

УДК 575.857+581.1

## ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *SALICORNIA PERENNANS* В КАЧЕСТВЕ МАСЛИЧНОЙ И ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОЙ КУЛЬТУРЫ

© 2017 В.Н. Нестеров, О.А. Розенцвет

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти

Статья поступила в редакцию 20.12.2017

Исследовано влияние условий произрастания (эдафические, климатические, биотические факторы) на физиолого-биохимические характеристики растений *Salicornia perennans*, произрастающих в бассейне Средней и Нижней Волги. Установлено, что данный вид образует монодоминантные ценозы на солончаках, своеобразные пояса по берегам соленых озер, сменяющиеся в направлении градиента увлажнения и засоления. Растения имели суккулентный облик, который связан с оводненностью органов. Выявлено, что возрастание оводненности листьев растений (на 17%), связано с постепенным усилением аридности климата и достаточно сильно сказывается на процессах синтеза и распада биополимеров, таких как липиды и белки. Показана потенциальная возможность использования видов рода *Salicornia* (на примере *S. perennans*) в качестве масличной и/или энергонасыщенной культуры.

**Ключевые слова:** засоленные почвы, аридизация климата, *Salicornia perennans*, надземная и подземная биомасса, липиды, белки, абиотические факторы среды.

**Список принятых сокращений:** ГЛ – гликолипиды, ФЛ – фосфолипиды, НЛ – нейтральные липиды, ВВ – водорастворимые белки, Мгдг – моногалактозилдиацилглицерины, Дгдг – дигалактозилдиацилглицерины, Схдг – сульфохиновозилдиацилглицерины, Фх – фосфатидилхолины, Фэ – фосфатидилэтаноламины, Фг – фосфатидилглицерины, Ст – стерины, Таг – триацилглицерины, Даг – диацилглицерины, Вск – воски, Эф – эфиры, Уг – углеводороды, Сп – спирты, Фи – фосфатидилинозиты, Фс – фосфатидилсерины, Дфг – дифосфатидилглицерины, Кис – кислоты, Фк – фосфатидные кислоты, ЖК – жирные кислоты, ННЖК – ненасыщенные ЖК.

Представители рода *Salicornia* L. (Солерос) доминируют на сильно засоленных почвах и способны осуществлять на них полный жизненный цикл. По стратегии солеустойчивости представители данного рода являются эугалофитами, т.е. растениями, накапливающими в своих органах соли, физиологически и биохимически приспособленные к поступлению солей в свои органы, ткани и клетки. Это суккулентные однолетние растения, с редуцированными листьями цилиндрической формы, произрастающее на мокрых солончаках, а так же по берегам соленых озер, рек и морей. Растения *Salicornia* распространены в Северной Америке, Евразии, Южной Африке [1]. Однолетники из рода *Salicornia* по экологической классификации Раменского-Грайма относятся к растениям с рудеральной адаптивной стратегией – с высокой долей семян (сотни и тысячи) в годичной массе [2, 3]. Растения такого типа избегают конкуренции с другими видами, однако способны быстро захватывать нарушенные территории и места с

ослабленной конкуренцией, хотя и на непродолжительное время. Эти два признака – большое количество семян в годичной биомассе и способность произрастать на условно непригодных для культурных растений землях указывают на потенциальную возможность их использования в качестве с/х растений. Галофитное растениеводство, использующее для орошения соленые воды, может стать важным источником производства масличных и энергонасыщенных культур в аридных районах России и Средней Азии [4]. Известен целый ряд растений данного рода, семена которых содержат высокие концентрации полиненасыщенных жирных кислот [5, 6]. Так, один из видов *Salicornia bigelovii* дает 1,7 кг биомассы и 0,2 кг масличных семян на квадратный метр, что превышает урожайность сои и других масличных культур [4]. Следовательно, галофиты, приспособленные к жизнедеятельности в условиях засоления, с одной стороны являются потенциально перспективными культурными растениями, а с другой – видами, позволяющими вернуть в хозяйственный оборот нарушенные земли, снизить техногенное воздействие на окружающую среду, уменьшить засоление почвы [7, 8]. Истинные галофиты (виды родов *Salicornia* L., *Suaeda* Forssk. ex. и др.) даже нуждаются в засоленной почве, в то время как культурные гликофиты переносят лишь слабое засоление.

