

також розвивати «зелений» туризм. Було б непогано заохочувати людей реконструювати існуючі забруднені пляжі та збільшувати штрафи за недотримання чистоти на туристичних зонах відпочинку та провести оптимізацію землекористування в басейні річки.

Список використаних джерел

1. Бастюк Б.В. Водні ресурси України: Підручник – Х.: Видавництво «Талант», 2003. – 210 с.
2. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань. - К.: «Либідь», 1997.
3. Бейдик О.О. Рекреаційно-туристські ресурси України: Методологія та методика аналізу, термінологія, районування. – К.: ВПЦ "Київ, ун-т", 2001. – 395 с.
4. Вишневецький В.І. Річки і водойми України. Стан і використання: монографія – К.: Віпол, 2000. – 376 с
5. Географія Вінницької області: [Навчальний посібник для середньої школи] / За ред. Денисика Г.І., Жовнір Л.Ф., Вінниця: Гіпаніс, 2004. – 308 с.
6. Державні санітарні норми та правила "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною" (ДСанПіН 2.2.4-171-10)
7. Мудрак О.В. Екологічний стан довкілля Вінницької області Навчально-методичний посібник. – Вінниця, 2011 – 103 с.
8. Мудрак О.В. Еталони природи Вінниччини / О.В. Мудрак, Г.В. Мудрак, В.М. Поліщук та ін. [Монографія] // За заг. ред. О.В. Мудрака. – Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД" 2014. – 532 с.
9. Шпетюк С.М. Рекреаційно-туристські ресурси як основа туристично-рекреаційних послуг: Підручник – Київ: Видавництво «Тонар», 2007. – 200 с.
10. Архіви України [Електронний ресурс]: офіц. веб-портал Держ. арх. служби України / Держ. арх. служба України. - Електрон. дані. - [К.], 2014. - Режим доступу: <http://www.archives.gov.ua/>.
11. Онлайн Бібліотека [Електронний ресурс]: Туристично - рекреаційні ресурси України - Режим доступу: <http://buklib.net/books/27364>
12. <https://uk.wikipedia.org/wiki> - Вікіпедія: доступ з екрану
13. Департамент агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів Вінницької ОДА: веб-сайт. URL: http://www.vin.gov.ua/dep-apr_ (дата звернення: 4.04.2019).

УДК 581.198

А.П. Пехота, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри біолого-хімічного образования
С.М. Мижуй, кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри біолого-хімічного образования
Ю.А. Луя Студентка 4 курсу технолого-біологічного факультета
УО МГПУ ім. І.П. Шамякина

КОНЦЕНТРАЦИЯ ХЛОРОФИЛЛОВ А И В В ЛИСТЬЯХ ДЕКОРАТИВНЫХ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ КАБИНЕТА БИОЛОГИИ ШКОЛЫ

В работе приведены данные по содержанию хлорофиллов а и b, каротиноидов в листьях декоративных растений. В результате проделанной работы установлено, что растения, имеющие более крупные листья, содержат большее количество хлорофилла и, соответственно фотосинтез у них протекает активнее.

Ключевые слова: пигменты, хлорофилл, каротиноиды, фотосинтез.

Лист высшего растения представляет собой сложную оптическую систему, обладающую способностью эффективно и оптимально использовать солнечную энергию. Не имея возможности к передвижению, высшие растения вынуждены приспосабливаться к различным и быстро меняющимся условиям среды, и в том числе к солнечной радиации. Так, некоторые виды способны выживать и успешно осуществлять фотосинтез при очень высокой инсоляции в пустынях, тогда как другие виды – при очень низкой освещенности (тропические дождевые леса). Это достигается различными способами. При высокой освещенности некоторые растения способны изменять угол наклона листьев, снижать количество света, достигающего хлоропластов, накапливать определенные фотозащитные вещества [5].

Важнейшую роль в процессе фотосинтеза играют зеленые пигменты – хлорофиллы [5].

Хлорофилл (от греч. *chlōros* – зеленый и *phyllon* – лист) – зеленый пигмент растений, с помощью которого они улавливают энергию солнечного света и осуществляют фотосинтез, т. е. превращают солнечную энергию в энергию химических связей органических соединений. Существуют различные типы хлорофиллов. В листьях (хлоропластах) высших растений присутствуют два хлорофилла (а и b), представляющие собой Mg-содержащие порфирины. Основная их часть включена в состав светособирающих комплексов, обеспечивает поглощение и передачу световой энергии на так называемые реакционные центры. В этих центрах, которые содержат лишь небольшую часть общего хлорофилла а, и осуществляются первичные фотосинтетические реакции [2].

