

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ И РОЛЬ ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕЗА У ВИДОВ РОДА DIANTHUS L. ФЛОРЫ ПРЕДКАВКАЗЬЯ*

Исследование посвящено изучению состава фотосинтетических пигментов у четырех видов рода *Dianthus L.* флоры Предкавказья. Показано, что концентрация хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов изменяется в зависимости от условий произрастания (освещенность, увлажнение). Отмечена защитная роль каротиноидов при световом стрессе в процессе фотосинтеза.

Ключевые слова: Предкавказье, фотосинтез, пигменты, хлорофилл, каротиноиды, спектрофотометрический метод.

Фотосинтез имеет важнейшее значение в жизни растительного организма. Для нормального протекания процесса фотосинтеза необходимы определенные внешние и внутренние условия (освещенность, температурный фактор, концентрация CO₂, водный баланс, минеральное питание, концентрация пигментов фотосинтеза, скорость оттока ассимилятов, возраст растения и пр.) [7]. Фотосинтетический аппарат в первую очередь подвергается воздействию стрессовых факторов. Адаптационные возможности ассимиляционного аппарата растений включают как иммобилизацию уже имеющихся приспособительных процессов, так и новые защитные механизмы. Одни из них активируются как ответная реакция на любой стресс, другие (структурные, физиологические и биохимические перестройки) могут быть следствием специфической реакции на тот или иной стресс. Особый интерес в этой ситуации представляет роль фотосинтетических пигментов – компонентов фотосинтетических структур (фотосистем I и II и светособирающих комплексов) – хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов.

Целью нашей работы явилось изучение пигментного состава видов рода *Dianthus L.* флоры Предкавказья – определение содержания хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов в спиртовых вытяжках растений. Нами было изучено содержание пигментов у следующих видов рода: *D. pseudoarmeria*, *D. caucaseus*, *D. ruprechtii* и *D. pallens*, собранных из различных местообитаний.

В качестве метода исследования был выбран спектрофотометрический метод определения содержания пигментов [1,6,8,9]. Пробы отбирались в летний период, в дневное время, в период наибольшей фотосинтетической активности. Экстракция проводилась в 90 % этаноле. Оптическую плотность вытяжек определяли на спектрофотометре СФ-101. Точное содержание отдельных пигментов устанавливали с помощью трехволнового метода, определяя оптическую плотность (E) вытяжки при 665, 649 и 440 нм (максимумы поглощения соответственно хлорофилла *a*, хлорофилла *b* и каротиноидов в этаноле). Концентрацию хлорофиллов *a* и *b* (C) рассчитывали по уравнениям Винтерманс и Де Мотс (Wintermans, De Mots, 1965) для этанола [9]:

$$C_a = 13,70 \cdot E_{665} - 5,76 \cdot E_{649} \text{ (мг/л);}$$

* © Мутыгуллина Ю.Р.

$$C_b = 25,80 \cdot E_{649} - 7,60 \cdot E_{665} \text{ (мг/л)}.$$

Концентрацию каротиноидов в суммарной вытяжке пигментов вычисляли по уравнению Веттштейна (Wettstein, 1957) [6]:

$$C_k = 4,7 \cdot E_{440} - 0,27 \cdot C_{(a+b)} \text{ (мг/л)}.$$

В табл 1 представлены средние значения содержания пигментов у *D. pseudoarmeria* флоры Предкавказья.

Таблица 1

Концентрация пигментов у *D. pseudoarmeria* флоры Предкавказья (мг/л)

Место сбора	хлорофилл а	хлорофилл b	каротиноиды
окр. с. Московское	1,147	1,85	4,032
окр. г. Ставрополя	1,66	2,244	4,727

Из указанных данных видно, что у особей, произрастающих в окрестностях г. Ставрополя, концентрация всех видов пигментов выше, чем у растений, собранных в окрестностях с. Московское. Необходимо отметить, что в обоих местообитаниях вид произрастает в условиях достаточной освещенности, однако в первом случае – в более или менее густом травостое, а во втором – на сухом и открытом песчаном склоне. Таким образом, мы можем предположить, что вероятно в условиях большей затененности количество пигментов увеличивается для эффективного улавливания световых лучей и поддержания необходимого уровня фотосинтеза. Кроме этого, в обоих случаях можно отметить достаточно высокую концентрацию каротиноидов. Каротиноиды поглощают определенные участки солнечного спектра и передают энергию этих лучей на молекулы хлорофилла, способствуя тем самым использованию лучей, которые самим хлорофиллом не поглощаются. Также имеются данные, что каротиноиды выполняют защитную функцию, предохраняя органические вещества (в первую очередь молекулы хлорофилла) от разрушения на свету в процессе фотоокисления. Таким образом, при световом стрессе каротиноиды выполняют защитную функцию в хлоропластах [2,3,7].

В табл 2 приведены средние значения содержания пигментов у *D. caucaseus* флоры Предкавказья.

Таблица 2

Концентрация пигментов у *D. caucaseus* флоры Предкавказья (мг/л)

Место сбора	хлорофилл а	хлорофилл b	каротиноиды
г. Стрижамент	3,103	4,382	5,781
окр. г. Ставрополя	5,001	7,172	8,088
г. Бештау (вершина Лисий нос)	9,128	12,342	11,593

На основании указанных данных мы можем отметить, что наибольшая концентрация пигментов в вытяжке растений, собранных на г. Бештау, а наименьшая – в вытяжке растений с г. Стрижамент. Во всех трех местообитаниях *D. caucaseus* произрастает в условиях более или менее густого травостоя. Высокая концентрация пигментов у растений, собранных на г. Бештау, может объясняться специфическими условиями произрастания в горах (кроме высокой инсоляции – изме-

нение спектрального состава света, концентрации CO₂, температурного режима, парциального давления и пр.).