Нестеров Виктор Николаевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории экологической биохимии. E-mail: nesvik1@mail.ru

Розенцвет Ольга Анатольевна, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории экологической биохимии. E-mail: rozentsvet@mail.ru

Известно, что солеустойчивость галофитов обусловлена необходимостью адаптации растений к осмотическому, токсическому и окислительно-воздействующему воздействию [9]. Замедленный обмен веществ галофитов в сравнении с гликофитами, позволяет растениям выживать в условиях засоления почвы, так как освобождает множество ресурсов (структурных блоков и энергии), необходимых для реализации защитной программы [10]. Экологическая оценка галофитов, особенности их физиолого-биохимических признаков при развитии на различных почвенных субстратах, отбор ценных кормовых, пищевых, лекарственных, масличных видов является актуальной задачей в условиях продолжающейся аридизации климата и антропогенной деградации земель [11]. Хотя галофильных культурных растений нет, идет целенаправленный поиск использования нетрадиционных путей ведения с/хозяйства с участием галофитной растительности [5, 12]. Засоленные почвы на территории России составляют порядка 53 997 тыс. га (3,3% почвенного покрова страны или 5,0% площади равнинных территорий), а в южных регионах достигают 30–40% от площади с/хозяйственных угодий [13]. Приведенные факты свидетельствуют о необходимости последовательного изучения жизнедеятельности галофитов, особенно в естественной среде, выявления важнейших характеристик, обеспечивающих успешность произрастания на засоленных территориях и хозяйственно-полезные свойства.

Цель работы – исследовать влияние условий произрастания (эдафические, климатические, биотические факторы) на физиолого-биохимические характеристики *Salicornia perennans*. В задачу работы входило также показать потенциальную возможность использования видов рода *Salicornia* (на примере *S. perennans*) в качестве масличной и/или энергонасыщенной культуры.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объект исследования – *Salicornia perennans* Willd. относится к сем. *Chenopodiaceae*. Растительный материал отбирали во второй декаде сентября 2013 и 2014 г., т.е. в конце вегетационного периода, когда однолетние растения полностью завершают свой рост и образуют семена. Станции отбора проб расположены на левобережной части Среднего и Нижнего Поволжья в Самарской, Саратовской, Волгоградской и Астраханской областях. Координаты станций отбора проб, нормы среднемесячных температур в период вегетации представлены в табл. 1.

В пределах одного фитоценоза размер закладываемой площадки для отбора проб растений и почвы составлял 10–15 м<sup>2</sup>. Следует уточнить, что у *S. perennans* также как и у других видов рода редуцированные листья и стебель выпол-

няют функцию листьев. Растения *S. perennans* всегда прямостоячие, с членистыми, супротивными, голыми ветвями, осенью красного цвета и с семенами. Для биохимических анализов использовалась средняя часть таких «листьев» из 15–20 типичных растений, исключая самые мелкие и самые крупные экземпляры, произрастающие на площадке. Из объединенной биомассы листьев составляли три-пять независимых биологических проб (2–4 г сырой массы), которые потом и использовались для биохимических анализов. Экстракцию и анализ липидов в растительном материале проводили методами, описанными ранее [14]. Водорастворимый белок (ВБ) анализировали по методу Брэдфорд [15]. Суммарное содержание липидов рассчитывали как сумму проанализированных отдельно нейтральных липидов (НЛ), глико- (ГЛ) и фосфолипидов (ФЛ). Оводненность тканей рассчитывали после определения сырого и сухого веса как отношение содержания воды к сухому весу, в %. Для определения массы корней, стеблей и листьев отбирали 10–20 экземпляров растений типичных для выбранного фитоценоза.

Галофитные растительные сообщества исследовались в рамках системы классификации Браун–Бланке.

Агрохимический анализ почвы осуществлен в ФГБУ «Станция Агрохимической службы «Самарская», г. Самара.

Данные в таблицах и рисунках представлены как средние арифметические со стандартной ошибкой. Для выявления зависимостей использовали расчет коэффициента корреляции Спирмена. Все статистические расчеты выполнены с использованием программ Statistica 6.0 for Windows и Microsoft Excel 2007.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе отмечено, что растительные сообщества с участием *S. perennans* могут произрастать как на увлажненных береговых полосах различных соленых водоемов, так и на недавно освобожденных участках после отступления соленой воды, часто на периодически затапливаемых засоленных территориях [16]. Встречается *S. perennans* и в сильнозасоленных понижениях рельефа, но обязательно с высоким уровнем влажности почвы.

В наших исследованиях все выбранные экспериментальные площадки относятся к береговому участку озер Б. Морец (№2), Булухта (№3), Эльтон (№4), Баскунчак (№5). Участок близ села Августовка (№1) представляет собой солончак, образовавшийся из-за близкого залегания грунтовых вод к поверхности.

