

УДК 581.1

К ИЗУЧЕНИЮ ЛИПИДНОГО СОСТАВА ДИКОРАСТУЩИХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *ARTEMISIA*

© 2017 С.Н. Зубова

Самарский национальный исследовательский университет
им. С.П. Королева, г. Самара

Поступила 25.03.2017

В статье рассматривается проблема адаптации растений к абиотическим факторам окружающей среды. Установлены физиолого-биохимические способы адаптации посредством изменения состава и структуры клеточных мембран. Выявлен качественный и количественный состав липидов трех представителей высших растений, произрастающих на засоленных почвах при высокой степени засушливости. Были идентифицированы три класса липидов.: гликолипиды, фосфолипиды, нейтральные липиды. Установлен вклад нейтральных липидов в адаптивную реакцию растений. Признаком деградации мембран является снижение уровня гликолипидов.

Ключевые слова: *адаптация, галофиты, липиды, клеточные мембраны.*

Zubova S.N. *To study lipid composition of wild-growing representatives of the genus artemisia*—The problem of plants adaptation to abiotic environmental factors was considered in this article. Physiological and biochemical methods of adaptation by changing the composition and structure of cell membranes was established. Qualitative and quantitative composition of the lipids of three representatives of the higher plants growing in saline soils with a high degree of aridity were identified. Three classes of lipids were identified: glycolipids, phospholipids, neutral lipids. A contribution of neutral lipids in the adaptive response of plants was established. The reduce of glycolipids level is a sign of the membranes degradation.

Keywords: adaptation, halophytes, lipids, cell membranes.

Ареалы распространения дикорастущих видов травянистых растений постоянно изменяются и подвергаются влиянию со стороны хозяйственной деятельности человека и естественных воздействий. Одним из факторов, который ограничивает рост и продуктивность растений, является засоление почв. Площадь засоленных почв в России составляет 36 млн га (18 % общей площади орошаемых земель). Засоление почв ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ. Исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения галофиты. Уменьшается генофонд наземных популяций в связи с ухудшением условий жизни организмов, усиливаются миграционные процессы (География России, интернет источник).

В процессе эволюции у растений выработались различные стратегии адаптации к стрессовым условиям: анатомо-морфологических изменения, физиолого-биохимические. Галофиты – экологически, физиологически и биохимически специализированные растения, которые способны нормально функционировать в засоленной среде (Орлова и др., 2007; Bay, Mishra, Jupta, 1992). Считается, что липиды клеточных мембран играют ключевую роль в процессах адаптации раститель-

ных организмов. Они являются основными структурными компонентами биомембран, выполняют регуляторные функции в клетках: участие в мембранном транспорте, в передаче информации в клетке, функционировании ДНК, влияют на активность мембранносвязанных компонентов. Нормальное функционирование тилакоидных мембран хлоропластов и как следствие фотосинтетическая активность тесно связаны с липид-белковыми комплексами. (Бурлакова, 1981; Розенцвет и др. 2000).

В связи с тем, что дикорастущие травянистые растения часто используют в фармакологии для выделения БАВ, эфирных масел, применяют в качестве индикатора природных экосистем, их изучение представляет практическое значение. Важное значение растения рода *Artemisia* имеют в сельскохозяйственной деятельности, как пастбищный корм. Со стороны ученых существует интерес в выявлении состава эфирных масел в зависимости от экологических факторов, где раскрываются аллелопатические явления в фитоценозах (Великородов и др. 2011).

Таким образом, цель нашего исследования заключалась в изучении липидного состава представителей рода *Artemisia*, произрастающих в условиях экстремальной засоленности почв.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были выбраны 3 вида полыней: *A. dracunculoides* L., *A. taurica* Willd., *A. marschalliana* Spreng. Это многолетние растения с многочисленными однолетними побегами, распространенные в Сибири, Европейской части России (преимущественно в южных районах), на Дальнем Востоке (Атлас флоры России)

Местом сбора материала была территория оз. Эльтон в Палласовском районе Волгоградской области. Данная местность является уникальной по природным условиям (Лысенко, Митрошенкова, 2010). Это соленое самосадочное озеро, с долинами впадающих рек, климат отличает резкая атмосферная засушливость и безводность, по типу почв преобладают солонцы и солончаки. Поэтому бассейн оз. Эльтон стал местом произрастания редких галотолерантных и галофильных видов (Nesterov, Bogdanova, Rozentsvet, 2016)

Растительный материал (листья) отбирали в первой половине дня в середине июня 2016 г. Пробы для анализа мезоструктуры листа фиксировали в этиловом спирте (70%), для анализа липидов – замораживали в жидком азоте. После фиксации кипящим изопропиловым спиртом липиды экстрагировали методом Блайя и Дайера (Bligh and Dyer, 1959). Полученные липидные экстракты разделяли методом двумерной тонкослойной хроматографии на основные классы нейтральных, глико- и фосфолипидов (НЛ, ГЛ, ФЛ) (Кейтс, 1975). Для количественного определения ФЛ использовали метод Васьковского (Vaskovsky et al., 1975), НЛ и ГЛ определяли на денситометре Sorbfil (Россия).

