УДК 582.711.16-114.44:581.522.4

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТЬЕВ РАСТЕНИЙ HYLOTELEPHIUM TRIPHYLLUM (HAW.) ПРИ РАЗНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ

© 2012 М.А. Шелякин

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Поступила в редакцию 04.03.2012

Проведено сравнительное изучение функциональных характеристик листьев световых и теневых растений *Hylotelephium triphyllum* (Haw.). Показаны изменения в составе и соотношении фотосинтетических и внепластидных пигментов. Выявлено влияние световых условий произрастания и возраста растений на дыхательную активность листьев. Сделано заключение, что изменения функциональных параметров листьев являются следствием формирования адаптивных реакций растений к условиям освещенности в местообитаниях.

Ключевые слова: Hylotelephium triphyllum, освещенность, дыхание, фотосинтетические пигменты, антоцианы

Семейство Crassulaceae DC. (Толстянковые) относится к отделу Angiospermatophyta, классу Dicotyledones, подклассу Rosidae и насчитывает более 30 родов включающих почти 1500 видов. Наиболее обычными местами обитания для толстянковых являются жаркие, аридные области. Вместе с тем, многие виды толстянковых встречаются и в областях с умеренно влажным климатом [5, 9]. На территории европейского Северо-Востока России сем. Crassulaceae представлено тремя родами: Rhodiola L., Sedum L. и Hylotelephium. Видовой состав семейства включает всего четыре вида – Rhodiola quadrifida (Palll.) Fish. et C. A. Mey, Rhodiola rosea L., Sedum acre L., Hylotelephium triphyllum (Haw.) [2]. К настоящему времени наиболее полно изучена биология и экология родиолы розовой (Rhodiola rosea L.) – ценного лекарственного растения [10]. Существенно меньше сведений об очитке пурпурном (H. triphyllum).

H. triphyllum – многолетнее травянистое растение, с шишковатыми корнями и прямостоячими цилиндрическими стеблями. Листья сидячие, продолговатые, выемчато-зубчатые. Цветки мелкие, розовые [3, 6]. На территории Республики Коми обычными местообитаниями являются пойменные кустарники (преимущественно ива и шиповник), склоны, вырубки, бечевники. Встречается у террасы, в пойме и прирусловой части поймы, по берегам озер и ручьев, на травянистых лужайках и суходольных лугах, по обочинам грунтовых дорог и железнодорожным насыпям. Произрастает в ельниках, березняках и хвойных стланиках; на глинистой, песчаной и супесчаной почве, на известняках, сланцевых обнажениях и скалах. Показано, что данный вид патиентен к

Шелякин Михаил Анатольевич, аспирант. E-mail: shelyakin@ib.komisc.ru

условиям освещения и увлажнения [1]. При произрастании на более открытых участках в листьях, стеблях и соцветиях отмечается накопление антоцианов - внепластидных пигментов, которые выполняют защитную функцию. Благодаря окрашиванию листвы и других частей в разные оттенки пурпурного цвета, растения H. triphyllum широко используются в дизайне садов и парков [3]. Экстракты из листьев *H. triphyllum* применяются в народной медицине [8]. Благодаря длительному и обильному цветению H. triphyllum, является хорошим медоносным растением [3]. Для рационального использования ресурсов данного вида необходимо получить более полные сведения о его адаптивном потенциале и, в первую очередь, механизмах, обеспечивающих приспособление к широкому диапазону световых условий произрастания.

Цель работы: исследовать влияние освещенности на содержание пигментов и дыхательную активность листьев *Hylotelephium triphyllum*.

Материалы и методы. Растения выращивали на делянках в окрестностях г. Сыктывкара (подзона средней тайги). Часть растений произрастали на полном солнечном свету (световые растения), другие — в условиях искусственного затенения (теневые растения). В полуденные часы освещенность растений на полном солнечном свету составляла около 1500-2000 мкмоль/(м²с) или 340-450 Вт/м² фотосинтетически активной радиации (ФАР). Теневые растения под марлевым пологом получали 60% солнечного излучения.

