

**ЛИПИДЫ *SUAEDA SALSA* (L.) PALL.: СОДЕРЖАНИЕ, ДИНАМИКА, ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ ВИДА**

© 2013 О.А. Розенцвет, В.Н. Нестеров, Е.С. Богданова, Т.М. Лысенко

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Поступила в редакцию 21.02.2013

Исследовано содержание, сезонная динамика и вариабельность состава липидов фотосинтезирующих органов растений эвгалофита *Suaeda salsa* (L.) Pall., произрастающих в поймах рек Приэльтона. Биотопы отличались по уровню степени засоления, влажности, анионному составу почвы. Показано, что в летние месяцы в суммарных липидах преобладали полярные липиды, а в сентябре увеличивалась доля нейтральных липидов. Установлено достоверное влияние анионного состава почвы на соотношение гликолипиды/фосфолипиды. По коэффициентам и размаху вариации выявлена степень пластичности мембранных липидов, что является основой пластичности вида в пределах региона исследований.

Ключевые слова: *Suaeda salsa*, абиотические факторы, вариация, динамика, фосфолипиды, гликолипиды, нейтральные липиды.

Проблема глобального потепления климата стала одним из наиболее активно обсуждаемых вопросов в течение последних 15 лет [1, 3]. В случае потепления и аридизации климата следует ожидать увеличения площадей засоленных почв и изменений в растительном покрове территорий. При этом возможно формирование новых галофитных сообществ, отличающихся от существующих в настоящее время по структуре, составу и видовому разнообразию. Для многих видов, например из рода *Suaeda* Forssk. ex Scop., наличие в почвенном слое солей является необходимым условием для нормального роста и развития [5, 16, 20]. Типичными местами обитания галофитов являются засоленные почвы на берегах морей и соленых озер, солончаках, а также вблизи автодорог, где использовались соли для ускорения таяния снега.

Галофиты современных сообществ обладают специфическими механизмами адаптации к высокому содержанию солей в почве. Устойчивость растений к почвенному засолению обеспечивается разнообразными механизмами, как на уровне отдельных клеток, так и на уровне целого растения [11]. Важную роль в адаптации галофитов к засолению играют клеточные мембраны [7, 12]. Барьерная функция мембран зависит от ее проницаемости, определяемой структурой и работой транспортных систем, и обеспечивается определенным составом липидов.

В научной литературе есть данные, свидетельствующие об изменении содержания и состава мембранных липидов в ответ на повышенное содержание солей в среде у разных

видов галотолерантных растений, выращенных в искусственных условиях среды [17]. В естественных условиях факторами, определяющими рост и развитие растений, становятся не только уровень засоления, но и состав солей, наличие в почве влаги, температура окружающей среды [15]. Однако, исследований механизмов регуляции основных путей клеточного метаболизма, включая липидный обмен, в естественных условиях засоления все еще недостаточно [5, 18].

Особое значение имеют регионы с экстремальными условиями обитания, например, такие как бассейн озера Эльтон (Приэльтона). Особенностью данного региона является высокая степень засушливости с резким дефицитом осадков. Температурный режим отличается амплитудой экстремальных температур более 70 °С с абсолютным минимумом в январе (-31,1 °С) и абсолютным максимумом в августе (41,1 °С) [2].

Цель данной работы состояла в исследовании факториальной нагрузки на качественный и количественный состав липидов в фотосинтезирующих органах *Suaeda salsa* (L.) Pall., их вариабельности и сезонной динамики в условиях Приэльтона.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА**

Выбранный вид *Suaeda salsa* (L.) Pall. является однолетним растением семейства *Chenopodiaceae* Vent., по стратегии накопления солей относится к эвгалофитам (накапливает соли в надземной части). Латинское название вида приведено по списку С.К. Черепанова (1995) [14]. Правильность определения вида подтверждена с.н.с. ЦСБС СО РАН (Новосибирск), к.б.н. М.Н. Ломоносовой.