Анализ почвы показал, что степень ее засоления высокая и составляет – 2–8 % от сухой

**Таблица 1.** Место и координаты станций отбора проб растений и почвы, нормы средней месячной температуры за период вегетации (данные Гидрометцентра России)

№ станции	Координаты	Нормы средней месячной температуры, t (°C)					
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
1	52°15' с.ш., 50°42' в.д.	6,4	14,9	18,5	20,6	18,6	12,9
2	51°28' с.ш., 50°01' в.д.	7,4	15,4	19,4	21,4	19,6	13,7
3	49°22' с.ш., 46°06' в.д.	9,6	17,0	21,1	23,5	22,0	16,1
4	49°07' с.ш., 46°50' в.д.	9,6	17,0	21,1	23,5	22,0	16,1
5	48°12' с.ш., 46°49' в.д.	11,1	18,3	22,8	25,2	23,3	17,4

Примечание: №1 – Село Августовка Самарской обл., солончаки, №2 – Оз. Большой Морец, рядом с п. Солянка Саратовской обл., №3 – Оз. Булухта Волгоградской обл., №4 – Оз. Эльтон, устье реки Б. Сморогда, Волгоградская обл., №5 – Оз. Баскунчак, рядом с с. Малый баскунчак, Астраханская обл.

массы (табл. 2) [13]. На станциях №3 и 5 уровень засоления был выше в сравнении с другими участками. Наиболее засоленные участки исследуемой территории, где произрастали растения, отличались и наибольшей увлажненностью почвы – 19–38 %. рН исследованных почв был 7,6–8,2 – щелочной. По содержанию основных макроэлементов выделялась станция №1, где было отмечено самое высокое содержание N, P и K в почве. Отношение C/N, характеризует обеспечение азотом гумуса. Эта величина составляла 11,6 и 13,6 на станциях №1 и №2, соответственно, несмотря на то, что на последней содержание азота было существенно ниже. На

остальных участках отношение C/N было в два и более раз выше, что свидетельствует об обедненности почв азотом.

Ценоотическое окружение исследуемых мест произрастания *S. perennans* варьировало, хотя практически повсеместно он является на засоленных и увлажненных участках почвы доминирующим видом. Средняя высота трав составляла 25–45 см. Проективное покрытие *S. perennans* составляло 15–65 %, при общем проективном покрытии трав 25–65% (табл. 3).

Наиболее крупные по содержанию сух. массы растения, включая корень, стебель и лист встречались на станции №4 (в районе оз. Эль-

**Таблица 2.** Некоторые физико-химические характеристики почвы на станциях отбора проб

№ станции	Почвенные характеристики			Содержание некоторых макроэлементов					
	Влажность, %	Соленость, % (сух. остаток)	рН	N, %	C, %	H, %	C/N	P, %	K, %
1	19,00	3,00	7,60	0,53	6,15	1,53	11,60	0,0089	0,07
2	4,40	1,60	8,20	0,07	0,95	0,17	13,57	0,0023	0,03
3	29,40	5,90	7,90	0,04	1,68	1,80	42,00	0,0005	0,02
4	23,80	1,60	8,00	0,05	1,28	0,40	25,60	0,003	0,03
5	37,90	7,90	8,10	0,08	2,47	1,57	30,87	0,0006	0,04