Измерения дыхания проводили на листьях верхнего и нижнего яруса несколько раз за вегетационный период. Скорость дыхания определяли при 20°С манометрическим методом по поглощению кислорода. Концентрацию пигментов в листьях определяли в конце июня, когда растения находились в фазе вегетативного роста. Фотосинтетические пигменты экстрагировали 100%

кипящим ацетоном, экстракцию антоцианов проводили в растворе 1% соляной кислоты. Содержание пигментов определяли на спектрофотометре UV-1700 (Shimadzu, Япония). Концентрацию хлорофиллов а и в измеряли при длинах волн 662 и 644 нм соответственно, каротиноидов – при 470 нм и антоцианов – при 510 нм. В таблицах приведены средние величины со стандартной ошибкой. Достоверность различий между вариантами опыта проверяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. В фазу вегетативного роста содержание фотосинтетических пигментов в более молодых листьях верхнего яруса было заметно выше, чем в листьях нижнего яруса (табл. 1). Листья теневых растений накапливали в 1,5-1,7 раз больше хлорофиллов и каротиноидов по сравнению с листьями световых растений. Судя по соотношению каротиноиды/хлорофиллы, относительное содержание желтых пигментов было несколько выше у листьев световых растений (табл. 2). Листья световых

растений в отличие от теневых характеризовались также более высоким соотношением антоцианов и хлорофиллов. Изменения в содержании и соотношении пигментов в листьях световых растений свидетельствуют об адаптивной реакции растений на уровне пигментного комплекса. Особый интерес представляет увеличение относительного содержания каротиноидов и антоцианов в листьях световых растений. На полном солнечном свету каротиноиды выполняют защитную функцию, предотвращают фотодеструкцию хлорофиллов [11]. Антоцианы поглощают УФ-радиацию. Возможно также, что в условиях затенения антоцианы способствуют улавливанию света через обратное рассеивание. Было показано, что антоцианы могут защищать фотосинтетические ткани от фотоингибирования. Предполагается, что защита фотосинтетического аппарата вегетативных тканей от фотоокисления – основная функция антоцианов. Их фотопротекторная функция активно обсуждается в последние годы [14].

Таблица 1. Содержание пигментов в листьях *Hylotelephium triphyllum*, мг/г сухой массы

Растения	Ярус	Xл <i>a+b</i>	Кароти-	Антоциа-
	листьев		ноиды	ны
световые	верхний	5,49±0,07*	1,21±0,01*	1,28±0,61
	нижний	4,62±0,84*	$0,94\pm0,16$	$1,78\pm0,20^*$
теневые	верхний	9,52±1,71	1,92±0,29	1,43±0,02
	йинжин	7,48±0,29	1,36±0,07	0,92±0,04

Примечание: здесь и далее * - разница достоверна при P < 0.05

Таблица 2. Соотношение каротиноидов (Кар) и антоцианов (Ант) к хлорофиллам (Хл) в листьях растений *Hylotelephium triphyllum*

Растения	Верхние листья		Нижние листья	
	Кар/Хл	Ант/Хл	Кар/Хл	Ант/Хл
световые	0,22	0,23	0,20	0,39
теневые	0,20	0,15	0,18	0,12

В период вегетативного роста растений листья верхнего яруса световых и теневых растений дышали в среднем на 30% интенсивней листьев нижнего яруса. В фазу цветения различия в скорости дыхания между листьями верхнего и нижнего ярусов уменьшались и нивелировались полностью в фазу плодоношения. Другими словами, градиент дыхания листьев от верхушки

побега к основанию по мере роста растений исчезал. Сравнительный анализ показал, что в период вегетативного роста и цветения листья теневых растений дышали интенсивней, чем листья световых растений. В фазу плодоношения скорость дыхания листьев теневых и световых растений была одинаковой.

Таблица 3. Дыхание листьев *Hylotelephium triphyllum* в разные фазы развития, мкл O_2 / г ч

Растения	Ярус листьев	Фаза развития			
		вегетативный рост	цветение	плодоношение	
световые	верхний	3600 ± 265	2100± 205*	2600 ± 256	
	нижний	2700 ± 485	1800± 105*	2800 ± 183	
теневые	верхний	4500 ± 173	4100± 389	2600 ± 276	
	нижний	2800 ± 478	3400± 144	2200 ± 232	

В последнее время в литературе появляются данные о том, что у молодых растений интенсивный свет активирует митохондриальное дыхание [13]. Некоторые авторы связывают это с возможной ролью дыхания в защите фотосинтетического аппарата растений от избыточной инсоляции [12]. В опытах с *H. triphyllum* нами было выявлено, что дыхание листьев световых растений ниже по сравнению с теневыми. Повидимому, это обусловлено более быстрым старением листьев световых растений и накоплением в них антоцианов. Ранее было показано, что накопление антоцианов на полном свету сопровождалось ускорением отмирания листьев [4]. Известно, что предшественники антоцианов, могут образовываться в результате катаболизма белка [7].