Растения отбирали в июне (I), июле (II) и сентябре (III) 2011 г. на экспериментальных площадках размером 20 м x 20 м. в устьевых участках рек Большая Сморогда, Малая Сморогда, Чернавка, Хара, Ланцуг и Солянка,

Розенцвет Ольга Анатольевна, доктор биологических наук. E-mail: ievbras2005@mail.ru

Нестеров Виктор Николаевич, кандидат биологических наук

Богданова Елена Сергеевна, кандидат биологических наук  
Лысенко Татьяна Михайловна, кандидат биологических наук

расположенных в Волгоградской обл. на солончаках типичных и впадающих в оз. Эльтон. Одновременно отбирали образцы почвы на глубине 15-20 см для определения кислотности, влажности, температуры, а также химического анализа. Степень засоления, кислотность и влажность почвы определяли в соответствии с методическими рекомендациями Н. Г. Федорца и М. В. Медведевой (2009) [13]. Анионный состав почвы проводился в водной вытяжке из 100 г почвы в сертифицированной лаборатории абиотических факторов в Институте экологии Волжского бассейна РАН.

Для биохимических анализов использовали листья 15–20 растений. Из объединенной биомассы листьев составляли три независимых биологических пробы (2–4 г сырой массы), деферментировали кипящим изопропанолом. Экстракцию, идентификацию, анализ липидов проводили, как описано ранее [9].

В таблицах и рисунках использованы средние арифметические значения из трех независимых биологических проб для каждого биотопа, а также минимальные и максимальные значения каждого параметра для всех биотопов. Статистическую обработку результатов анализов проводили с использованием программ Statistica 6.0 for Windows, Microsoft Excel 2007 и Statgraphics Centurion XV. Взаимосвязь между абиотическими факторами среды и содержанием липидов оценивали, рассчитывая коэффициент корреляции Спирмена [6].

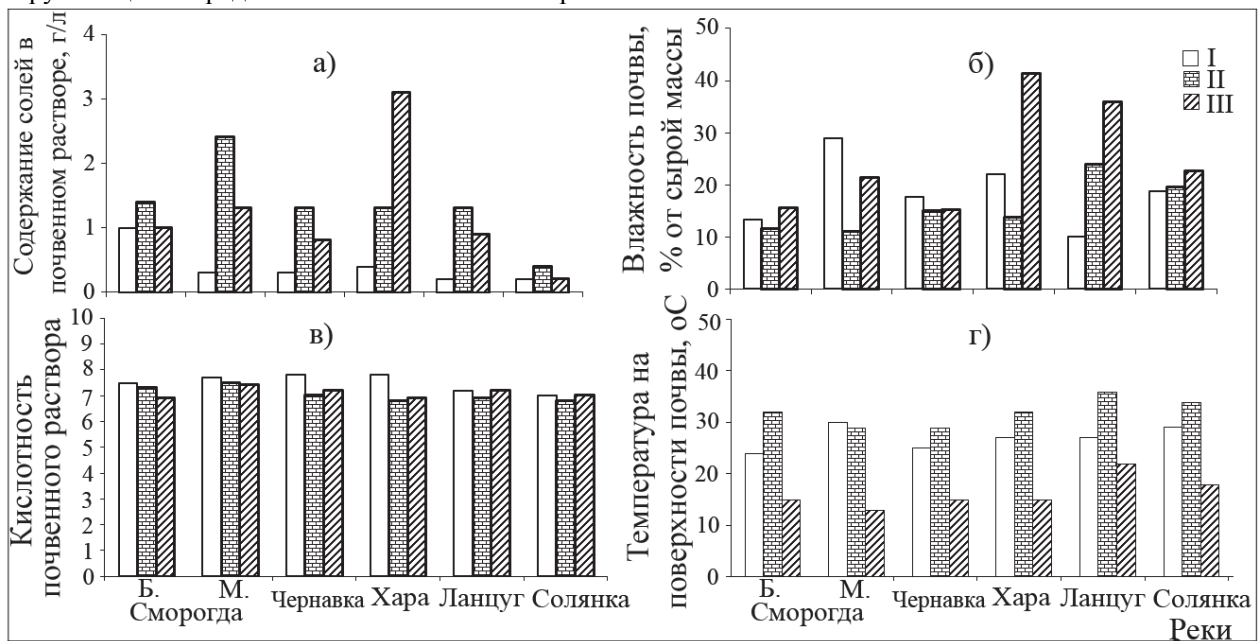
**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Известно, что на живые организмы прямо или косвенно влияют различные условия окружающей среды. Показатели некоторых

