

Состав мембранных липидов кальцефитов Среднего Поволжья

Среднее Поволжье является частью Приволжской возвышенности и располагается вдоль правого берега Волги (от Нижнего Новгорода до Волгограда). Активные эрозионные процессы на данной территории привели к образованию широкого спектра пород, таких как песчаники и пески палеогена, карбонатные, меловые и мергелеватые породы верхнего мела, глины юрского и пермского периодов. Все это способствовало сохранению многих эндемичных видов. Например, во флоре Самарской и Ульяновской области присутствуют растения вида *Thymusdubjanskyi* Klokovet Shost., который является эндемиком Среднего Поволжья, а растения вида *Gypsophila juzepeczukii* – узкоэндемичным видом Жигулевской возвышенности [1]. Кроме того, специфичные условия – каменистые степи, скальные обнажения с выходом мергеля, меловых пород, способствовали распространению специализированной группы растений кальцефитов. Они делятся на две группы: облигатные растения, произрастающие только на меловом субстрате (например, *T. Dubjanskyi* и *G. juzepeczukii*) и факультативные (например, *Adonisvolgensis* Stevenex DC. и *Scabiosaisetensis* L), обитающие как на мелу, так и на известняке [2]. Помимо специфических почвенных условий, растения подвергаются постоянному действию ветров, высокой температуры воздуха, избыточной освещенности, что стимулирует существование низкорослых, светолюбивых, стелющихся по наклонной поверхности растений. У них хорошо развита корневая система. Закрепляясь на поверхности мела, они формируют экологические ниши и становятся очагами для образования микроценозов, а также предотвращают эрозии на крутых склонах.

Под действием разнообразных природных факторов в растениях происходят перестройки биохимических и физиологических процессов, направленных на адаптацию организма и повышение его устойчивости. Среди этих процессов не последнюю роль играют биологические мембраны и биополимерные молекулы, входящие в их состав. В мембранах тилакоидов преимущественно локализованы гликолипиды (ГЛ), отвечающие за работу фотосинтетического аппарата. Фосфолипиды (ФЛ) являются структурными компонентами плазмалеммы и других внепластидных мембран. Кроме указанных глицеролипидов структурными компонентами мембран являются стеринны (СТ). Жирные кислоты (ЖК) входят в состав глицеролипидов обеспечивают большую пластичность, текучесть, гибкость для создания необходимых условий, для более эффективного функционирования мембран.

Биохимические исследования растений, которые произрастают в относительно ограниченном ареале и небольшой географической области, приспособлены к существованию на определенных почвогрунтах и специфических климатических условиях, позволяют расширить представления о молекулярных адаптациях, реализуемых в растительных клетках.

Цель работы – исследовать особенности состава мембранных липидов, жирных кислот, белков у отдельных представителей кальцефитов Среднего Поволжья.

* Е. С. Богданова, О. А. Розенцвет, В. Н. Нестеров, Институт экологии Волжского бассейна РАН (Тольятти).

E-mail: cornales@mail.ru

В качестве объектов исследования были выбраны растения *A. volgensis*, *G. juzepeczukii*, *S. isetensis*, *T. dubjanskyi*. Растения отбирали на территории Самарской и Ульяновской обл., в первой половине дня в июне 2015 г.

Результаты липидного анализа показали, что наибольшее количество ГЛ обнаружено в растениях *G. juzepeczukii*, а ФЛ и СТ в листьях *A. volgensis* (рис. 1Б, В).

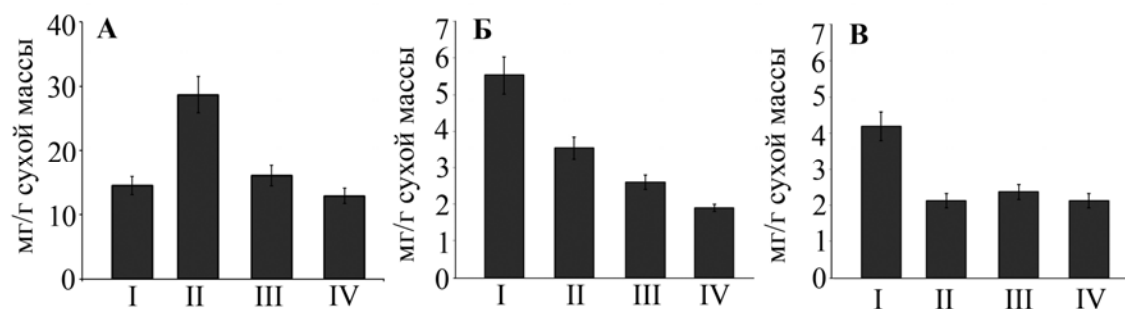


Рис. 1. Содержание гликолипидов (А), фосфолипидов (Б) и водорастворимых белков (В) в кальцефитах

Количественно значимыми кислотами, выделенными из листьев растений кальцефитов, были пальмитиновая (C16:0), стеариновая (C18:0), олеиновая (C18:1n9), линолевая (C18:2n6), α-линоленовая (C18:3n3) (см. таблицу).