Для оценки достоверности различий между разными видами использовали критерии Стьюдента при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 представлены данные по содержанию липидов в фотосинтезирующих органах изученных нами растений. Очевидно, что основной вклад в сумму липидов во всех трех образцах вносят нейтральные липиды (НЛ) (рис. 1).

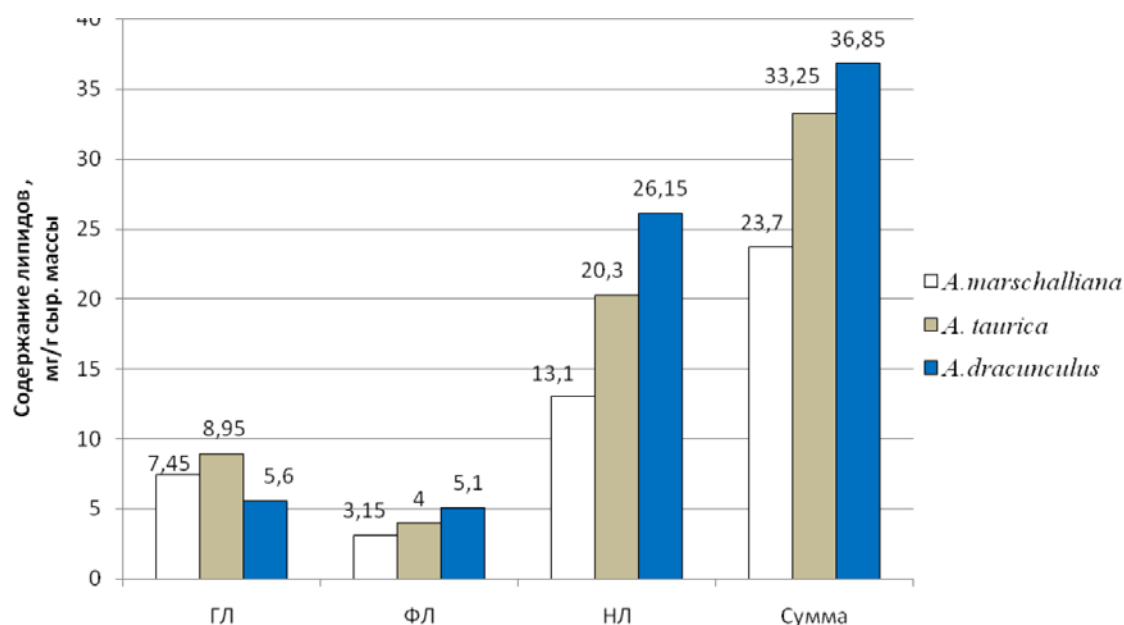


Рис. 1. Содержание липидов в фотосинтезирующих органах трех видов растений

В состав изученных липидов входили эфиры, воска, триацилглицерол (ТАГ), свободные жирные кислоты (СЖК), спирты (Сп), стерины (Ст), диацилглицерол (ДАГ)(табл. 1).

Таблица 1. Состав липидов растений рода *Artemisia*, мг/г массы сырого сырья (% от суммы липидов ± ст. откл.)