исследованных нами абиотических факторов в местах отбора растений *S. salsa* представлены на рисунке 1 и в таблице 1. Можно видеть, что в период наблюдений (июнь, июль и сентябрь) температура на поверхности почвы менялась в пределах 13,0 – 36,0 °С, влажность почвы – от 10,1 до 41,3 %, кислотность – от 6,8 до 7,8, содержание солей – от 0,2 до 3,1 г/л.

Сравнение условий обитания в отдельных биотопах показало, что наибольшее засоление почвы имели в поймах р. Б. Сморогда, М. Сморогда, Хара, а наименее – в пойме р. Солянка. Данные рисунка 1А свидетельствуют об изменении степени засоления почвы на разных биотопах в течение летне-осеннего периода. В начале летнего сезона влажность почвы составляла от 10,1 до 28,9 %, а количество растворенных в ней солей не превышало 0,2 – 1,0 г/л. В июле, повышение температуры окружающей среды, приводило к снижению влажности. В это же время степень засоления почвы увеличивалась в два и более раз (рис. 1 А, Г). В сентябре влажность почвы была выше, чем в летние месяцы, что способствовало снижению степени ее засоления.

Особенностью засоленных территорий является наличие слабощелочных и нейтральных почв, с преобладанием в их профиле сульфатов и хлоридов. В наших исследованиях было выявлено, что практически все отобранные образцы грунта обогащены сульфатами и хлоридами, при этом в некоторых пробах количество сульфатов достигало 3228 и хлоридов – 5247 мг/100 г (табл. 1).



**Рис. 1.** Динамика некоторых абиотических факторов в местах отбора растений за исследуемый период. I – июнь, II – июль, III – сентябрь

Таблица 1. Анионный состав почвы в местах отбора растений

Река	Анионный состав почвы (мг/100г)					
	аммоний	нитриты	нитраты	фосфаты	сульфаты	хлориды
Б. Сморогда	0,12–1,50	0,01–0,07	0,10–1,50	0,15–0,49	206–1480	440–2658
М. Сморогда	0,10–0,54	0,01–0,02	0,31–1,22	0,08–0,15	1479–3170	266–2730
Чернавка	0,12–0,93	0,01–0,02	0,10–1,33	0,26–0,57	81–519	479–5247
Хара	0,09–0,47	0,01–0,02	0,23–1,79	0,28–0,50	684–1153	1560–3581
Ланцуг	0,17–1,96	0,01–0,02	1,37–3,88	0,34–0,47	217–3228	177–4609
Солянка	0,11–0,47	0,01–0,03	0,20–0,33	0,13–0,16	50–77	344–1276

Методами математической статистики была установлена вариабельность исследованных абиотических факторов. Такие показатели, как влажность и уровень засоления почвы, отличались более широким размахом вариации

( $K_v = 31,5 - 42,8$  и  $47,0 - 81,4$  %, соответственно) по сравнению с температурой воздуха и кислотностью почвы ( $K_v = 8,5 - 19,6$  и  $2,8 - 4,5$  %, соответственно) (табл. 2).

Таблица 2. Динамика и вариабельность содержания липидов в фотосинтезирующих органах *S. salsa*