Таблица

**Содержание основных групп жирных кислот кальцефитов
(% от суммы ЖК)**

Кислоты	<i>A. volgensis</i>	<i>G. juzepeczukii</i>	<i>S. isetensis</i>	<i>T. dubjanskyi</i>
C16:0	18,8±0,8	16,6±0,6	25,4±0,4	21,0±0,5
C18:0	3,1±0,2	2,2±0,2	3,3±0,3	2,5±0,5
C18:1n9c	7,7±0,7	15,2±0,2	5,9±0,9	9,1±0,5
C18:2n6c	5,5±0,5	12,3±0,4	7,9±0,8	18,7±0,4
C18:3n3	52,0±0,5	48,1±0,5	45,3±0,4	41,6±0,5
Другие	12,8±0,8	5,7±0,7	6,9±0,8	2,1±0,4
НЖК	31,4±0,5	22,2±0,5	37,0±0,5	29,1±0,6
ННЖК	68,5±0,6	77,8±0,7	62,9±0,7	70,8±0,8

Сумма насыщенных ЖК (НЖК) исследованных растений составляла 22,2 до 31,4 % от суммы ЖК. Основной вклад в насыщенность осуществлялся за счет кислоты C16:0, содержание которой составляло от 16,6 до 25,4 %. Наибольшее ее концентрация отмечена в *S. isetensis* 25,4 %. Общее содержание ненасыщенных ЖК составляло от 62,9 до 77,8 %. Высокая степень ненасыщенности была обусловлена высоким содержанием C18:3n3 (41,6–52,0 %).

Одним из общепринятых критериев оценки физиологического состояния растений на уровне клетки является интенсивность образования продуктов (ПОЛ), измеряемый по содержанию малонового диальдегида (МДА) в реакции с тиобарбитуровой кислотой. Анализ интенсивности ПОЛ показал, что содержание МДА, составляло от 0,056 до 0,293 мг/г сухой массы, при этом низкие значения отмечали в листьях *G. juzepeczukii*, а высокие в листьях *A. volgensis*, *S. isetensis*. Данные рисунка 2Б показывают, что низкие значения показателя ПОЛ отмечены в растениях с высоким содержанием воды в листьях (*G. juzepeczukii*). Данный показатель связан с концентрацией клеточного сока, водным потенциалом отдельных органов растения, что отражает способность поддерживать водный гомеостаз, т. е. осуществлять функции водного обмена. Как показывают наши данные, в более оводненных

клетках растений, наблюдаются менее интенсивные процессы ПОЛ. Кроме того, в исследованных видах выявлена отрицательная взаимосвязь ($r = -0,90$ при $p < 0,05$) между количественным изменением ПОЛ и содержанием водорастворимых белков. Можно предположить, что увеличение водорастворимых белков связано с предотвращением или восстановлением поврежденных клеток, связанных с процессами ПОЛ.

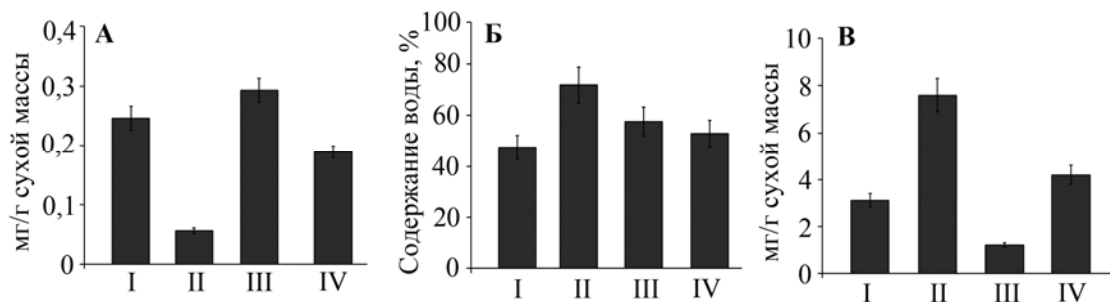


Рис. 2. Содержание малонового диальдегида (А), воды (Б) и водорастворимых белков (В) в листьях кальцефитов. I – *A. volgensis*; II – *G. juzepczukii*; III – *S. isetensis*; IV – *T. dubjanskyi*

Таким образом, полученные данные показывают видовую специфичность в составе мембранобразующих липидов, интенсивность процессов ПОЛ и накопление водорастворимых белков.

Литература

1. Васюков В. М. *Thymus dubjanskyi* (Lamiaceae) – эндемик Среднего Поволжья // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. – 2014. – Вып. 16. – С. 3–7.
2. Плаксина Т. И. Самарская лука феномен природы Среднего Поволжья // Вестник СамГУ. – 1999. – Вып. 2. – С. 158–171.

E. S. Bogdanova, O. A. Rozentsvet, V. N. Nesterov,
Institute of Ecology of the Volga Basin
of the Russian Academy of Sciences (Togliatti)

MEMBRANE LIPIDS COMPOSITION OF CALCIPHILY PLANTS OF MIDDLE VOLGA

The membrane lipids composition of *Adonis volgensis* Steven ex DC., *Gypsophila juzepczukii*, *Scabiosa isetensis* L., *Thymus dubjanskyi* Klov et Shost. growing in the Samara and Ulyanovsk regions was investigated. The results of lipid analysis showed that the greatest amount of glycolipids was observed in *G. juzepczukii*, phospholipids and sterols in of *A. volgensis*. The low values of lipid peroxidation (LPO) characterized plants *G. juzepczukii*. In the examined species, a negative correlation was revealed ($r = -0,90$ at $p < 0,05$) between the quantitative change of LPO and the content of water-soluble proteins. The obtained data show specific specificity in the composition of membrane-forming lipids, the intensity of LPO processes and the accumulation of water-soluble proteins.