

ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕЛИКТОВОГО ВИДА *GLOBULARIA PUNCTATA* В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Е.С. Богданова, О.А. Розенцвет

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, Тольятти, Россия, cornales@mail.ru

Аннотация. Исследован пигментный и липидный состав реликтового растения *Globularia punctata* Лареуг, произраставшего в двух ценопопуляциях (ЦП) в национальном парке «Самарская Лука» (Самарская обл.). Выявлено, что листья растений, произраставшие на более сухих почвах, содержали меньше зеленых пигментов. Установлено, что в листьях растений обеих ЦП качественный и количественный состав липидов был одинаковым.

Ключевые слова: *Globularia punctata*, жирные кислоты, липиды, пигменты

DOI: 10.31255/978-5-94797-319-8-139-142

Реликтовые растения – живые ископаемые, дошедшие до настоящего времени из древних эпох без существенных изменений, в составе современного растительного покрова. Являясь историческим компонентом флоры, растения имеют ограниченный диапазон расселения, вследствие чего имеют низкую степень встречаемости и незначительные площади популяций. К таким растениям относится шаровница крапчатая, или глобулярия точечная (*Globularia punctata* Лареуг.) сем. *Globulariaceae* – редкий, исчезающий вид, занесен в Красную книгу. *G. punctata* многолетнее травянистое, раноцветущее растение, принадлежит к группе неогеновых реликтов, эндемиков [Чап, Киселева, 2014]. В экологическом плане растения данного вида относятся к ксеромезофитам, гелиофитам, кальцефитам. Ареал вида дизъюнктивный с основной частью в Атлантической, Средней, Южной Европе и Средиземноморья. У растений сем. *Globulariaceae* отмечается строгая приуроченность к условиям горной карбонатной злаковой степи, предпочтение к склонам южной и юго-западной экспозиции, каменистым склонам с развитыми оползневыми процессами [Саксонов и др., 2005; Малиновская, 2014].

В ходе эволюции у высших растений выработались разнообразные морфологические, физиологические и биохимические механизмы, направленные на адаптацию к определенным условиям произрастания. К таким механизмам можно отнести модификацию мембранных структур и изменение скорости и направленности метаболизма входящих в их состав соединений [Rozentsvet et al., 2016]. Важную информацию о состоянии клеток несут мембранные липиды, а также соответствующие им жирные кислоты (ЖК), поскольку они являются важнейшими компонентами каждой живой клетки и имеют большое структурное разнообразие в сочетании с высокой биологической специфичностью.

Пигментная система растений является основой для фотосинтетического преобразования солнечной энергии в энергию химических связей. Основными фотосинтетическими пигментами являются хлорофиллы (Хл), а каротиноиды (Кар) передают дополнительную энергию на Хл, выполняя светособирающую функцию, и отводят избыточную энергию от Хл – светозащитную функцию.

Следует отметить, что исследований, посвященных изучению представителей реликтовой флоры, крайне мало.

Целью работы было оценить физиолого-биохимические параметры *G. punctata* в условиях Среднего Поволжья.

Растения отбирали в двух ценопопуляциях (ЦП-1) и (ЦП-2) в национальном парке «Самарская Лука» (Самарская обл.) на степных слабо нарушенных каменистых склонах. Влажность и кислотность почвенного субстрата в местах произрастания существенно различались. Так, значения рН и влажности почвенного раствора на участке ЦП-1 составляли 7,8 и 11,6%, соответственно. Почва на участке ЦП-2 была более щелочная (8,3) и менее увлажнена (3,4%).

Физиолого-биохимическое состояние исследованных растений оценивали по параметрам фотосинтетического аппарата, а также содержанию и составу липидов. Сравнительный анализ пигментного пула показал, что листья растений ЦП-2, произраставшие на более сухих почвах, содержали меньше зеленых пигментов (1,2 мг/г), чем растения ЦП-1 (1,5 мг/г). При этом содержание Кар в листьях растений обеих ЦП было одинаковым и составляло 0,1 мг/г сухой массы (рисунок). Общее содержание пигментов в исследованных растениях не отличалось от растений опустыненных степей Поволжья [Иванов и др., 2013].

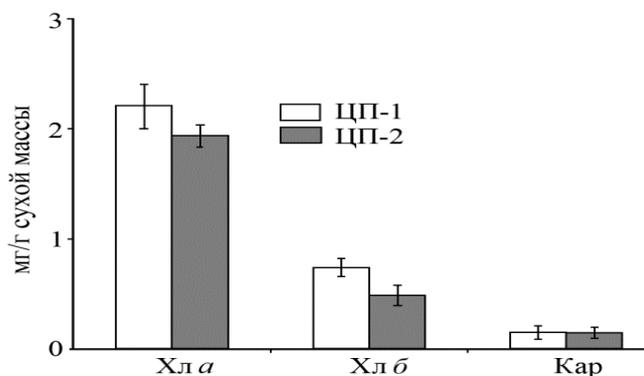


Рисунок. Содержание пигментов в листьях растений *G. punctata*.

Суммарное содержание липидов в листьях растений составляло 50,2 и 48,7 мг/г сухой массы, соответственно. Показательным является анализ соотношения липидных групп: гликолипидов (ГЛ), фосфолипидов (ФЛ), характеризующих разный тип клеточных мембран, а также нейтральных липидов (НЛ) – один из источников метаболического и энергетического резерва клетки. Выявлено, что листья растений обеих популяций в большей степени накапливали ГЛ (30,0–32,8 мг/г сухой массы), что составляло 69,7–67,2% от суммы липидов. За ними следовали НЛ (11,3–16,3 мг/г сухой массы) (табл. 1). Количественное содержание ФЛ было минимальным и не превышало 10% от общей суммы липидов.

