

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ ОСНОВНЫХ ПИГМЕНТОВ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА У GERANIUM SANGUINEUM ФЛОРЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ*

Рассмотрена проблема экологической адаптации *Geranium sanguineum*, в основе которой лежит увеличение количества пигментов фотосинтеза, определение концентрации и количества этих пигментов.

Ключевые слова: местообитание, пигменты, каротиноиды, эксперимент, спектрофотометр, хлорофилл.

Весь комплекс экологических факторов, условия местообитания: рельеф местности, почва, температура воздуха и почвы, влагообеспеченность и освещённость оказывают влияние на окраску растений. Растительный организм адаптируется к условиям внешней среды, и это сказывается на особенностях пигментного аппарата. Могут изменяться структурные элементы ассимилирующей клетки, участвующие в поглощении и преобразовании энергии солнечного света. Различные условия солнечной радиации вызывают изменения поверхности листа, его толщины, количества пластид, величины хлоропластов [1].

На протяжении суток содержание пигментов не остаётся постоянным – оно может изменяться в зависимости от освещённости и физиологического состояния растения. В полдень, когда солнечный свет содержит максимум коротковолновых лучей высокой интенсивности, увеличивается содержание хлорофиллов и каротиноидов [1, 2].

В зависимости от высоты местности над уровнем моря, продолжительности солнечного излучения могут быть существенные отличия в состоянии пигментной системы растений. Чем выше в горах произрастают растения, тем ярче их цветки. У *Geranium collinum* окраска цветков заметно изменяется по мере увеличения высоты – сиреневая сменяется сине-голубой. Растения флоры Центрального Предкавказья обитают в мощном потоке ультрафиолетовых лучей, и у них наблюдается высокое соотношение хлорофиллов *a* и *b*. Исходя из этого, нам представляется весьма важным определение количества хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов у *Geranium sanguineum* рода *Geranium L.* флоры Центрального Предкавказья, собранных на различной высоте по отношению к уровню моря.

Для определения количества хлорофиллов *a* и *b*, каротиноидов у *Geranium sanguineum* флоры Центрального Предкавказья нами был проведён эксперимент, основанный на способности пигментов поглощать лучи определённой длины волны. В основу исследования был положен метод спектрофотометрии. Регистрация оптической плотности раствора пигментов проводилась на спектрофотометре СФ-101.

Для проведения эксперимента были приготовлены спиртовые (70%-ный спирт) вытяжки пигментов. При использовании спектрофотометрии для опреде-

* © Федотова Ю.К.

ления концентрации хлорофилла *a* и *b* в растворе без их разделения вопрос осложняется тем, что спектры хлорофиллов *a* и *b* сильно перекрываются и невозможно найти две длины волны, в которых поглощение обуславливалось бы полностью одним пигментом. Однако имеющиеся различия в спектрах поглощения обоих хлорофиллов всё же позволяют выбрать точки, где поглощение одного пигмента заметно превышает поглощение другого.

Это обстоятельство и используется при проведении количественного определения хлорофилла *a* и *b* без их разделения. Для хлорофилла *a* в 70%-ном спирте максимум поглощения в красной области спектра наблюдается при $\lambda=665$ нм, для хлорофилла *b* – при $\lambda=649$ нм. Каротиноиды определяют при $\lambda=440,5$ нм. Концентрацию хлорофилла *a* и *b* в вытяжке рассчитывали по формуле Вернона (Vernon, 1960) [5]:

$$C_a = 11,63 \cdot D_{665} - 2,39 \cdot D_{649},$$

$$C_b = 20,11 \cdot D_{649} - 5,18 \cdot D_{665},$$

где C_a , C_b – концентрация хлорофилла *a* и *b* в мг/л.

Для определения концентрации каротиноидов (мг/л) в суммарной вытяжке пигментов используется формула Ветштейна (Wettstein, 1957):

$$C_{car} = 4,695 \cdot D_{440,5} - 0,268 \cdot (C_{a+b}),$$

где C_{a+b} – суммарное содержание хлорофиллов *a* и *b* в растворе (мг/л).

