



Empirický a aplikovaný výzkum

Chemické vědy

УДК 543.422.3:615.322.073

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ЗЕЛЕННЫХ ЛИСТЬЕВ

В. М. Колдаев

*Доктор биологических наук, профессор,
Горнотаежная станция
им. В. Л. Комарова ДВО РАН,
п. Горнотаежное, Приморский край, Россия*

THE ABSORPTION SPECTRUMS OF ETHANOL EXTRACTS FROM GREEN LEAFS

V. M. Koldaev

*Doctor of Biological Sciences, professor,
Mountain-taiga Station
named after V. L. Komarov FEB RAS,
Gornotaezhnoe, Russia*

Summary. In this article the objective laws the correlation of content a chlorophylls and other pigments in green leaves are described. It is recording absorption spectrums of extracts from leaves 34 plants 21 families. This spectrum subdivides into three basic types by arrangement of greatest maximum in middle-wave, long-wave ultra-violet, visible part of optical range. We estimate the relative content of chlorophyll and other pigment by ratio optical density of length wave 664 nm and optical density of length wave of greatest maximum. The first type is characterized by low, the second type by middle and third type by the most content of chlorophyll in green leaves in comparison with other pigments.

Keywords: chlorophyll; pigment; extract; spectrophotometry.

Фоторецепторная система зеленого листа строится посредством тетрапирролов, образующих циклическую структуру хлорофиллов и фикобилинов, а также полиизопреноидов, создающих большой и разнообразный класс каротиноидов [4]. Кроме указанных веществ в процессах утилизации энергии света в какой-то мере участвуют соединения с хромофорными группами антоцианы, флавоноиды и др. [1; 5]. Соотношение

поглощения энергии хлорофиллами и других пигментов изучены недостаточно полно, хотя имеют практическое значение, например, для оценки состояния растительных ресурсов. Спектрофотометрическое определение относительной поглощательной способности хлорофиллов по сравнению с другими хромофорами в спиртовых экстрактах из зеленых листьев растений составило цель нашей работы.



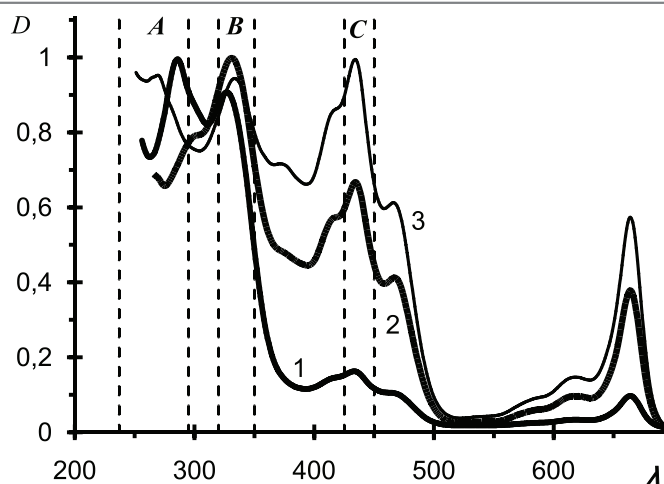
Материалом исследований служили листья 34 видов растений из 21 семейства, взятые во время цветения. Отбираемый материал рандомизировали двойной слепой пробой с использованием случайных чисел. Из трех отобранных листьев каждого вида растения вырезали в средней трети по два фрагмента площадью 1 кв. см симметрично осевой линии, которые немедленно растирали в ступке с кварцевым песком и 10 мл 95% этилового спирта с добавлением углекислого магния, затем фильтровали во флаконы темного стекла. Все манипуляции выполняли в затемненном помещении. Спектры регистрировали на цифровом спектрофотометре UV-2501PC (Shimadzu, Япония), обрабатывали по описанной ранее авторской методике [2] и находили длину волны наиболее высокого максимума (НВМ). Соотношение поглощения хлорофиллов относительно других пигментов оценивали по коэффициенту

$$K = D(664)/D(\text{НВМ}),$$

где $D(664)$ – оптическая плотность на аналитической длине волны 664 нм, со-

ответствующей максимуму поглощения хлорофилла в спиртовом экстракте из зеленого листа; $D(\text{НВМ})$ – оптическая плотность на длине волны наиболее высокого максимума в спектре.

