

ЛЮДМИЛА АЛЕКСАНДРОВНА СЕРГИЕНКО

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и физиологии растений эколого-биологического факультета, Петрозаводский государственный университет
saltmarsh@mail.ru

ЕЛЕНА ЛЕОНИДОВНА РОХЛОВА

студентка 5-го курса эколого-биологического факультета, Петрозаводский государственный университет
abdomen@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИМОРСКИХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПОБЕРЕЖИЙ БЕЛОГО МОРЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СУБСТРАТА

В статье представлены материалы по изучению влияния дренажа местообитания на структуру сообществ приморских сосудистых растений побережья Белого моря. Выявлено, что в сообществах с неудовлетворительным дренажем доминируют толерантные к засолению виды, а в сообществах со слабым дренажем доминируют эвгалофиты.

Ключевые слова: приморская полоса, галофиты, дренаж, толерантность

Галофитный флористический комплекс побережий Российской Арктики, существующий в контактной зоне суша – океан и выделенный на основе эколого-ценотического оптимума слагающих его видов [1], [6], [7], [11], находится в сложных абиотических условиях, поскольку направленные развитие физико-географической среды является одним из движущих факторов его эволюции. Исследование взаимосвязей и соотношений между факторами внешней среды и структурной организацией флористического комплекса актуально в целях познания взаимоотношений между популяциями растений и той жизненной обстановкой, на фоне которой они существуют [3], [7], [8], [9].

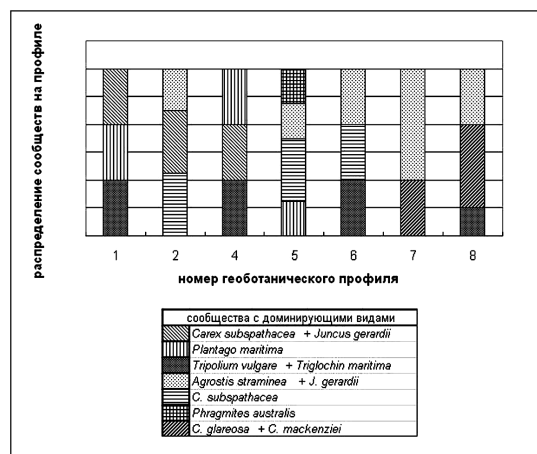
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования приморской флоры и растительности проводились в июле 2010 года в окрестностях п. Колежмы, Беломорский район, Республика Карелия (устье р. Колежмы, о. Лопский). Описывались типичные для данной местности участки приморской растительности в зоне литорали и супралиторали методом геоботанических профилей [5], [7], [9], [10], заложенных перпендикулярно к берегу моря длиной 25–30 м, с последовательно расположенными пробными площадями размером 1 м² в естественных контурах с учетом элементов микрорельефа (кочки, скальные выходы, микропонижения), удаления от линии уреза воды (см. рисунок).

Для видов указывалось проективное покрытие (%) по Друде, обилие вида в баллах, фенофаза по В. А. Алехину, высота растений и ярусность. Геоботанические профили закладывались на основе отличий экотопов по степени увлажнения (дренаж подстилающего субстрата). Степень дренажа определялась по шкале [6]:

© Сергиенко Л. А., Рохлова Е. Л., 2011

1 балл – дренаж неудовлетворительный, застойное переувлажнение сохраняется в течение ряда лет; 2 балла – очень слабый дренаж, местообитания с застойным переувлажнением в течение всего вегетационного периода во влажные годы; 3 балла – довольно слабый дренаж, застойное переувлажнение сохраняется значительную часть вегетационного периода; 4 балла – слабый дренаж, застойного переувлажнения нет, наблюдается периодическое переувлажнение в результате таяния снегов и выпадения дождей, разливов рек и морских приливов.