Липиды	Содержание липидов (мг/г сырой массы)											
	I				II				III			
	X	Min	Max	$K_v$	X	Min	Max	$K_v$	X	Min	Max	$K_v$
СЛ	5,7	3,0	9,7	37,9	5,5	3,0	9,0	38,9	12,3	2,8	23,7	48,6
ГЛ	2,6	1,0	4,1	48,8	2,4	1,3	3,2	29,5	1,9	0,5	3,4	63,4
МГДГ	1,3	0,5	2,0	3,3	1,2	0,6	1,6	2,5	0,8	0,2	1,5	11,2
ДГДГ	1,1	0,4	1,8	7,6	1,0	0,5	1,2	5,5	0,9	0,2	1,5	10,4
СХДГ	0,2	0,1	0,3	22,3	0,2	0,2	0,4	22,7	0,2	0,1	0,4	11,0
ФЛ	1,9	1,0	3,1	49,1	1,5	0,8	2,9	56,0	2,1	0,7	4,3	68,8
ФХ	1,3	0,7	1,9	7,3	1,0	0,6	1,8	12,1	1,4	0,4	2,8	10,4
ФЭ	0,2	<0,1	0,4	41,8	0,2	0,1	0,4	38,1	0,3	0,2	0,6	31,3
ФГ	0,3	0,2	0,6	33,5	0,2	<0,1	0,4	35,8	0,3	<0,1	0,5	17,5
МК	0,1	<0,1	0,2	24,4	0,1	<0,1	0,3	67,1	0,1	<0,1	0,4	54,3
НЛ	1,2	1,0	2,5	25,1	1,6	0,9	2,9	63,6	8,3	1,6	16	60,1
ТАГ	0,3	0,2	0,6	33,9	0,3	0,2	0,5	21,8	6,2	0,6	7,7	26,6
ДАГ	<0,1	<0,1	0,1	25,5	<0,1	<0,1	0,2	29,9	0,2	0,1	0,9	145,7
СС	0,2	0,1	0,3	17,1	0,3	0,2	0,4	30,1	0,5	0,2	2,0	80,7
ЭС	<0,1	<0,1	0,1	17,4	<0,1	<0,1	0,1	43,0	0,1	<0,1	0,3	136,0
УВ	0,1	<0,1	0,3	81,3	0,2	<0,1	0,6	77,5	0,3	0,2	1,1	47,1
В	<0,1	<0,1	0,1	17,6	0,1	<0,1	0,3	49,6	0,1	<0,1	0,5	108,3
СЖК	0,2	0,2	0,4	36,2	0,3	0,2	0,4	24,5	0,4	0,2	1,5	77,2
СП	0,3	0,2	0,6	34,8	0,3	0,1	0,4	25,5	0,5	0,2	2,0	70,7

Примечание. X – средние величины, Min – минимальные величины, Max – максимальные величины,  $K_v$  – коэффициент вариации, I – июнь, II – июль, III – сентябрь, СЛ – суммарные липиды, ГЛ – гликолипиды, МГДГ – моногалактозилдиацилглицерол, ДГДГ – дигалактозилдиацилглицерол, СХДГ – сульфхиновозилдиацилглицерол, ФЛ – фосфолипиды, ФХ – фосфатидилхолин, ФЭ – фосфатидилэтаноламин, ФГ – фосфатидилглицерин, МК – минорные компоненты, НЛ – нейтральные липиды, ТАГ – триацилглицерол, ДАГ – диацилглицерол, СС – свободные стеринны, ЭС – эфиры стериннов, УГ – углеводороды, В – воска, СЖК – свободные жирные кислоты, СП – спирты

Полученные данные свидетельствуют о разнообразии условий произрастания *S. salsa* в пойменных участках рек, а также неоднородности почвы.

Для оценки влияния вариабельности абиотических факторов на состав и содержание липидов в фотосинтезирующих органах *S. salsa* было проанализировано содержание суммарных липидов (СЛ), соотношение основных групп липидов, таких как гликолипиды (ГЛ), фосфолипиды (ФЛ) и нейтральные липиды (НЛ). Результаты таблицы 2 показывают, что в летние месяцы содержание СЛ составляло 5,5–5,7 мг/г сырой массы, в осенний месяц их количество увеличилось более чем в два раза, при этом и

размах вариации также увеличивался с интервала 3,0–9,7 до 2,8–23,7 мг/г сырой массы. В листьях *S. salsa* менялось и соотношение разных групп липидов. Например, в летние месяцы в пуле СЛ преобладали полярные липиды (ПЛ), а в сентябре увеличивалась доля НЛ, что очевидно было связано с созреванием семян (рис. 2). Однако, несмотря на то, что средние величины ПЛ оставались практически постоянными, их количественные вариации менялись в зависимости от биотопа и сезона. Так в летний период коэффициент вариации для ГЛ составлял 29,5% – 48,8%, в сентябре 63,4%, а ФЛ – 49,1–56,0, в осенний месяц – 68,8 %.

