., Jacobs S.W.L., Vesk M. Leaf structure in henopodiaceae // Bot. Jahrb. Syst. 1975. Vol. 95. P. 226-255.

Nieva F.J.J., Castellanos E.M., Figueroa M.E., Gil F. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of C_4 and C_3 saltmarsh species // Photosynthetica. 1999. Vol. 36. № 3. P. 397-406.

E.V. Burkovskaya, O.L. Burundukova, N.S. Probatova

Structural and functional adaptations of the photosynthetic apparatus in coastal vascular plants halophytes (south of the Russian Far East)

Mesostructure of photosynthetic apparatus of 30 species of maritime belt at the South of the Russian Far East (RFE) was studied. For the first time kranz-anatomy (C_4 -type) is found for *Salsola komarovii* Iljin and *Setaria pachystachys* (Franch. et Savat.) Matsum. Quantitative anatomy of the mesophyll is found to be widely variable in all groups. Differences of the leaf mesostructure for the group with different anatomical types of the photosynthetic tissues are shown.

З.М. Азбукина, А.В. Богачева, Е.М. Булах, Л.Н. Васильева,
О.К. Говорова, Л.Н. Егорова

МИКОБИОТА БАССЕЙНА РЕКИ УССУРИ

Биолого-Почвенный институт ДВО РАН,
Владивосток, 690022, Проспект 100-летия Владивостока, 159

Приводятся результаты исследования грибов бассейна реки Уссури, включая относящуюся сюда территорию КНР. Обсуждается степень изученности различных групп грибов в этом районе. Указываются виды с характерными ареалами, встречающиеся только в северо-восточной Азии (юг Дальнего Востока России, Япония, Корейский полуостров, северо-восточные провинции Китая) или обнаруживающие характерную североамериканско-восточноазиатскую дизъюнкцию в распространении.

Многие виды впервые найдены на территории России и Китая. Выявлены ценные в лекарственном отношении макромицеты, экономически важные возбудители болезней лесных пород и разрушители древесины, а также почвенные грибы, вызывающие корневые гнили, увядание, полегание, усыхание проростков различных сельскохозяйственных культур в агроценозах.

Введение

Изучение грибов бассейна реки Уссури и прилегающих районов на российской территории проводилось в различные годы второй половины прошлого века, но после подписания соглашения о научном сотрудничестве микологов Биолого-почвенного института ДВО РАН и Микологического института Цилиньского сельскохозяйственного университета (КНР) в рамках проекта «Микобиота долины реки Уссури», поддержанного Российским Фондом Фундаментальных Исследований, ускорилось подведение итогов уже проведенных работ и началась ревизия видового состава в свете современных данных и свежесобранного материала.

Долина реки Уссури — одна из наиболее интенсивно используемых территорий в хозяйственной деятельности Дальнего Востока России. Изучение видового состава и экологии грибов в данном районе имеет первостепенное значение для выявления ценных в лекарственном отношении макромицетов, экономически важных возбудителей болезней лесных пород и разрушителей древесины.

Начинаясь в горах Сихотэ-Алиня и впадая в реку Амур близ городов Хабаровск и Фуюань, Уссури образует границу между Приморским краем и одной из северо-восточных провинций Китая — Хэйлунцзян. В западной части среднего течения реки через реку Сунгача, протекающую по территории китайской провинции, имеется связь Уссури с озером Ханка, и поэтому территория Ханкайского российско-китайского заповедника была включена в зону обследования. Климат долины реки континентальный, но с определенным муссонным влиянием при ежегодном количестве осадков около 500-600 мм и средних температурах примерно 3-4°C на юге и 2°C на севере. Растительность в основном представлена хвойно-широколиственными смешанными лесами с такими характерными породами как *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc., *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb., *Tilia amurensis* Rupr., *Fraxinus mandshurica*