**Таблица 3.** Характеристики сообществ в местах отбора проб. Проективное покрытие видов, %

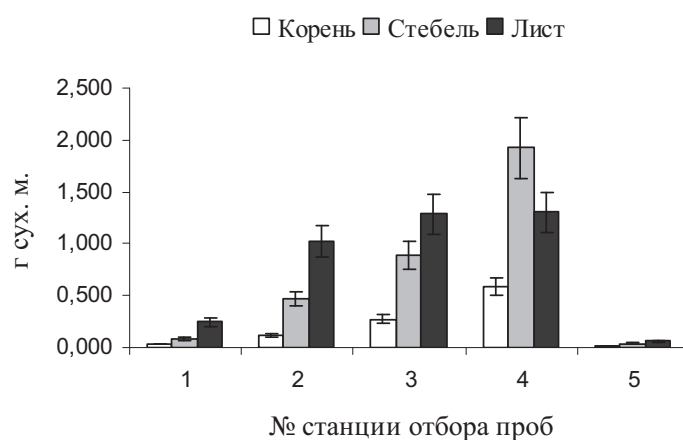
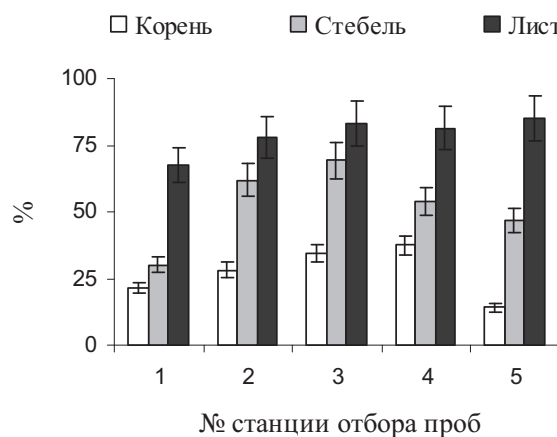
№ станции	1	2	3	4	5
Размер площадки, м <sup>2</sup>	15	15	12	10	10
Общ. проект. покр., %	61	25	36	65	32
Средн. выс. трав, см	45	25	35	45	35
<i>Salicornia perennans</i>	55	20	35	65	15
<i>Suaeda salsa</i>		5	1		1
<i>Puccinellia distans</i>			+		3
<i>Limonium caspium</i>					3
<i>Tamarix ramosissima</i>					5
<i>Phragmites australis</i>				+	5

Примечание: Встречались в одном геоботаническом описании: 1 *Artemisia pauciflora*, *Suaeda acuminata* (+); *Limonium gmelinii*, *Petrosimonia triandra*, *Puccinellia gigantea* (1); *Halimione verrucifera* (3)

тон) – в среднем 3,8 г. сух. м., а наиболее мелкие – на ст. №1 и 5 – 0,2 и 0,4 г. сух. м., соответственно (рис. 1).

Как показали наши результаты содержание

влаги в исследуемых растениях различалось в зависимости от места произрастания и составляла от 14 до 90 % (рис. 2). Последнее значение, как правило, характерно для суккулентных эуга-

**Рис. 1.** Содержание сух. м. в органах *S. perennans***Рис. 2.** Оводненность органов *S. perennans*

лофитов, т.к. благодаря запасу жидкости происходит разбавление солей внутри растительного организма [17].

Наименее оводненные корни отмечены у растений станции №5 (14%), а наименее оводненные листья – у растений на станции №1 (68%).

Для того, чтобы проверить существует ли связь между семенной продуктивностью растений и их фитомассой были измерены 10 типичных растений на станции №4, где встречались наиболее крупные представители вида *S. perennans*. Масса растений варьировала от 10 до 75 г., а содержание семян – от 700 до 4600 шт на одно растение (рис. 3). Для растений с массой 10–30 г. количество семян составляло 700–1600 шт, а для растений с массой 45–75 г. – 1400–4600 шт. В целом установлено, что, чем крупнее было растение, тем большее количество семян оно содержало.

Далее была проанализирована фитомасса листьев с семенами с разных станций отбора проб на компонентный состав липидов и белков, которые характеризуют признаки масличности и энергонасыщенности культуры.

Метаболизм азотсодержащих соединений, в первую очередь белков, играет важную роль в общем обмене веществ и в значительной мере определяет продуктивность растений. От уровня синтеза белка в клетке зависит интенсивность роста вегетативных органов [18]. Содержание водорастворимой фракции белка, которое обыч-

но составляет более 50% от общего содержания белка, в надземной части *S. perennans* равнялось 0,5–0,7 мг/г сыр. м. в зависимости от места произрастания.

Анализ липидов надземной части растений показал, что содержание ГЛ, основных мембранных липидов хлоропластов, составило 0,4–1,0, ФЛ, которые составляют основу внешних мембран клеток и их органелл, – 0,5–1,8, НЛ, несущих в основном запасную и энергетическую функцию – 0,8–2,0 мг/г сыр. м. (рис. 4). Наибольшее количество структурных компонентов мембран – ГЛ и ФЛ отмечено на станции № 2, энергетических НЛ – на станции № 1.

В составе липидов было идентифицировано 18 компонентов: структурные мембранные липиды – Мгдг, Дгдг, Схдг, Фх, Фэ, Фг, Ст; запасные липиды – Таг, Даг, Вск, Эф, Уг, Сп; минорные компоненты и продукты метаболизма липидов – Фи, Фс, Дфг, Кис, Фк.