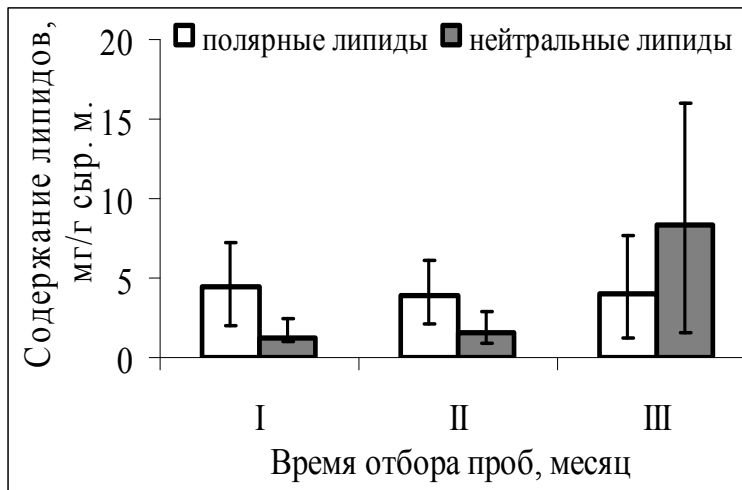


Рис. 2. Содержание полярных и нейтральных липидов в фотосинтезирующих органах *S. salsa*, максимальные и минимальные величины. I – июнь, II – июль, III – сентябрь

Представлены средние значения в регулировании взаимодействия клетки с внешней средой главную роль играют ФЛ, поскольку они формируют плазмалемму и тонопласт, а также большинство эндомембран. Во фракции ФЛ были идентифицированы: фосфатидилхолины (ФХ), фосфатидилэтанолamines (ФЭ), фосфатидилглицерины (ФГ). В таблице 1 показано, что этот состав характеризовался высоким содержанием ФХ (60 – 80 % от суммы ФЛ) по сравнению с ФЭ (10 – 30 %) и ФГ (10 – 20 %). Вероятно, это является особенностью галофитов по отношению к гликофитам, у которых процентное содержание ФЭ и ФГ несколько выше [17]. Следует отметить, что большое значение имеет анализ изменения соотношения двух основных компонентов фосфорсодержащих липидов ФХ и ФЭ. Уменьшение ФХ/ФЭ приводит к снижению структурированности и усилению проницаемости мембран, активирует работу рецепторов и ионных каналов [4]. В этой связи была проанализирована изменчивость этих липидов, а также изменчивость ФГ, ответственных за структурные свойства фотосинтетического аппарата [21]. Коэффициенты вариации количества этих ФЛ показывают, что содержание ФХ было более стабильным ( $K_v = 7,3 - 12,1$ ) по сравнению с ФЭ ( $K_v = 31,3 - 41,8$ ) и ФГ ( $K_v = 17,5 - 35,8$ ). Кроме указанных индивидуальных ФЛ были обнаружены и минорные компоненты: фосфатидилинозиты (ФИ), дифосфатидилиглицерины (ДФГ), фосфатидные кислоты (ФК), однако их содержание в листьях растений не превышало 10%.

Известно, что ГЛ локализуются преимущественно в фотосинтетических мембранах хлоропластов. Эта группа липидов доминировала среди СЛ в летние месяцы, когда происходит рост и развитие фотосинтезирующих органов растения (табл. 2). На фоне достаточно высокой