Из пигментов данного класса наиболее важны хлорофилл а и хлорофилл b. Основным функциональным пигментом из них является хлорофилл а, который обнаружен у всех фотосинтезирующих организмов (кро-

ме бактерий), тогда как хлорофилл b представлен у высших растений, у зеленых водорослей и эвгленовых. Хлорофилл a служит непосредственным донором энергии для фотосинтетических реакций. Остальные пигменты, лишь передают поглощенную энергию хлорофиллу a [4].

Хлорофилл поглощает солнечную энергию и направляет её на химические реакции, которые не могут протекать без энергии, получаемой извне. Раствор хлорофилла в проходящем свете имеет зелёный цвет, но при увеличении толщины слоя или концентрации хлорофилла он приобретает красный цвет [4].

Хлорофилл поглощает свет не сплошь, а избирательно. При пропускании из семи видимых цветов, которые постепенно переходят друг в друга. При пропускании белого света через призму и раствор хлорофилла на полученном спектре наиболее интенсивное поглощение будет в красных и сине-фиолетовых лучах. Зелёные лучи поглощаются мало, поэтому в тонком слое хлорофилл имеет в проходящем свете зелёный цвет. Однако с увеличением концентрации хлорофилла полосы поглощения расширяются (значительная часть зелёных лучей также поглощается) и без поглощения проходит только часть крайних красных. Спектры поглощения хлорофилла a и b очень близки [1].

Цвет хлорофилла, как и любого окрашенного вещества, обусловлен сочетанием тех лучей, которые пигмент не поглощает. В спектре поглощения света растворами хлорофилла максимумы поглощения расположены в сине-фиолетовой (430 нм у хлорофилла a и 450 нм у хлорофилла b) и красной частях (660 нм у хлорофилла a и 650 нм у хлорофилла b). Эти лучи поглощаются хлорофиллом полностью. Поглощение голубых, желтых, оранжевых лучей определяется концентрацией хлорофилла в растворе: при низких концентрациях они поглощаются частично, при высоких могут быть поглощены полностью. Минимум поглощения лежит в зоне зеленых лучей. Совершенно не поглощается хлорофиллом только небольшая часть красных лучей, которые в спектре расположены на границе с инфракрасными лучами. Это так называемые дальние красные лучи [1].

Кроме хлорофиллов в фотосинтетических мембранах всегда присутствуют желтые пигменты – каротиноиды. Каротиноиды – жирорастворимые пигменты желтого, оранжевого, красного цвета – присутствуют в хлоропластах всех растений. В зелёных листьях каротиноиды обычно незаметны, из-за присутствия хлорофилла, но осенью, когда хлорофилл разрушается, именно каротиноиды придают листьям характерную желтую и оранжевую окраску [2].

Каротиноиды выступают также в роли светосборщиков и наряду с этим играют важную роль в защите фотосинтетического аппарата от фотоповреждений [2].

Методика проведения исследований. Фотокolorиметрический метод позволяет установить концентрации отдельных пигментов без предварительного разделения вытяжки на компоненты и калибровочных кривых. Расчет содержания отдельных веществ в смеси производится по формулам, учитывающим положения максимумов поглощения пигментов и содержащим поправочные коэффициенты на наличие других пигментов и компонентов, рассеивающих свет [3].

С целью проведения опыта были собраны листья комнатных растений: толстянка овальная (*Crassula ovata*), фиалка домашняя (*Saintpaulia ionantha*), спатифиллум обильноцветущий (*Spathiphyllum floribundum*), пеларгония зональная (*Pelargonium zonale*), хлорофитум (*Chlorophytum comosum*), плющ восковой (*Hoya carnosa*), кодиеум пёстрый (*Codiaeum variegatum*), каланхое Блоссфельда (*Kalanchoe blossfeldiana*).

Затем получили вытяжку пигментов из зеленых листьев растений. Для этого использовали на веску 0,3-0,5 г и 100 % ацетон. Для определения сухого вещества брали аналогичные навески, помещали в металлический бюкс и высушивали при 105°C до постоянного веса. Для анализа количества пигментов на единицу площади листа, из средней его части по одну сторону от главной жилки, пробочным сверлом с диаметром 6-8 мм сделали 10-15 высечек, которые были использованы для извлечения пигментов. Полученный экстракт из колбы Бунзена перенесли в мерный цилиндр и довели до определенного объема ацетоном [3].