Анализ состава липидов показал высокое относительное содержание Дгдг (42–47%) по сравнению с Мгдг (28–34%), что вероятно объясняется тем, что растения пребывали в фазе плодоношения в конце вегетационного периода, так как в зеленой массе молодых растений, как правило, преобладает Мгдг (табл. 4). Состав ФЛ отличался высоким относительным содержанием обычно минорного Фи – 12–19%, однако наибольшее количество отмечено для Фх – 50–61% и Фэ – 14–21%.

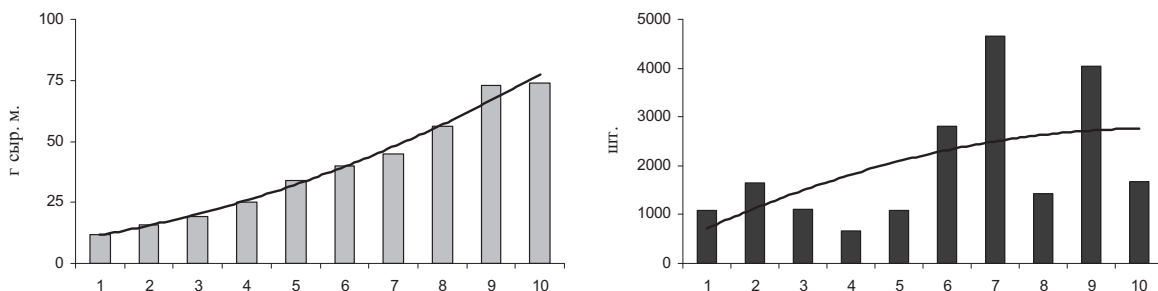


Рис. 3. Масса 10 типичных растений *S. perennans*, г сыр.м. (слева) и число их семян, шт. (справа). Станция № 4

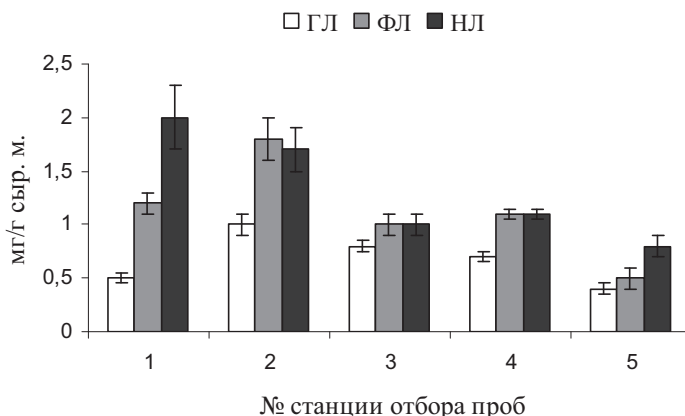


Рис. 4. Содержание ГЛ, ФЛ, НЛ в листьях *S. perennans*

Таблица 4. Состав липидов листьев *S. perennans*, % от суммы ГЛ, ФЛ и НЛ

Липиды	№ станции отбора проб				
	1	2	3	4	5
Мгдг	28,5	34,0	32,3	28,7	27,0
Дгдг	46,5	45,5	42,5	46,8	46,0
Схдг	25,0	20,5	25,2	24,5	27,0
Фх	50,2	50,4	55,3	58,4	61,1
Фэ	21,2	20,1	17,1	14,3	16,7
Фг	9,9	13,3	12,5	13,2	9,1
Фк	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Фи	18,7	16,1	15,2	12,1	11,6
Дфг	Сл.	0,1	Сл.	Сл.	Сл.
Фс	Сл.	Сл.	Сл.	2,0	1,6
Ув	4,9	14,7	13,3	10,4	20,4
Эф	6,8	7,1	8,7	3,9	14,6
Вск	0,4	1,1	2,2	1,4	1,8
Таг	47,0	29,1	24,4	36,8	16,4
Неизвестные	10,4	6,0	7,9	11,1	4,9
Кис	10,4	10,5	8,6	5,9	9,7
Сп	9,5	14,7	16,7	15,3	14,6
Ст	7,8	11,3	13,9	10,2	12,3
Даг	2,8	5,5	4,3	5,0	5,3

Примечание: среднее квадратичное отклонение составляет не более 10 %. Сл. – следовое количество

Одной из важнейших функций НЛ является запасание энергии. Эту роль выполняют Таг, которые служат формой хранения углерода и представляют собой важные вместилища питательных веществ. Эпидермис листьев, как правило, покрыт Вск, слой которых защищает их от потери влаги, механических и химических повреждений, патогенов и пр. Стерины способствуют стабилизации мембран, влияя на их текучесть и даже способны защищать зеленые части растений от перегрева. Было установлено, что содержание Таг и Вск взаимосвязано с содержанием в почве Р ( $r=0,90$ ,  $p=0,04$  и  $r=-0,88$ ,  $p=0,04$ ), а содержание Ст взаимосвязано с отношением C/N в почве ( $r=0,87$ ,  $p=0,04$ ).