Распределение сообществ с доминирующими видами на геоботанических профилях.
1–8 – геоботанические профили

Характеристика профилей

Первый профиль – основной субстрат – легкий суглинок с гравием, дренаж – 3 балла. Микрорельеф в виде небольших кочек (диаметр – 15–20 см). Общее проективное покрытие растительности (ОПП) – 90 %, доминанты (10 – 15 %) –

Plantago schrenkii, *P. maritima*, *Carex subspathacea*, *Triglochin maritima*, *Glaux maritima*, содоминанты (2–5 %) – *Tripolium vulgare*, *Spergularia marina*. Ближе к лесу и к дороге в понижении отмечены (20–40 %) *Alopecurus arundinaceus*, *Phragmites australis*.

Второй профиль – основной субстрат – легкий суглинок с песком, дренаж – 2 балла. Микрорельеф не выражен, на обсыхающих пониженных местах характерен налет зеленой водоросли *Enteromorpha* sp. ОПП растительности – 80 %, доминанты (20–35 %) – *Carex subspathacea*, *Plantago maritima*, *Agrostis straminea*, *Tripolium vulgare*, содоминанты (2–5 %) – *Atriplex nudicaulis*. Ближе к лесу и к дороге отмечены (20–40 %) *Juncus gerardii*, *Festuca rubra*.

Третий профиль расположен на перемычке – «томболо», соединяющей о. Лопский с коренным берегом. Основной субстрат – средний суглинок с выпотами солей на поверхности; характерно «растрескивание» верхнего почвенного горизонта. Дренаж – от 1 до 3 баллов. Выражена мозаичность растительного покрова. ОПП – 60 %, доминанты (50–70 %) – *Plantago maritima* (gr), *Carex subspathacea* (gr), содоминанты (5–7 %) – *Atriplex nudicaulis*, *Glaux maritima*. Из-за гетерогенности субстрата данные по профилю в анализ не включались.

Четвертый профиль расположен в центре перемычки – «томболо» и представляет собой дно обширной депрессии с выраженным микрорельефом – злаково-осоковые кочки (диаметр – 1–1,5 м), перемежающиеся «полями» *Salicornia europaea*. Основной субстрат – средний суглинок, дренаж – 3 балла. ОПП – 60 % (gr). Доминанты (20–25 %) – *Plantago maritima*, *Agrostis straminea*, *Triglochin maritima*, *Salicornia europaea*, содоминанты (5–7 %) – *Juncus gerardii*, *Tripolium vulgare*, *Agrostis stolonifera*.

Пятый профиль – на северо-восточной оконечности о. Лопский, в отлив участок превращается в подобие лагуны, отделенной от моря скальными выходами шириной 10 м. Основной субстрат до скалы – средний суглинок, дренаж – 3 балла. ОПП растительности – 80 %, доминанты (40–60 %) – *Carex subspathacea*, *Agrostis stolonifera*, содоминанты (10–15 %) – *Tripolium vulgare*, *Plantago maritima*.

Шестой профиль расположен на перемычке – «томболо», ближе к проведенной насыпной дороге. Основной субстрат – средний суглинок с поверхностными трещинами и с выпотами солей, дренаж – от 2 до 4 баллов. ОПП растительности – 40 %, доминанты (25–30 %) – *Carex subspathacea*, *Juncus gerardii*, содоминанты (5–7 %) – *Triglochin maritima*, *Spergularia marina*.

Седьмой профиль расположен ближе к дороге и коренному берегу. Микрорельеф не выражен. Основной субстрат – средний суглинок с неудовлетворительным дренажем (1 балл). ОПП

растительности – 80 %, доминанты (30–40 %) – *Eleocharis uniglumis*, *Juncus gerardii*, *Bolboschoenus maritimus*, содоминанты (5–7 %) – *Carex glareosa*, *Triglochin maritimum*.