В табл 3 представлены средние значения содержания пигментов у *D.ruprechtii* флоры Предкавказья.

Таблица 3

Концентрация пигментов у *D.ruprechtii* флоры Предкавказья (мг/л)

Место сбора	хлорофилл а	хлорофилл b	каротиноиды
г. Стрижамент	2,295	3,7	5,197
окр. г. Ставрополя	3,867	4,184	6,803

Из приведенных в таблице данных видно, что большее количество пигментов содержится у растений, собранных в окрестностях г. Ставрополя, что, возможно, свидетельствует о том, что в данном случае вид произрастает в условиях меньшей инсоляции, чем на г. Стрижамент.

В табл 4 указаны средние значения содержания пигментов у *D. pallens* флоры Предкавказья.

Таблица 4

Концентрация пигментов у *D. pallens* флоры Предкавказья (мг/л)

Место сбора	хлорофилл а	хлорофилл b	каротиноиды
г. Бештау (основание)	0,97	1,046	1,477
Пятигорск, г. Горячая	1,125	1,41	1,994
окр. г. Ставрополя	2,446	2,486	2,946

Данные, приведенные в таблице, свидетельствуют, что наименьшая концентрация пигментов наблюдается у растений вида *D. pallens*, произрастающих на г. Бештау, а наибольшая – у особей, собранных в окрестностях г. Ставрополя. На основании чего можно сделать предположение, что в окрестностях г. Ставрополя вид произрастает в условиях менее интенсивной освещенности, чем на г. Горячей и г. Бештау.

Таким образом, основываясь на полученных нами данных, мы можем сказать, что у разных видов рода *Dianthus* L. флоры Предкавказья, произрастающих в разных экологических условиях, содержание пигментов фотосинтеза различно. Внутри вида, тем не менее, наблюдается большая близость значений концентраций пигментов, чем между видами. Таким образом, возможно, содержание пигментов является видовым признаком [4]. Но также можно отметить, что у разных видов, произрастающих в сходных экологических условиях (*D.ruprechtii* и *D.caucaseus*, произрастающие на г. Стрижамент), концентрации пигментов близки по значениям. Наибольшая концентрация хлорофилла а, хлорофилла b и каротиноидов отмечена у *D.caucaseus*, наименьшая – у *D. pallens*. Нами отмечено, что концентрация пигментов увеличивается при уменьшении инсоляции местообитания вида и, наоборот, уменьшается при увеличении инсоляции. Кроме того, количество пигментов зависит также от условий увлажнения – в сухих местообитаниях (окрестности с. Московское, г. Горячая) концентрация хлорофилла а, хлорофилла b и кароти-

ноидов ниже, чем в более влажных (г. Стрижамент, окрестности г. Ставрополя). Также нами была отмечена высокая концентрация каротиноидов у растений, произрастающих в условиях высокой инсоляции – на открытых местообитаниях и в горных районах, что свидетельствует о защитной роли этих пигментов в процессе фотосинтеза.

Вместе с тем необходимо заметить, что кроме указанных факторов, на концентрацию хлорофиллов и каротиноидов оказывают влияние и другие. Поэтому вопрос о содержании пигментов фотосинтеза у видов рода *Dianthus* L. флоры Предкавказья и адаптивных возможностях их фотосинтетического аппарата требует дальнейшего изучения и анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Годнев Т.Н. Строение хлорофилла и методы его количественного определения. – Минск: Изд. АН БССР, 1952. – 215 с.
2. Зотикова А.П., Воробьева Н.А., Соболевская Ю.С. Динамика содержания и роль каротиноидов хвои кедра сибирского в высокогорье. // Вестник Башкирского ун-та, 2001. № 2 (II). – С. 67-69.
3. Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов. – М.: Наука, 1988. – 240 с.
4. Корнюшенко Г.А., Соловьева Л.В. Экологический анализ содержания пигментов в листьях горно-тундровых трав. // Ботанический журнал, 1994. — Т. 79, вып. 2. – С. 80-101.
5. Мерзляк М.Н., Чивкунова О.Б., Лехимена Л., Белевич Н.П.: Ограничения и дополнительные возможности спектрофотометрического анализа пигментов в экстрактах листьев высших растений. // Физиология растений, 1996. — Т. 43. – С. 926-936.
6. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – Киев: Наук. думка, 1976. – С. 213-216.
7. Физиология фотосинтеза / под ред. А.А. Ничипоровича. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
8. Шлык А.А. Определение хлорофилла и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений. / под ред. Павлиновой О.А. – М.: Наука, 1971. – С. 154-170.
9. Шлык А.А. О спектрофотометрическом определении хлорофиллов а и b. // Биохимия, 1968. — Т.33, вып. 2. – С. 275-285.

DYNAMICS OF THE MAINTENANCE AND ROLE OF PIGMENTS OF PHOTOSYNTHESIS AT KINDS OF SORT DIANTHUS L. FLORAE ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Y. Mutygullina

Research is devoted studying of structure of photosynthetic pigments at four kinds of sort Dianthus L. Florae of Ciscaucasia. It is shown that concentration of a chlorophyll and, a chlorophyll b and carotenoids changes depending on growth conditions (light exposure, humidifying). The protective role carotenoids is noted at light stress in the course of photosynthesis.

Key words: Ciscaucasia, photosynthesis, pigments, a chlorophyll, carotenoids, spectrophotometric method.