В составе ЖК были идентифицированы пальмитиновая (18–24%), стеариновая (2–3%), олеиновая (7–14%), линолевая (31–42%) и линоленовая (17–22%) кислоты (рис. 5). Как видно подавляющее количество ЖК составляют ненасыщенные кислоты, среди которых доминирует линолевая кислота. Как известно, именно данная ЖК содержится в семенах и маслах подсолнечника, льна, кукурузы, сои, облепихи и др. [19, 20].

Исследование растений *S. perennans*, произрастающих на пяти независимых площадках, показало, что в целом данный вид образует монодоминантные ценозы на солончаках или своеобразные пояса по берегам соленых озер, сменяющиеся в направлении градиента увлаж-

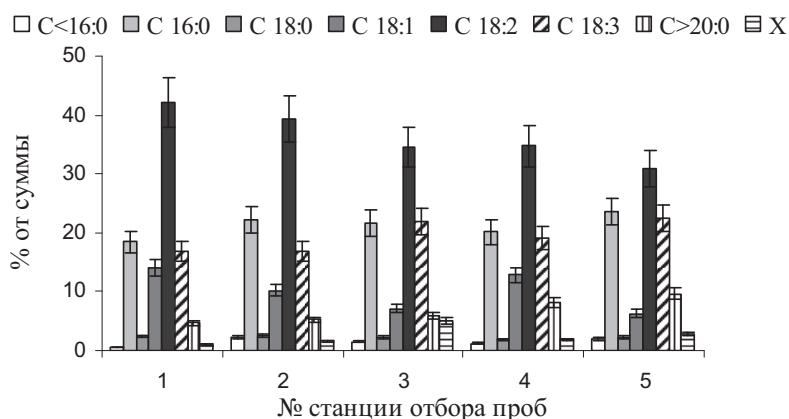


Рис. 5. Состав ЖК в листьях *S. perennans*. X – неизвестные ЖК

нения и засоления. Растения имели суккулентный облик, который непосредственно связан с оводненностью органов, в частности листьев. Было установлено, что оводненность листьев связана с отношением главных макроэлементов в почве – С/Н ( $r=0,90$ ;  $p=0,04$ ), и, в основном, *S. perennans* произрастает на влажных почвах относительно бедных азотом. Следует подчеркнуть, что оводненность листа не была связана с накоплением ни сухой, ни сырой массы растений, но, что интересно, возрастала в направлении расположения выбранных станций от севера к югу – от 68 до 85%.

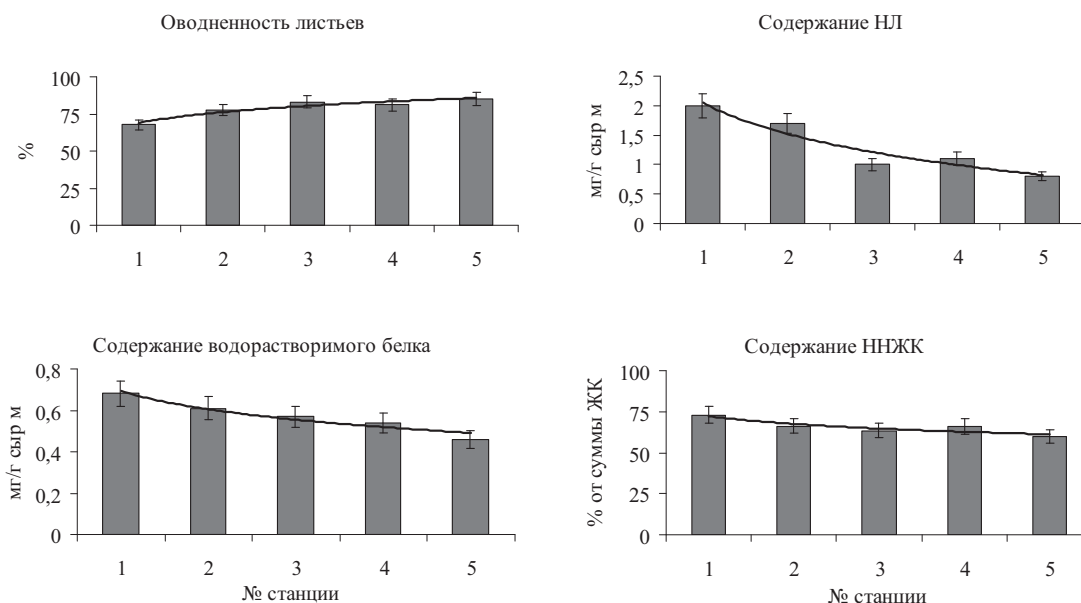
Как известно, наличие или недостаток оводненности органов достаточно сильно сказывается на биохимических параметрах, в частности на процессах синтеза и распада биополимеров, таких как липиды и белки, которые и составляют биохимическую основу масличных и энергонасыщенных культур. Очень тесно оводненность листьев коррелировала с относительным содержанием линоленовой кислоты ( $r=0,97$ ,  $p=0,01$ ) и длинноцепочечных ЖК ( $r=0,90$ ,  $p=0,04$ ), отношением ГЛ/ФЛ ( $r=0,97$ ,  $p=0,04$ ) в листьях. Однако оводненность имела отрицательную взаимосвязь с содержанием ФЛ ( $r= -0,89$ ,  $p=0,04$ ), НЛ ( $r= -0,88$ ,  $p=0,04$ ) и с относительным содержанием олеиновой ЖК ( $r= -0,90$ ,  $p=0,04$ ).