Восьмой профиль расположен на правом заболоченном берегу в устье р. Колежмы. Площадь террасы изрезана неглубокими протоками (глубина – 50–70 см), основной субстрат – средний суглинок, дренаж – 1 балл. ОПП растительности – 80 %, доминанты (10–15 %) – *Eleocharis uniglumis*, *Blasmus rufus*, *Bolboschoenus maritimus*, содоминанты (2–5 %) – *Triglochin maritima*, *Glaux maritima*.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При сравнении видового состава приморских растительных сообществ различных уровней литорали с использованием кластерного анализа [2], [4], [10] выделились 2 кластера (группы) сообществ, отличающихся по видовому составу. Первый кластер включает сообщества на профилях с номерами 1, 2, 4, 6, второй – 5, 7 и 8, при этом чем меньше рассчитанное расстояние между объектами (профилями), тем более сходный видовой состав они имеют. В первом кластере видовой состав сообществ наиболее сходный, во втором – гетерогенный, значимо отличающийся от первого кластера. Субстрат на профилях 5, 7, 8 представлен средними суглинками с неудовлетворительным дренажем, на профилях 1, 2, 4, 6 – средними и легкими суглинками со слабым и довольно слабым дренажем.

Для анализа зависимости проективного покрытия и обилия приморских видов от субстрата и дренажа были отобраны 7 видов с разной экологической амплитудой, но встреченные на всех профилях: эвгалофиты – *Triglochin maritima*, *Plantago maritima*, *Tripolium vulgare*, *Carex subspathacea*, миогалофиты или виды местной флоры, толерантные к слабому засолению, – *Atriplex nudicaulis*, *Agrostis gigantea*, *Festuca rubra*. Для всех изученных миогалофитов и для двух эвгалофитов (*C. subspathacea*, *T. maritima*) зависимость их проективного покрытия от дренажа и от субстрата значима при доверительном интервале 0,05 и достоверности 95 %. Однако для *A. gigantea* и *T. maritima* на их проективное покрытие в сообществе имеет значимое влияние и удаленность местообитания от линии уреза воды (табл. 1).

При исследовании зависимости обилия вида от дренажа местообитания установлена зависимость с достоверностью 95 % при доверительном интервале (Р-значение) 0,05 для 4 из 7 видов: *A. gigantea*, *A. nudicaulis*, *C. subspathacea*, *F. rubra*. Однако для миогалофита *A. gigantea* значимое влияние на обилие вида имеет также удаленность местообитания от линии уреза воды (при достоверности 95 % и доверительном интервале 0,05) (табл. 2).

Таблица 1

Результаты статистического анализа зависимости проективного покрытия видов приморских высших растений от дренажа местообитания и его удаленности от линии уреза воды

<i>Carex subspathacea</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	3850,667	1	3850,667	5,978522	0,026431	4,493998
Удаление от моря	1659	3	553	0,858585	0,482542	3,238872
Взаимодействие	2662,333	3	887,4444	1,377841	0,285453	3,238872
<i>Atriplex nudicaulis</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	1116,281	1	1116,281	14,64976	0,000814	4,259677
Удаление от моря	537,3438	3	179,1146	2,350649	0,097617	3,008787
Взаимодействие	631,8438	3	210,6146	2,764046	0,063923	3,008787
<i>Festuca rubra</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	1685,083	2	842,5417	4,07025	0,044737	3,885294
Удаление от моря	1027,167	3	342,3889	1,654053	0,229374	3,490295
Взаимодействие	1273,583	6	212,2639	1,025429	0,454507	2,99612
<i>Agrostis gigantea</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	2420,042	1	2420,042	19,60871	0,000422	4,493998
Удаление от моря	2169,792	3	723,2639	5,860342	0,006727	3,238872
Взаимодействие	1824,125	3	608,0417	4,926739	0,013039	3,238872
<i>Triglochin maritima</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	572,5417	2	286,2708	4,528507	0,017608	3,259446
Удаление от моря	564,7292	3	188,2431	2,97781	0,04424	2,866266
Взаимодействие	2017,958	6	336,3264	5,320334	0,000515	2,363751

Примечание. SS – сумма квадратов (отклонений), df – число степеней свободы, MS – математическое ожидание суммы квадратов, усредненная величина соответствующих SS, F – критерий Фишера эмпирический, P-значение – доверительный интервал, F критическое – критерий Фишера табличный.