Исследования показали, что зарегистрированные абсорбционные спектры экстрактов из листьев зеленых растений имеют от 6 до 8 максимумов разной высоты в ультрафиолетовом (УФ) и видимом диапазонах, длины волн которых согласуются с литературными данными [5]. Судя по полученным результатам, НВМ в спектрах экстрактов из листьев разных растений попадают как в УФ, так и в видимый, синий диапазоны. В зависимости от длины волны НВМ зарегистрированные спектры можно подразделить на несколько групп. В первую группу включены спектры, имеющие НВМ в коротковолновой 237–295 диапазон *A*, во вторую – в длинноволновой 320–350 диапазон *B* ультрафиолетовой области, в третью – в видимой синей области 425–450 нм диапазон *C* (см. таблицу).



Нормированные абсорбционные спектры этанольных экстрактов из листьев душицы обыкновенной (1), лопуха большого (2) и пырея ползучего (3). А, В, С – диапазоны длин волн наиболее высоких максимумов. По вертикали – оптическая плотность (D) в относительных единицах, по горизонтали – длина волны (λ) в нм



Диапазон (Д, нм) наиболее высоких максимумов, их длина волны (λ, нм), коэффициент К и его репрезентативный интервал (РИ) для абсорбционных спектров спиртовых экстрактов из листьев разных видов растений

Д	Вид растения	l	К	РИ
А (237-295)	Береза маньчжурская (<i>Betula mandshurica</i> Nakai)	267	0,14	0,10-0,26
	Бобы черные (<i>Vicia faba</i> L.)	266	0,13	
	Дайкон (<i>Raphanus sativus</i> Stank.)	264	0,25	
	Гречиха (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench.)	259	0,23	
	Дицентра (<i>Dicentra spectabilis</i> Bernh.)	262	0,19	
	Душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.)	286	0,10	
	Жимолость Маака (<i>Lonicera maackii</i> Maxim.)	286	0,18	
	Купальница Ледебура (<i>Trollius ledebourii</i> Rchb.)	267	0,20	
	Лимонник китайский (<i>Schisandra chinensis</i> Baill.)	268	0,16	
	Недотрога обыкновенная (<i>Impatiens noli-tangere</i> L.)	237	0,25	
	Недотрога Ройля (<i>Impatiens roylei</i> Walp.)	268	0,21	
	Ревень пальчатый (<i>Rheum rhabarbarum</i> L.)	271	0,18	
	Сирень амурская (<i>Syringa amurensis</i> Rupr.)	281	0,26	
	Сирень персидская (<i>Syringa persica</i> L.)	251	0,19	
Черемуха азиатская (<i>Padus asiatica</i> Kom.)	282	0,23		
В (320-350)	Анис обыкновенный (<i>Anisum vulgare</i> Gaerth.)	332	0,22	0,27-0,46
	Брокколи (<i>Brassica oleracea</i> Plenck)	331	0,31	
	Горчица сарепская (<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern.)	341	0,38	
	Иссоп лекарственный (<i>Hyssopus officinalis</i> L.)	327	0,32	
	Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)	331	0,42	
	Лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.)	329	0,39	
	Лопух большой (<i>Arctium lappa</i> L.)	331	0,38	
	Овсяница даурская (<i>Festuca dahurica</i> Krecz.)	335	0,46	
	Патриния скабиозолистная (<i>Patrinia scabiosifolia</i> Fisch. ex Link.)	337	0,54	
	Чабер садовый (<i>Satureja hortensis</i> L.)	330	0,32	
Черда трехраздельная (<i>Bidens tripartite</i> L.)	326	0,27		
С (425-450)	Галинзога (<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.)	434	0,58	0,47-0,64
	Горох посевной (<i>Pisum sativum</i> L.)	434	0,59	
	Клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.)	434	0,61	
	Лук скорода (<i>Allium schoenoprasum</i> L.)	434	0,63	
	Настурция большая (<i>Tropaeolum majus</i> L.)	434	0,60	
	Пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski)	434	0,58	
	Редька посевная (<i>Raphanus sativus</i> L.)	434	0,60	
	Цуккини (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	434	0,59	

Типичные спектры групп показаны на рисунке: из первой группы спектр экстракта листьев душицы обыкновенной, второй – лопуха большого и третьей – пырея ползучего. Наибольшая часть исследованных спектров 44 % относит-

ся к первой группе, ко второй и третьей группам 32 и 24 % соответственно.