Установлено также, что на общее содержание ФЛ отрицательно влияло повышение концентрации в почве соли ( $r= -0,82$ ,  $p=0,05$ ), а на содержание НЛ – почвенной влаги ( $r= -0,89$ ,  $p=0,04$ ). Отношение ГЛ/ФЛ имело положительную зависимость с отношением С/Н в почве ( $r=0,91$ ,  $p=0,04$ ). Следовательно, содержание воды в листьях растений оказывало существенное влияние на структурную организацию клетки, в

частности на состояние мембранного аппарата, а также на содержание запасных компаундов.

Есть большая вероятность того, что возрастание оводненности (на 17%) связано с постепенным усилением аридности климата (табл. 1). Так, разница среднемесячных температур между станциями № 1–5 за период Апрель–Сентябрь составляла 3–5°C. Экологическое значение суккулентности галофитов заключается в запасании влаги, разбавлении солей внутри растительного организма [17], что с увеличением температуры становится более необходимым. Интересно отметить географическую закономерность с увеличением аридности климата (станции №1→№5) не только в изменении оводненности, но также в содержании основных биохимических компонентов, играющих решающую роль в метаболизме растений и представляющих ресурсную ценность для человека (рис. 6). Так, содержания СЛ в надземной части *S. perennans* увеличивалось в 1,4 раза по мере увеличения среднемесячной температуры воздуха и роста оводненности листьев. В то же время содержание суммы ненасыщенных жирных кислот и относительный вклад линолевой ЖК, концентрация ВБ и НЛ снижались в 1,2–2,0 раза. В изменении мембранного аппарата отмечено возрастание доли липидов, ответственных за структуру непластидных мембран (увеличение отношения ГЛ/ФЛ в 2 раза) и липидов, поддерживающих бислойную структуру мембран (увеличение отношения ФХ/ФЭ в 1,5 раза).

Таким образом, *S. perennans* с учетом глобальных тенденций изменения климата является не только перспективной масляничной и энергонасыщенной культурой, но и в зависимости от географического положения и воздей-



**Рис. 6.** Закономерность изменения некоторых основных физиолого-биохимических характеристик надземной части *S. perennans*, связанная с ростом среднемесячных температур за вегетационный период и увеличением аридности климата (станции №1→№5 или Север→Юг)