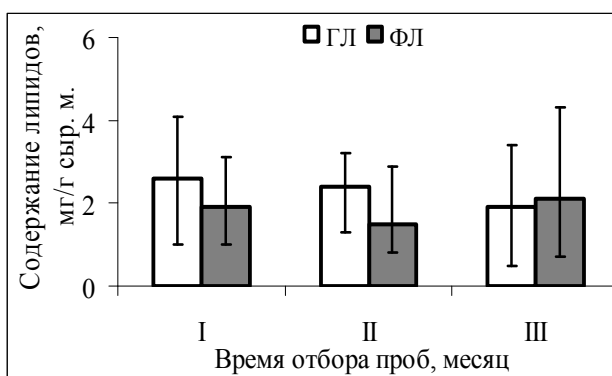
вариабельности общего количества ГЛ, для главных составляющих этой группы липидов – моно- (МГДГ) и дигалактозилдиацилглицерины (ДГДГ) – характерна меньшая изменчивость в сравнении с сульфолипидом (СХДГ), что может свидетельствовать о стабильности мембран тилакоидов. Известно, что для эффективной работы фотосинтетического аппарата необходимо определенное соотношение МГДГ/ДГДГ. У растений, чувствительных к засолению, например, таких как *Spinacia oleracea* L. и *Lycopersicon esculentum* Mill. отношение МГДГ/ДГДГ составляет 1,7 и 2,1, соответственно. Солеустойчивые виды, *Salicornia europaea* L. и *Atriplex Gmelinica* С.А. Меу имеют отношение МГДГ/ДГДГ равное 1,1 и 1,0, соответственно [17]. В нашем случае в листьях растений *S. salsa* отношение МГДГ/ДГДГ в июне и июле было равным 1,2, а в сентябре – 0,9 (табл. 2), что совпадает с данными для солеустойчивых растений. Небольшая изменчивость величины МГДГ/ДГДГ, вероятно, связана с относительной независимостью и устойчивостью хлоропластных мембран к таким факторам окружающей среды, как засоление, наличие влаги, температура.

Анализ соотношения двух составляющих мембранных липидов – ГЛ и ФЛ – показал, что в июне и июле преобладали ГЛ, а в сентябре ФЛ (рис. 3). При этом наибольшая амплитуда вариации значений для ГЛ ( $K_v = 63,4$ ) и для ФЛ ( $K_v = 68,8$ ) отмечена в конце вегетационного периода.

Третьей группой липидов, выделяемых из нативных тканей, являются НЛ. В их составе обнаружены следующие компоненты: триацилглицерины (ТАГ), диацилглицерины (ДАГ), свободные фитостерины или стерины (СС), эфиры стерина (ЭС), углеводороды (УГ), воски (В), свободные жирные кислоты (СЖК) и спирты (СП). Однако наибольшее значение с точки зрения регуляции «взаимоотношений»

клетки и среды имеют СС. В настоящее время известно, что стеринны не только регулируют текучесть мембран, но и вместе с сфинголипидами составляют основу специфических мембранных доменов, называемых «рафтами», которые играют важнейшую роль в механизмах передачи сигналов в клетке [19]. Данные, представленные на рисунке 4, указывают на то, что соотношение ФЛ/СС менялось в сторону увеличения ФЛ и снижения доли СС. Можно предположить, что это связано с увяданием растительного организма, снижением интенсивности метаболических процессов и необходимости

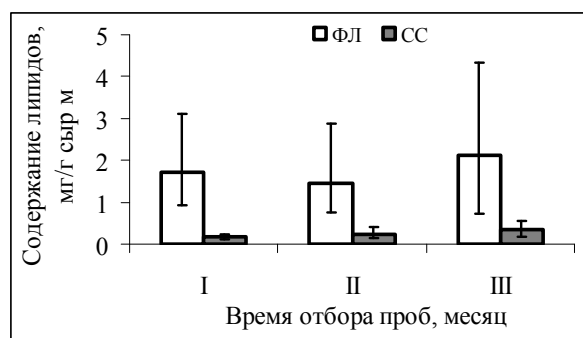
регулирования текучести мембран. По мере роста и старения увеличивалась и вариабельность данного класса липидов. Коэффициенты вариации СС в начале лета и осенью различались почти пятикратно. Все эти данные подтверждают, что на протяжении онтогенеза в тканях растения неоднократно меняются типы метаболизма, реализация которых в значительной степени зависела от внешних факторов и их сочетаний [8, 10]. Кроме того полученные данные говорят о высокой пластичности вида в пределах исследованного региона.