Выводы: световые условия оказали влияние на функциональные свойства листьев *Hylotelephium triphyllum*. Выявлено снижение содержания фотосинтетических пигментов в листьях световых растений и накопление в них внепластидных пигментов — антоцианов. В целом листья теневых растений дышали интенсивней, чем листья световых растений. В течение вегетативного роста скорость дыхания листьев снижалась и вновь возрастала с переходом растений к репродуктивной фазе развития. Изменения функциональных параметров в листьях растений можно рассматривать как адаптивную реакцию к условиям высокой освещенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- 1. Бабак, Т.В. Оценка состояния ценопопуляций очитков (Crassulaceae Dc.) на севере // Известия Коми научного центра. 2010. Вып. 2. С. 25-31.
- Бялт, В.В. Анализ географического распространения толстянковых (Crassulaceae) в Евразии // Биологическое разнообразие и интродукция суккулентов:

- Матер. первой междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2004. С. 118-120.
- Глухов, М.М. Медоносные растения. М.: Колос, 1974. 304 с.
- 4. Головко, Т.К. Толстянковые в холодном климате (биология, экология, физиология) / Т.К. Головко, И.В. Далькэ, Д.С. Бачаров и др. СПб.: Наука, 2007. 205 с.
- 5. Гончарова, С.Б. Биоморфологическая характеристика дальневосточных видов рода Sedum (Cras sulaceae) // Растения в природе и культуре. Владивосток: Дальнаука, 2000. С. 10-20. (Тр. БС ДВО РАН; Т. 2).
- 6. *Кьосев, П.А.* Полный справочник лекарственных растений. М: ЭКСМО-пресс, 2001. 992 с.
- Маргна, У.В. Взаимосвязь биосинтеза флавоноидов с первичным метаболизмом растений // Итоги науки и техники. Сер. Биол. химия / ВИНИТИ АН СССР. – М., 1990. Т. 33. 176 с.
- Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т. 2. Семейства Actinidaceae – Malvaceae, Euphorbiaceae – Halora-gaceae / Отв. ред. А.Л. Буданцев. – СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 513 с.
- Флора Северо-Востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1976. Т. 4. С. 87-89.
- 10. *Фролов, Ю.М.* Родиола розовая на европейском северо-востоке / *Ю.М. Фролов, И.И. Полетаева.* Екатеринбург, 1998. 192 с.
- 11. Long, S.P. Photoinhibition of photosynthesis in nature / S.P. Long, S. Humphries, P.G. Falkowski // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 1994. V. 45. P. 633-662.
- 12. *Noguchi*, *K*. Interaction between photosynthesis and respiration in illuminated leaves / *K*. *Noguchi*, *K.Yoshida* // Mitochondrion. 2008. V. 8. P. 87-99.
- Ribas-Carbo, M. Effects of light on respiration and oxygen isotope fractionation in soybean cotyledons // M. Ribas-Carbo, S.A. Robinson, M.A. Gonzàlez-Meler et al. // Plant, Cell and Environment. 2000. V. 23. P. 983-989.
- Steyn, W.J. Anthocyanins in vegetative tissues: a proposed unified function in photoprotection / W.J. Steyn, S.J.E. Wand, D.M. Holcroft, G. Jacobs // New Phytologist. 2002. V. 155. P. 349-361.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS OF HYLOTELEPHIUM TRIPHYLLUM (HAW.) LEAVES AT DIFFERENT ILLUMINATING INTENSITY

© 2012 M.A. Shelyakin

Institute of Biology Komi Scientific Center UrB RAS, Syktyvkar

Comparative studying of functional characteristics of light and shadow plants leaves of *Hylotelephium triphyllum* (Haw.). Changes in structure and ratio of photosynthetic and out-plastide pigments are shown. Influence of light conditions of growth and age of plants on respiratory activity of leaves is revealed. The conclusion is made that changes of functional parameters of leaves are a consequence of formation the adaptive reactions of plants to illuminating intensity conditions in habitats.

Key words: Hylotelephium triphyllum, illuminating intensity, respiration, photosynthetic pigments, anthocyans