ствия локальных факторов среды, его ценопопуляции могут существенно (в 1,5–2 и более раз) отличаться по биомассе, содержанию липидов и соотношению их компонентов. Полученные данные могут стать основой для разработки технологий выращивания однолетних галофитов в качестве масляничных и энергонасыщенных культур в Южных регионах нашей страны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Global biodiversity information facility. Free and Open Access to Biodiversity Data. <http://www.gbif.org> (дата обращения 14.09.2017).
2. Раменский Л.Г. Избранные работы. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. 334 с.
3. Grime J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory // *Am. Nat.* 1977. V. 111. P. 1169–1194.
4. Шамсутдинова Э.З., Старшинова О.А., Шамсутдинов З.Ш. Галофитное растениеводство: концепция, опыт, перспективы // *Достижения науки и техники АПК.* 2013. № 11. С. 36–39.
5. Nameed A., Khan M.A. Halophytes: Biology and Economic Potentials // *Karachi University Journal of Science.* 2011.V. 39. P. 40–44.
6. Qasim M., Gulzar S., Shinwari Z.K., Khan M.A. Traditional ethno-botanical uses of halophytes from Hub, Balochistan // *Pak. J. Bot.* 2010. V. 42. P. 1543–1551.
7. Чибрик Т.С., Глазырина М.А. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель: Учеб. пособие. Екатеринбург: УрГУ, 2008. 193 с.
8. Реджепбаев К. Опыт выращивания галофитов на засоленных землях. Ашхабад, 2009. 44 с.
9. Lokhande V.H., Suprasanna P. Prospects of Halophytes in Understanding and Managing Abiotic Stress Tolerance. In: P. Ahmad and M.N.V. Prasad (eds.), *Environmental Adaptations and Stress Tolerance of Plants in the Era of Climate Change.* 2012. Springer Science+Business Media, LLC. P. 29–57.
10. Шихмурадов А.З. Биоресурсный потенциал и эколого-генетические аспекты устойчивости представителей рода *Triticum* L. к солевому стрессу. Дисс. д.б.н. Дербент, 2014. 275 с.
11. Оценочный доклад об изменении климата... Том. 1 Изменение климата. М.: Росгидромет, 2008. 227 с.
12. Шамсутдинов З.Ш., Савченко И.В., Шамсутдинов Н.З. Галофиты России, их экологическая оценка и использование. М.: ООО Эдель-М, 2001. 399 с.
13. Шишов Л.Л., Панкова Е.И. Засоленные почвы России. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. 854 с.
14. Rozentsvet O.A., Nesterov V.N., Bogdanova E.S. Membrane-forming lipids of wild halophytes growing under the conditions of Prieltonie of South Russia // *Phytochemistry.* 2014. V. 105. P. 37–42.
15. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // *Anal. Biochem.* 1976.V. 72. P. 248–254.
16. Рухленко И.А. Разнообразие высших синтаксонов внутриконтинентальной растительности сильно засоленных почв юга России и сопредельных территорий в рамках устойчивого развития и сохранения биоразнообразия // *Поволжский экологический журнал.* 2014. № 1. С. 31–37.
17. Ogburn R.M., Edwards E.J. The Ecological Water-Use Strategies of Succulent Plants // *Advances in Botanical Research / Eds. Kader J.-C., Delseny M.* Netherlands: Elsevier, 2010. P. 180–215.
18. Орлова Н.В., Кусакина М.Г., Сучкова Н.В. Зависимость содержания водорастворимых белков в органах галофитов от уровня засоления почвы // *Вестн. Перм. ун-та.* 2007. Вып. 5 (10). С. 31–34.
19. Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Дычко К.А., Куряева Т.Т. Состав жирных кислот и стероидов растительных масел // *Химия растительного сырья.* 2006. № 3. С. 27–31.
20. Кучеренко Л.А., Петибская В.С., Ефименко С.Г., Савельев А.А. Содержание и качество масла в семенах сортообразцов сои различного происхождения // *Масличные культуры.* 2008. Вып. 1. (138). С. 1–6.

#### ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL FEATURES AND PROSPECTS OF USING OF *SALICORNIA PERENNANS* AS OIL AND ENERGY-SORTED CROPS

© 2017 V.N. Nesterov, O.A. Rozentsvet

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

The influence of growth conditions (soil, climatic, biotic factors) on physiological and biochemical characteristics of plants of *Salicornia perennans*, native to Middle Volga and the Lower Volga basin. It was found that this species forms monodominant cenoses on saline soils, the peculiar zone on the shores of the salt lakes, changing in the direction of the gradient of moisture and salinity. Plants were succulent appearance. It was found that the increase in water content of plant leaves (17%), due to the gradual strengthening of climate aridity and strong enough impact on the processes of synthesis and disintegration of biopolymers, such as proteins and lipids. It demonstrated the potential use of species of the genus *Salicornia* (on example of *S. perennans*) as oilseed and/or energy saturated culture.

**Keywords:** saline soils, climate aridization, *Salicornia perennans*, aboveground and underground biomass, lipids, proteins, abiotic factors of the environment.

Viktor Nesterov, Candidate of Biology, Research Fellow at the Laboratory of Ecological Biochemistry.

E-mail: nesvik1@mail.ru

Olga Rozentsvet, Doctor of Biology, Chief Research Fellow at the Laboratory of Ecological Biochemistry.

E-mail: rozentsvet@mail.ru