Липиды	Виды растений		
	<i>A. dracunculus</i> L.	<i>A. taurica</i> Willd	<i>A. marschalliana</i> -Spreng
Гликолипиды			
МГДГ	1,6 (45,0 ±5,4)	0,7 (27,4 ±0,7)	5,25 (45,6±4,5)
ДГДГ	1,5 (39,2±2,8)	1,2 (49,1 ±1,3)	2,8 (39,3±6,9)
СХДГ	0,6 (16,0±2,6)	0,6 (23,6 ±0,6)	1,2 (15,3±2,3)
Фосфолипиды			
ФХ	1,5 (21,4±5,1)	0,65 (29,0±3,3)	0,7 (12,0±4,9)
ФЭ	0,6 (8,3±4,0)	0,7 (3,0±0,1)	0,06 (0,4±0,1)
ФГ	1,4 (19,7±1,6)	0,35 (15,5±1,3)	1,03 (16,8±7,4)
ФИ	0,9 (13,2±0)	0,5 (22,1±0,6)	0,7 (11,4±0,2)
К	2,85(37,1±11,2)	0,6 (27,6±1,6)	3,8 (58,4±11,8)
ДФГ	0,05 (0,7±0)	0,065(2,9±0,0)	0,13 (2,1±0,7)
Нейтральные липиды			
УВ	-	1,25 (10,8±2,3)	-
Э	2,8 (16,2±0,6)	2,65 (22,4±0,7)	3,6 (38,4 ±2,9)
В	0,65 (3,8±0,8)	1,0 (8,5±0,1)	0,85 (9,0±0,1)
ТАГ	1,0 (6,1±0,9)	1,4 (12,0±0,6)	1,05 (10,9±0,8)
СЖК	1,9 (10,9±0,1)	0,3 (2,5±0,8)	1,05 (11,0±0,6)
?	8,55 (49,0±2,5)	0,3 (2,5±0,8)	-
СП	-	-	0,65 (2,8±4,0)
СТ	1,05 (6,0±0,7)	0,55 (6,1±0,8)	0,82 (8,8±0,2)
ДАГ	1,4 (8,1±0,7)	4,0 (34,5±0,2)	1,8 (19,3±2,1)

В небольшом количестве у *A. taurica* были обнаружены углеводороды (УВ). Высокое содержание эфиров отмечено у всех исследуемых образцов, ДАГ у *A. taurica*, *A. marschalliana*. В своем липидном составе среди нейтральной группы *A. dracunculus* имеет неизвестный компонент в большом количестве (49% от суммы НЛ). Воска и УВ образуют наружный кутикулярный слой и защищают растения от больших потерь влаги. Увеличение их синтеза имеет адаптивную реакцию растений к условиям среды (Бычек, 1995). Такая тенденция характерна для галофитов, произрастающих в условиях почвенного засоления (Розенцвет, 2013). Среди НЛ особое место занимают стеринны. Этому классу соединений отводится определяющая роль в организации и функционировании мембраны. Они являются компонентами мембранных кластеров-рафтов, в пределах которых молекулы упакованы плотнее, чем в окружающей мембране. Причем, рафты присутствуют как в наружном, так и внутреннем монослое мембраны. Рафты определяются как динамичные нанометровые, обогащенные стеролом, сфинголипидами упорядоченные скопления (Петров, Зефилов, 2013).

В растениях стеринны содержатся в тех органах, которые интенсивно функционируют и содержат большое количество делящихся клеток. Их содержание зависит от времени года, условий произрастания и других факторов. Отмечено, что максимальное количество их наблюдается в период покоя, во время наиболее низких температур. Свободные стеринны, как биологические предшественники эфиров стериннов, постоянно переходят в связанную форму (Девятловская, 2014) Производные стериннов – эфиры фиксировано в пуле НЛ занимают второе место. Их содержание 2,8 мг/г сырой массы (16,2 %) у *A. dracunculus*, 2,65 мг/г сырой массы и 3,6 мг/г сырой массы (38,4%) у *A. taurica* и у *A. marschalliana* соответственно.

К фосфолипидам (ФЛ) относят липиды внешних мембран клеток и их оргanelл, они ответственны за формирование плазмалеммы и тонопласта. Во фракции были идентифицированы следующие ФЛ: фосфатилихолин (ФХ), фосфатидилэтаниламин (ФЭ), фосфатидилинозит (ФИ), фосфатидилглицерин (ФГ) и фосфатидная кислота (ФК), дифосфатидилглицерина (ДФГ), отсутствует ФС (фосфатидилсерин). Ранее в работах (Рзенцвет, Макурина, 2007) был сделан вывод, что ФХ является наименее варибельным компонентом водных растений и наиболее устойчивым компонентом мембран. В нашем случае его динамика также варьировала в узком диапазоне от 0,7 до 1, 5 мг/г сырой массы. Установлено, что уменьшение соотношения ФХ/ФЭ приводит к снижению структурированности и усилению проницаемости мембран, как следствие активизируется работа рецепторов ионных каналов. (Болдырев, 2001). Этот показатель имел значение от 2,6 до 11,6. Количество минорных компонентов (ФИ, ДФГ, ФК) варьирует в зависимости от времени года, периода вегетации. ФК выполняет в растительных клетках сигнальную функцию и ее концентрация должна быть в небольшом количестве (Тарасова, 2009). Несмотря на это в опытных образцах растений зафиксировано лидирующее содержание этого соединения среди ФЛ (27-58% от суммы ФЛ).