Таблица 2

Результаты статистического анализа зависимости обилия видов приморских высших растений от дренажа местообитания и его удаленности от линии уреза воды

<i>Carex subspathacea</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	8,166667	1	8,166667	5,090909	0,038398	4,493998
Удаленность от моря	1,75	3	0,583333	0,363636	0,780142	3,238872
Взаимодействие	3,75	3	1,25	0,779221	0,522637	3,238872
<i>Atriplex nudicaulis</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	13,78125	1	13,78125	21,68852	9,93E-05	4,259677
Удаленность от моря	2,9375	3	0,979167	1,540984	0,229588	3,008787
Взаимодействие	3,90625	3	1,302083	2,04918	0,133751	3,008787
<i>Festuca pratensis</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	10,9375	2	5,46875	6,402439	0,012819	3,885294
Удаленность от моря	4,125	3	1,375	1,609756	0,238937	3,490295
Взаимодействие	3,8125	6	0,635417	0,743902	0,625351	2,99612
<i>Agrostis gigantea</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	6,510417	1	6,510417	8,802817	0,009084	4,493998
Удаленность от моря	9,614583	3	3,204861	4,333333	0,020433	3,238872
Взаимодействие	6,197917	3	2,065972	2,793427	0,073937	3,238872

Примечание. Условные обозначения такие же, как в табл. 1.

Таблица 3

Результаты статистического анализа значимости усиления влияния дренажа местообитания на проективное покрытие видов приморских высших растений в зависимости от удаленности местообитания от линии уреза воды

<i>Plantago maritima</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	1081,125	1	1081,125	2,147131	0,1558156	4,259677214
Удаленность от моря	1105,125	3	368,375	0,731598	0,5432914	3,008786572
Взаимодействие	4725,125	3	1575,042	3,128057	0,0444198	3,008786572
<i>Agrostis gigantea</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	2420,042	1	2420,042	19,60871	0,0004218	4,493998418
Удаленность от моря	2169,792	3	723,2639	5,860342	0,0067267	3,238871522
Взаимодействие	1824,125	3	608,0417	4,926739	0,0130385	3,238871522
<i>Triglochin maritima</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	572,5417	2	286,2708	4,528507	0,0176085	3,259446306
Удаленность от моря	564,7292	3	188,2431	2,97781	0,0442397	2,866265557
Взаимодействие	2017,958	6	336,3264	5,320334	0,0005146	2,363750958

Примечание. Условные обозначения такие же, как в табл. 1.

Таблица 4

Результаты статистического анализа значимости усиления влияния дренажа местообитания на обилие видов приморских высших растений в зависимости от удаленности местообитания от уреза воды

<i>Plantago maritima</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	3,445313	1	3,445313	2,705521	0,11303764	4,259677214
Удаленность от моря	0,210938	3	0,070313	0,055215	0,98251369	3,008786572
Взаимодействие	24,27344	3	8,091146	6,353783	0,00252057	3,008786572
<i>Trifolium vulgare</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	6,510417	1	6,510417	8,802817	0,00908416	4,493998418
Удаленность от моря	9,614583	3	3,204861	4,333333	0,02043329	3,238871522
Взаимодействие	6,197917	3	2,065972	2,793427	0,07393657	3,238871522
<i>Triglochin maritima</i>						
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-значение	F критическое
Дренаж	1,385417	2	0,692708	1,111421	0,34011957	3,259446306
Удаленность от моря	0,890625	3	0,296875	0,476323	0,70073291	2,866265557
Взаимодействие	10,53125	6	1,755208	2,816156	0,02373968	2,363750958

Примечание. Условные обозначения такие же, как в табл. 1.