**Рис. 3.** Содержание глико- и фосфолипидов в фотосинтезирующих органах *S. salsa*. Обозначения как на рис. 2.

Известно, если  $K_v$  менее 10 %, то это может служить основанием для отнесения показателя к категории «жестких». При  $K_v > 40\%$  измеряемый показатель относится к категории высокопластичных. С этой точки зрения для растений *S. salsa* в условиях Приэльтонья характерным является то, что такие мембранные липиды как МГДГ, ДГДГ и ФХ относятся к «жестким» или малопластичным, а ГЛ, ФЛ, СХДГ, ФЭ, ФГ и СС – к категории средней или высокой пластичности.

Учитывая неоднородность факторов среды, представляло интерес выявить степень их влияния на содержание липидов. Особое внимание было уделено таким факторам как уровень засоления, влаги, а также состав анионов почвы. Известно, что избыточное количество хлоридов и сульфатов, также как и общий уровень солей и в почве приводит к нарушению процесса дыхания и фотосинтеза у гликофитов [7], а аммоний и нитраты являются для растений преимущественно источниками азотного питания. Следует отметить, что достоверного влияния анионов солей, содержащихся в почве, на количество ГЛ или ФЛ не выявлено. В то же время установлена положительная корреляционная связь между отношением ГЛ/ФЛ и содержанием в почве хлоридов ( $r = 0,49$  при  $p <$



**Рис. 4.** Содержание фосфолипидов и стериннов в фотосинтезирующих органах *S. salsa*. Обозначения как на рис. 2.

0,04), отрицательная – между отношением ГЛ/ФЛ и содержанием в почве аммония и нитратов ( $r = -0,58$  при  $P < 0,01$  и  $r = -0,51$  при  $p < 0,03$ , соответственно). В литературе имеются данные, что с ростом толерантности высших растений к NaCl возрастает и отношение ГЛ/ФЛ [17]. В нашей работе было показано, что засоление хлоридами и сульфатами вызывает у эвгалофита *S. salsa* увеличение данного отношения. На уровне индивидуальных классов липидов выявлена положительная корреляция в содержании ФХ и ФЭ с влажностью почвы ( $r = -0,51$  и  $r = -0,46$  при  $p < 0,01$ ), но отрицательная – с содержанием сульфатов и хлоридов ( $r = -0,46$  при  $p < 0,03$ ).

Таким образом, впервые проведен детальный анализ состава липидов, их динамики, вариабельности у эвгалофита *S. salsa* в условиях Приэльтонья. Показано, что условия произрастания *S. salsa* особенно отличались по уровню засоления, анионному составу почвы, влажности, которые изменялись в течение летне-осеннего периода. Установлено, что изменения состава и содержания разных групп липидов были связаны со стадией развития фотосинтезирующих органов и условиями среды. В частности, содержание НЛ в большей степени