Определение концентрации пигментов без их предварительного разделения проводилось на спектрофотометре при длинах волн: для ацетона – 662, 644, 440 нм [3].

На основании данных об оптической плотности ацетоновой вытяжки пигментов при определенных длинах волн провели расчет по формулам содержания хлорофиллов a и b, а также каротиноидов на единицу сырой и сухой массы растения (либо единицу площади листовой поверхности).

Расчет концентрации пигментов (мг/дм³):

$$C_a = 9,784D_{662} - 0,99Z_{644};$$

$$C_b = 21,426D_{644} - 4,650D_{662};$$

$$C_a + C_b = 5,134D_{662} + 20,436D_{644};$$

$$C_{кар} = 4,695D_{440} - 0,268(C_a + C_b),$$

где C_a – концентрация хлорофилла a, мг/дм³; C_b – концентрация хлорофилла b, мг/дм³; $C_{кар}$ – концентрация каротиноидов, мг/дм³ [3].

Содержание пигментов (мг/100 г):

$$x = C \cdot V_2 \cdot 100 / n \cdot V_1 \cdot 1000,$$

где C – концентрация пигмента, мг/дм³; V – объем исходной вытяжки, см³; V_1 – объем исходной вытяжки, взятой для разбавления, см³; V_2 – объем разбавленной вытяжки, см³; n – масса навески [3].

Содержание хлорофилла *a* в листьях декоративных комнатных растений колебалось в пределах от 10,8 мг/дм³ (Хлорофитум пучковатый (*Chlorophytum comosum*)) до 13,2 мг/дм³ (Пеларгония зональная (*Pelargonium zonale*)). В среднем данный показатель составил 12,83 мг/дм³.

Содержание хлорофилла *b* в листьях декоративных комнатных растений варьировало в пределах от 13,66 мг/дм³ (Каланкое Блоссфельда (*Kalanchoe blossfeldiana*)) до 23,65 мг/дм³ (Кодиеум пестрый (*Codiaeum variegatum*)). В среднем данный показатель составил 17,58 мг/дм³.

Содержание каротиноидов в листьях декоративных комнатных растений колебалось в пределах от 0,62 мг/дм³ (Пеларгония зональная (*Pelargonium zonale*)) до 3,64 мг/дм³ (Кодиеум пестрый (*Codiaeum variegatum*)). В среднем данный показатель составил 1,82 мг/дм³ (рисунок 1).



Рисунок 1 - Содержание хлорофиллов *a* и *b* в листьях декоративных комнатных растений

В целом, у изученных видов растений отмечено наибольшее содержание хлорофилла *b* в листьях по сравнению с остальными пигментами, что говорит об использовании растениями более длинноволновой части спектра.

Характерной особенностью пигментов хлоропластов является способность их поглощать определённые лучи света; хлорофиллы *a* и *b* сильнее поглощают красные и синие лучи, а каротиноиды – синие [4].

На положение максимумов спектра поглощения оказывают влияние природа растворителя и взаимодействие молекул хлорофилла друг с другом, а также с другими пигментами, липидами и белками. У агрегированных молекул хлорофилла (например, в твердых пленках и у хлорофилла, находящегося в хлоропластах) красный максимум поглощения сдвинут в длинноволновую область [3].

В результате проделанной работы установлено, что растения, имеющие более крупные листья, содержат большее количество хлорофилла и, соответственно фотосинтез у них протекает активнее.

Список литературных источников

1. Беликов, П.С. Физиология растений: учебное пособие / П. С. Беликов, Г. А. Дмитриева. – М.: Изд-во РУДН, 2002. – 248 с.
2. Еленевский, А.Г. Ботаника. Систематика высших или наземных растений / А.Г. Еленевский, В.Н. Тихомиров. – М.: Академия, 2009. – 432 с.
3. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 456 с.
4. Лебедев, С.И. Физиология растений / С.И. Лебедев. – М.: Колос, 2008. – 544 с.
5. Лотова, Л.И. Морфология и анатомия высших растений: учебное пособие / Л.И. Лотова.–М.: КомКнига, 2001.–528 с.

УДК 336.226

В.Н. Полищук, кандидат географических наук, доцент кафедры экологии, естественных и математических наук,
Коммунальное высшее учебное заведение "Винницкая академия непрерывного образования", г. Винница, Украина

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НАЛОГОВ НА ФИСКАЛЬНУЮ СОСТАВЛЯЮЩУЮ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

В статье предложено учитывать опыт стран – членов Европейского союза в вопросах формирования эффективной системы экологического налогообложения. Определена степень эффективности системы