Кроме того, для эвгалофитов *P. maritima*, *T. maritima* и миогалофита *A. gigantea* удаленность местообитания от уреза воды значимо усиливает влияние дренажа и субстрата на проективное покрытие видов с достоверностью 95 % при доверительном интервале 0,05 (табл. 3), а для эвгалофитов *P. maritima*, *T. vulgare*, *T. maritima* удаленность местообитания от линии уреза воды также значимо усиливает влияние дренажа и субстрата на обилие видов с достоверностью 95 % при доверительном интервале 0,05 (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что видовой состав приморских сообществ на побережье Белого моря, обитающих на субстрате с неудовлетворительным дренажем (зарастающие депрессии на перемычках от острова к коренному берегу, илистые осушки в устье реки), статистически значимо отличается от видового состава приморских сообществ, обитающих на субстратах со слабым дренажем (илисто-гравийные и илисто-песчаные берега острова с мористой стороны, задер-

нованные луговины со злаково-разнотравными сообществами).

2. Дренаж местообитания значимо влияет на проективное покрытие видов эвгалофитов как с широкой экологической амплитудой, доминирующих на первичных илистых осушках, – *Triglochin maritima*, *Carex subspathacea*, так и содоминирующих в сомкнутых злаково-разнотравных сообществах, – *Atriplex nudicaulis*. Также значимо влияние дренажа на миогалофитов, выносящих слабое засоление субстрата и содоминирующих в полидоминантных злаково-осоковых сообществах с разнотравьем, – *Festuca rubra*, *Agrostis gigantea*. Для 2 видов – эвгалофит *Triglochin maritima* и миогалофит *Agrostis gigantea* – установлено влияние удаленности местообитания от линии уреза воды на проективное покрытие видов.

3. Дренаж местообитания значимо влияет на обилие видов, не являющихся эдификаторами ценозов при зарастании первичных илистых осушек и такырообразных депрессий в пониже-

ниях, – *Atriplex nudicaulis*, *Carex subspathacea*, *Festuca rubra*, *Agrostis gigantea*. Все эти виды – только содоминанты в более сомкнутых злаково-осоковых сообществах, за исключением однолетника *Atriplex nudicaulis*, предпочитающего как штормовые выбросы на осушках, так и слабо сомкнутые злаково-подорожниково-триостренниковые сообщества. Для миогалофита *A. gigantea*, с небольшим обилием встречающегося в злаково-разнотравных сообществах на более задернованных субстратах, достоверно влияние удаленности местообитания от линии уреза воды на его обилие.

4. Удаленность местообитания от моря значимо и достоверно усиливает влияние дренажа на всех типах местообитаний как на проективное покрытие, так и на обилие видов-эвгалофитов *Plantago maritima*, *Triglochin maritima*, но для эвгалофита *Tripolium vulgare* влияние дренажа значимо усиливает только обилие вида, а для миогалофита *Agrostis gigantea* – только проективное покрытие вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабина (Заславская) Н. В. Приморская флора западного побережья Белого моря // Ботанический журнал. 2003. Т. 88. № 2. С. 60–74.
2. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. 304 с.
3. Камелин Р. В. Лекции по систематике растений. Главы теоретической систематики растений. Барнаул, 2004. 228 с.
4. Коросов А. В., Горбач В. В. Компьютерная обработка биологических данных. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 76 с.
5. Почвоведение. Ч. 2. Типы почв, их география и использование / Под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. М.: Высш. шк., 1988. 368 с.
6. Сергиенко Л. А. Очерк флоры приморской полосы Белого моря // Ботанический журнал. 1983. Т. 68. № 11. С. 1512–1521.
7. Сергиенко Л. А. Флора и растительность побережий Арктики и сопредельных территорий. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 225 с.
8. Юрцев Б. А. Флора как природная система // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып. 4. С. 3–22.
9. Юрцев Б. А. Некоторые перспективы развития сравнительной флористики на рубеже XXI века // Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI веков: Тез. докл. II (X) съезда РБО. СПб., 1998. Т. 2. С. 184–185.
10. Юрцев Б. А., Семкин Б. И. Изучение конкретных и парциальных флор с помощью математических методов // Ботанический журнал. 1980. Т. 65. № 12. С. 1706–1718.
11. Chapman V. I. Salt marshes and salt deserts of the world. N. Y., 1960. 392 p.