Geranium sanguineum флоры Центрального Предкавказья имеют следующую концентрацию пигментов:

Таблица 1

Концентрация пигментов в вытяжке из *Geranium sanguineum* флоры Центрального Предкавказья

Вид и место сбора	Данные, полученные при длине волны:			C_a , мг/л	C_b , мг/л	C_{car} , мг/л
	$D_{440,5}$, нм	D_{649} , нм	D_{665} , нм			
<i>Geranium sanguineum</i> , вершина г.Стрижамент	1,801	0,636	1,202	124,6	65,6	33,6
<i>Geranium sanguineum</i> , окрестности г.Ставрополя, Беспутские поляны	0,916	0,246	0,46	47,6	25,6	23,4
<i>Geranium sanguineum</i> , Даринские высоты	1,069	0,38	0,75	78,1	37,6	19,2
<i>Geranium sanguineum</i> , г.Бештау, вершина Лисий хвост	1,624	0,443	0,966	101,8	39	38,5
<i>Geranium sanguineum</i> , окрестности г.Кисловодска, г. Большое седло	1,678	0,63	1,196	124	64,7	28,2
<i>Geranium sanguineum</i> , Бешпагирские высоты	1,097	0,397	0,778	81	39,5	19,2

Установив концентрацию пигментов в вытяжке, определяем их содержание в исследуемом материале с учётом объёма вытяжки и навески пробы:

$$A = \frac{V \cdot C}{P \cdot 1000} ,$$

где C – концентрация пигментов в мг/л; V – объём вытяжки в мл (4 мл); P – навеска растительного материала в г (0,2 г); A – содержание пигмента в растительном материале в мг/г сырой массы.

Таблица 2

Количество пигментов в растительном материале

Вид и место сбора	Содержание пигмента в растительном материале, мг/г сырой массы			Соотношение хлорофилла a к хлорофиллу b
	хлорофилл a	хлорофилл b	каротиноиды	
<i>Geranium sanguineum</i> , вершина г.Стрижамент	2,492	1,312	0,672	1:2
<i>Geranium sanguineum</i> , окрестности г.Ставрополя, Беспутские поляны	0,952	0,512	0,468	1:2
<i>Geranium sanguineum</i> , Даринские высоты	1,562	0,752	0,384	1:2
<i>Geranium sanguineum</i> , г.Бештау, вершина Лисий хвост	2,036	0,78	0,77	1:3
<i>Geranium sanguineum</i> , окрестности г.Кисловодска, г. Большое седло	2,48	1,294	0,564	1:2
<i>Geranium sanguineum</i> , Бешпагирские высоты	1,62	0,79	0,384	1:2

На основании полученных данных мы можем сделать следующие выводы. С увеличением высоты произрастания *Geranium sanguineum* происходит увеличение количества солнечной радиации, приводящей к возрастанию количества хлорофиллов a и b , каротиноидов.

Соотношение хлорофиллов a и b колеблется в пределах от 2 до 5. В степных районах Центрального Предкавказья при повышении температуры воздуха и почвы, при избыточном количестве солнечной радиации у растений повышается содержание количества хлорофилла b и снижается тепловое воздействие, и растение понижает опасность возможного перегрева. Максимум поглощения сдвигается в коротковолновую сторону, где кванты света при большой энергии обладают меньшим тепловым эффектом. Смещение соотношения хлорофиллов, возможно, является результатом генетического влияния, адаптацией к условиям освещения [1].

Таким образом, пигментный комплекс растений представляет собой сложную и лабильную систему, которая чутко реагирует на изменения условий внешней среды [3, 4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедева Т.С. Сытник К.М. Пигменты растительного мира. – К.: Наукова думка, 1986. — С. 72 -79.
2. Нахуцришвили Г.Ш., Гамцелидзе З.Г. Жизнь растений в экстремальных условиях высокогорий (на примере Центрального Кавказа). – Л.: Наука, 1984. –124 с.
3. Петрушенко В.В. Адаптивные реакции растений: Физико-химический аспект. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981. –184 с.
4. Слонов Л.Х. Адаптация экологических групп растений к разным условиям среды обитания. Нальчик: Эльбрус, 1997. — С. 35-78.
5. Wettstein P. von Chlorofyll – letal und der submicroscopische Form wechsel der Plastiden // Exp. Cell Res. – 1957. – V. 12, No 4. – P. 427 – 431.

Y. Fedotova

RELATIVE TO BASIC PIGMENT CONTENT OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS IN THE GERANIUM SANGUINEUM BELONGING TO THE FLORA OF CENTRAL REACHES OF THE CAUCASUS.

Study of problem of ecological adaptation of the Geranium sanguineum, based on the increase in the quantity of pigments involved in the photosynthesis and a determination of their concentration and quantity.

Key words: habitat, pigments, carotenoids, experiment, spectrophotometr, chlorophyll.