Гликолипидные фракции содержали 3 основных липида, характерных для высших растений: моногалактозилдиацилглицерол МГДГ, дигалактозилдиацилглицерол (ДГДГ), сульфохиновозилдиацилглицерин (СХДГ). Вклад СХДГ, обладающего каталитической функцией, в сумму ГЛ был небольшим (0,6-1,2 мг/г сырой массы). У двух представителей рода *Artemisia* (*A. dracunculus* и у *A. marschalliana*) преобладал моногалактозилдиацилглицерин (МГДГ) 45% и 45,6% соответственно, у *A. taurica* - дигалактозилдиацилглицерин ДГДГ (49%). Установлено, что ГЛ играют

основную роль при встраивании светособирающих компонентов фотосистем I и II в структуру мембран тилакоидов Их колебание в сторону снижения может свидетельствовать о деградации хлоропластных мембран (Бычек, 1995).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас флоры России. Интернет источник: <http://www-sbras.nsc.ru/win/elbib/atlas/flora/1850.html>. – **Болдырев А.А.** Матриксная функция биологических мембран // Соросовский образовательный журнал. 2001 №7 С. 2-8. – **Бурлакова Е.Б.** Роль липидов в процессе передачи информации в клетке // Биохимия липидов и их роль в обмене веществ. М.: Наука, 1981. С. 28-34. – **Бычек И.А.** Влияние температурных особенностей и уровня освещенности в среде обитания на состав липидов лишайников и бриофитов: Автореф. дис. к.б.н. Санкт-Петербург, 1995. 22 с.

Великородов А. В., Морозова Л. В., Пилипенко В. Н., Ковалев В. Б. Химический состав эфирного масла четырех эндемичных видов полыни Астраханской области: *Artemisia lerchiana*, *Artemisia santonica*, *Artemisia arenaria* и *Artemisia austriaca* // Химия растительного сырья. 2011. №4. С. 115-120.

География России. Интернет источник: <https://geographyofrussia.com/zasolenie-i-osoloncevanie-pochv/>

Девятловская А.Н., Журавлева Л.Н., Алашкевич Ю.Д. Изучение содержания фитостероидов в анатомических частях Боярышника кроваво-красного // Химия растительного сырья. 2014. №2. С. 195-198.

Кейтс М. Техника липидологии. М: Мир, 1975. 322 с.

Лысенко Т.М., Митрошенкова А. Е., Шарпило Н.И., Круглов А.А. Материалы к флоре Приэльтонья // Фиторазнообразии Восточной Европы. 2010. №8. С. 97-107 .

Орлова Н.В., Кусакина М.Г., Сучкова Н.В. Зависимость содержания водорастворимых белков в органах галофитов от уровня засоления почвы // Вестник Пермского университета. 2007. Вып. 5. № 10. С. 31-34.

Петров А.М., Зефирова А.Л. Холестерин и липидные плотки биологических мембран. Роль в секреции, рецепции и функционировании ионных каналов // Успехи физиологических наук. 2013. Т. 44. № 1. С. 17-38.

Розенцвет О.А., Саксонов С.В., Козлов В.Г., Конева Н.В. Эколого-биохимический подход к изучению липидов высших водных растений // Известия Самарского научного центра РАН. 2000. Т.2. №2. С. 358-366.

Розенцвет О.А., Богданова Е.С., Нестеров В.Н. Экологическая пластичность мембранных глицеролипидов дикорастущих галофитов в условиях Приэльтонья // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т. 15. № 3(1). С. 376-382.

Розенцвет О.А., Макурина О.Н. Сравнительная оценка экологической вариабельности мембранных фосфолипидов водных растений // Самарская Лука. 2007. Т. 16. № 4 (22). С. 660- 677.

Тарасова О.В. Сигнальные функции фосфатидных кислот в растительной клетке: Автореф. диссертации к. б.н. Санкт-Петербург, 2009. 22 с.

Bay N.D., Mishra D.R., Jupta R.K. Mechanism of salt tolerance in rice in relation to sodium, potassium and polyamine content // Indian. J. Agr. Biochem. 1992. V. 5. № 1–2. P. 51–55.

Bligh E.G., Dyer W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. // Can.J.Biochem.Physiol. 1959. №37. P. 911-917.

Nesterov V.N., Bogdanova E.S., Rozentsvet O.A. Biochemical Aspects of Ecology of Endemic Species Suaeda Eltonica Pjin // Internet: <http://www.auris-verlag.de> 2016. P. 6-11.

Vaskovsky V.E., Latyshev N.A. Modified jungnickel's reagent for detecting phospholipids and other phosphorus compounds on thin-layer chromatograms // J. Chromatogr. 1975. Vol. 115. P. 246-249.