Как известно, для спектров спиртовых извлечений из зеленых листьев максимум поглощения в области 660–665 нм является обобщенным



признаком хлорофиллов, а его высота (оптическая плотность) отображает их суммарное поглощение [3; 4]. Наиболее высокие максимумы соответствуют поглощению не хлорофилловых пигментов листа. Отношение высот максимумов на аналитической длине волны 664 нм и на длинах волн НВМ, или коэффициент K , дает представление об относительной по сравнению с другими пигментами поглотительной способности хлорофиллов. Полученные данные показывают, что коэффициент K для листьев каждого вида растения принимает индивидуальные значения (см. таблицу). В первой группе спектров с НВМ в коротковолновой области УФ диапазона коэффициенты K имеют самые низкие значения в так называемом репрезентативном интервале (РИ) от 0,10 до 0,26. Во второй группе спектров с НВМ в длинноволновой части УФ коэффициенты K принимают значения в репрезентативном интервале от 0,27 до 0,46, то есть в среднем имеет более высокие значения по сравнению с коэффициентами для спектров первой группы. Правда, указанная тенденция выполняется не строго. Так, для спектра извлечений из листьев аниса обыкновенного значения K оказываются меньше нижней границы РИ, а для патринии скабиозолистной превышают его верхнюю границу. Для всех спектров третьей группы коэффициент K имеет наибольшие значения в интервале 0,46–0,64, превосходит коэффициенты K первой и второй групп в 2,97 и 1,51 раза соответственно. В целом коэффициент линейной корреляции между длиной волны НВМ и значением K достигает величины $0,88 \pm 0,07$ ($p < 0,001$), другими словами, закономерная тенденция – чем короче длина волны НВМ, тем меньше значение K – выполняется с вероятностью 0,77. Таким образом, растения со спектрами первой группы (А) характеризуются низким, второй (В) средним и третьей (С) относительно высоким поглощением хлоро-

филлов в зеленых листьях по сравнению с другими пигментами.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Абсорбционные спектры спиртовых экстрактов из зеленых листьев разных видов растений подразделяются на три группы по положению наиболее высоких максимумов в коротковолновой, длинноволновой частях ультрафиолетового и в синей области оптического диапазонов.

2. Листья с наиболее высокими максимумами спектров поглощения в коротковолновом УФ в основном имеют низкое, в длинноволновом УФ среднее и в видимой области наибольшее сравнительное поглощение хлорофиллов по отношению к другим пигментам зеленого листа.

Библиографический список

1. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. – М.: Академия, 2003.
2. Колдаев В. М. Спектры поглощения экстрактов из лекарственных растений Приморья. – М.: Спутник+, 2013.
3. Колдаев В. М. Разновидности абсорбционных спектров этанольных извлечений из листьев растений // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5 (3). – С. 1793–1795.
4. Физиология растений / Под ред. И. П. Ермакова. – М.: Академия, 2007.
5. Хелдт Г. В. Биохимия растений. – М.: БИНОМ, 2011.

Bibliograficheskiy spisok

1. Gavrilenko V. F., Zhigalova T. V. Bolshoy praktikum po fotosintezu. – М.: Akademiya, 2003.
2. Koldaev V. M. Spektryi pogloscheniya ekstraktov iz lekarstvennyih rasteniy Primorya. – М.: Sputnik+, 2013.
3. Koldaev V. M. Raznovidnosti absorbtсионnyih spektrov etanolnyih izvlecheniy iz listev rasteniy // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. – 2014. – Т. 16. – № 5 (3). – С. 1793–1795.
4. Fiziologiya rasteniy / Pod red. I. P. Ermakova. – М.: Akademiya, 2007.
5. Heldt G. V. Biohimiya rasteniy. – М.: BINOM, 2011.

© Колдаев В. М., 2015