зависело от времени года и стадии вегетации, а мембранных ГЛ и ФЛ – с изменением уровня засоления и влажности почвы. От содержания хлоридов, аммония и сульфатов в почве зависело соотношение ГЛ/ФЛ, характеризующих соотношение хлоропластных и внепластидных мембран.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 12-04-01111-а.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аненхонов О.А., Кривобоков Л.В. Тенденции изменения флористического состава лесной растительности Северного Прибайкалья при потеплении климата // Экология. 2006. № 4. С. 280-286.
2. Атлас почв СССР / под ред. И.С. Кауричева, И.Д. Громько. М.: Колос, 1974. 168 с.
3. Баженова О.И., Мартыанова Г.Н. Оценка изменений геоэкологических условий субаридных районов Сибири при современном потеплении климата // География и природ. ресурсы. 2003. № 4. С. 51-58.
4. Болдырев А.А. Матриксная функция биологических мембран // Соросовский образовательный журнал. 2001. № 7. С. 2-8.
5. Иванова Т.В., Мясоедов Н.А., Пчёлкин В.П. и др. Повышенное содержание жирных кислот с очень длинной цепью в липидах вегетативных органов галофитов // Физиология растений. 2009. Т. 56. № 6. С. 871-878.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. 816 с.
7. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология Растений. М.: Высшая школа, 2006. 810 с.
8. Мокронос А.Т., Гавриленко В.Ф. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М.: Изд-во МГУ, 1992. 320 с.
9. Розенцвет О.А., Нестеров В.Н., Богданова Е.С. Влияние абиотических факторов на состав липидов *Ulva intestinalis* (L.) Link (Chlorophyta) в малых реках бассейна оз. Эльтон Прикаспийской низменности // Биол. внутр. вод. 2012. № 2. С. 61-69.
10. Романова А.К., Семенова Г.А., Новичкова Н.С. и др. Физиолого-биохимические и флуоресцентные показатели старения листьев сахарной свеклы в вегетативной фазе роста // Физиология растений. 2011. Т. 58. № 2. С. 221-233.
11. Рослякова Т.В., Молчан О.В., Васекина А.В. и др. Солеустойчивость ячменя: взаимосвязь экспрессии изоформ вакуолярного  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ -антипортера с накоплением  $^{22}\text{Na}^+$  // Физиология растений. 2011. Т. 58. № 1. С. 28-39.
12. Строганов Б.П., Кабанов В.В., Шевяков Н.И. и др. Структура и функции клеток при засолении. М.: Наука, 1970. 318 с.
13. Федорец Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2009. 84 с.
14. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. 992 с.
15. Bybordi A., Tabatabaei S.J., Ahmadev A. Effect of salinity on the growth and peroxidase and IAA oxidase activities in Canola // J. Food. Agric. Environ. 2010. V. 8. № 1. P. 109-112.
16. Duan D.Y., Li W.-Q., Liu X.-J. et al. Seed germination and seedling growth of *Suaeda salsa* under salt stress // Ann. Bot. Fennici. 2007. V 44. P. 161-169.
17. Hirayama O., Mihara M. Characterization of Membrane Lipids of Higher Plants Different in Salt Tolerance // Agric. Biol. Chem. 1987. V. 51. P. 3215-3221.
18. Ivanova A., Nechev J., Stefanov K. Effect of soil salinity on the lipid composition of halophyte plants from the sand bar of Pomorie // Gen. Appl. Plant Physiology. Special Issue. 2006. P. 125-130.
19. Martin SW, Glover BJ, Davies JM. Lipid microdomains—plant membranes get organized. Trends Plant Sci. 2005;10:263-265.
20. Ushakova S.A., Kovaleva N.P., Gribovskaya T.V. et al. Effect of NaCl concentration on productivity and mineral composition of *Salicornia europaea* as a potential crop for utilization NaCl in LSS // Adv. Space Res. 2005. V. 36. P. 1349-1353.
21. Wada H., Murata N. Lipids in Thylakoid membranes and Photosynthetic Cells. In Lipids in Photosynthesis: Essential and Regulatory Function. / Eds Wada H., Murata. N. Dordrecht: Springer, 2009. P. 1-9.

## LIPIDS OF *SUAEDA SALSA* (L.) Pall.:

### CONTENT, DYNAMICS, VARIABILITY IN NATURAL CONDITIONS OF GROWTH

© 2013 O.A. Rozentsvet, V.N. Nesterov, E.S. Bogdanova, T.M. Lysenko

Institute of Ecology of the Volga Basin Russian Academy of Science, Togliatti

There was studied the content, seasonal dynamics and variability of lipid composition of photosynthetic organs of the plants *Suaeda salsa* (L.) Pall., native to the floodplains around Lake Elton. Biotopes differed in the level of salinity, humidity, soil composition. It was displayed that during summer months polar lipids prevailed in total lipids, and in September there increased the percentage of neutral lipids. There was proved the reliable influence of anionic composition of soil on the ratio of glycolipid/phospholipids. The plasticity degree of membrane lipids was discovered by the ratios and variation amplitude that is the basis of the plasticity of the species within the region.

Key words: *Suaeda salsa*, abiotic factors, variability, dynamics, phospholipids, glycolipids, neutral lipids.

Rozentsvet Ila Anatolevna, Doctor of Biology.

E-mail: ievbras2005@mail.ru

Nesterov Viktor Nikolaevich, Candidate of Biology;

Bogdanova Olga Sergeevna, Candidate of Biology;

Lisenko Tatjana Vichqilovna, Candidate of Biology