В состав индивидуальных ФЛ листьев *G. punctata* значительный вклад вносит фосфатидилхолин (ФХ). Содержание данного класса липидов составляло 72,4–73,5% от суммы ФЛ, что существенно выше в сравнении с большинством высших растений. Относительное содержание фосфатидилглицерола (ФГ) и фосфатидилинозита (ФИ) в листьях растений обеих ЦП было приблизительно равным 10,5–12,5%. Доля фосфатидилэтаноламина (ФЭ) не превышала 7%.

Особенностью состава ГЛ *G. punctata* является высокое содержание дигалактозилдиацилглицерола (ДГДГ) – 48,0% от суммы ГЛ, при относительно низком значении моногалактозилдиацилглицерола (МГДГ) – 34,9–38,0%. Содержание сульфохиновозилдиацилглицерола (СХДГ) составляло 13,9 и 17,4%, соответственно.

Таблица 1.

Содержание липидов в листьях растений *G. punctata*

Липиды	ЦП-1	ЦП-2
мг/г сухой массы		
ГЛ	30,0±0,5	32,8±0,6
ФЛ	3,9±0,8	4,7±0,5
НЛ	16,3±0,3	11,3±0,2
% от суммы ФЛ		
ФХ	72,4±0,3	73,5±0,4
ФЭ	5,0±0,5	6,3±0,3
ФГ	12,5±0,4	10,8±0,85
ФИ	11,4±0,3	10,5±0,5
% от суммы ГЛ		
МГДГ	34,9±0,9	38,0±0,5
ДГДГ	47,7±0,6	48,1±0,5
СХДГ	17,4±0,3	13,9±0,8

Данные табл. 2 показывают, что состав ЖК исследованных растений обогащен ненасыщенными ЖК (ННЖК) (76,0–78,0% от суммы ЖК). Доминирующими кислотами были олеиновая (10,1–10,9%), линолевая (19,5–23,8%) и линоленовая (40,8–46,3%) кислоты. Среди насыщенных ЖК (НЖК) преобладала пальмитиновая кислота (16,4–18,6%).

Таблица 2.

Содержание жирных кислот (% от суммы ЖК) в листьях растений *G. punctata*

Жирные кислоты	ЦП-1	ЦП-2
Миристиновая	2,1±0,1	1,4±0,4
Пальмитиновая	18,6±0,5	16,4±0,3
Пальмитоолеиновая	0,1±0,1	1,2±0,1
Стеариновая	2,2±0,2	3,0±0,3
Олеиновая	10,1±0,1	10,9±0,8
Линолевая	23,8±0,6	19,5±0,4
Линоленовая	40,8±0,6	46,3±0,3
Бегеновая	0,2±0,1	0,2±0,1
Лигноцериновая	0,2±0,1	0,2±0,1
Другие ЖК	1,9±0,8	1,1±0,1
НЖК	24,0	22,0
ННЖК	76,0	78,0

В таблице представлены результаты кислот, содержание которых превышало 0,1% от суммы ЖК.

На основе исследования физиолого-биохимического состояния растений двух ЦП, реликтового вида *G. punctata* в условиях Среднего Поволжья выявлены количественные различия в содержании зеленых пигментов, в то время как качественный и количественный состав липидов оставался неизменным.

Литература

Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Юдина П.К. Изменение содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях степных растений вдоль широтного градиента на Южном Урале // Физиология растений. – 2013. – Т. 60, № 6. – С. 856–864.

Малиновская Е.Н. О распространении *Globularia punctata* Lapeyr., Globulariaceae в бассейне р. Сок (Самарская область) // Экология и география растений и растительных сообществ Среднего Поволжья. Материалы III научной конференции "Исследования растительного мира Самарско-Ульяновского Поволжья". – 2014. – С. 281–286.

Саксонов С.В., Кузнецова М.Н., Лобанова А.В., Конева Н.В. Жизненная стратегия и онтогенез шаровницы крапчатой (*Globularia punctata*, Globulariaceae) в условиях реликтового ареала // Теоретические проблемы экологии и эволюции (Четвертые Люблинские чтения). – 2005. – С. 191–202.

Чап Т.Ф., Киселева Д.С. *Globularia punctata* Lapeyr на Самарской Луке // Экология и география растений и растительных сообществ Среднего Поволжья. Материалы III научной конференции "Исследования растительного мира Самарско-Ульяновского Поволжья". – 2014. – С. 410–415.

Rozentsvet O., Grebenkina T., Nesterov V., Bogdanova E. Seasonal dynamic of morpho-physiological properties and the lipid composition of *Plantago media* (Plantaginaceae) in the Middle Volga region // Plant Physiology and Biochemistry. – 2016. – V. 104. – P. 92–98.

PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS FOR EVALUATION OF THE *GLOBULARIA PUNCTATA* UNDER THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA

E.S. Bogdanova, O.A. Rozentsvet

Institute of Ecology of the Volga River Basin of the Russian Academy of Sciences,
Togliatti, Russia, cornales@mail.ru

Abstract. The pigment and lipid composition of the epibiont *Globularia punctata* Lapeyr was growing in two cenopopulations (CP) in the Samarskaya Luka National Park (Samara Region) were investigated. It was found that the leaves of plants growing on the drier soils contained less green pigments. The qualitative and quantitative composition of lipids in the leaves of plants of both CP was the same.

Keywords: *Globularia punctata*, fatty acids, lipids, pigments