

ИЗМЕНЕНИЕ СПЕКТРОВ ОКРАШЕННЫХ ПЛЕНОК ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

© 2015 Т.А. Антипова, Н.С. Ефремова, В.А. Жукова

Самарский государственный университет

Поступила в редакцию 05.02.2015

В данной статье рассмотрено влияние неблагоприятных факторов на спектры пропускания пленок из желатина, содержащих экстракты растений. Проведен анализ изменения концентрации хлорофилла и установлено, какие экстракты растений наиболее пригодны для исследований в данной области в зависимости от устойчивости к внешним возбудителям.

Ключевые слова: хлорофилл, желатиновые пленки, спектры пропускания, УФ-излучение.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время крупные города испытывают экологический кризис в связи с увеличением транспортного потока и интенсивной застройкой жилыми, а так же промышленными помещениями. Поэтому возникает необходимость в экспрессных методах контроля окружающей среды. Наиболее распространенными среди них являются оптические методы, основанные на изучении спектров отражения, пропускания и рассеяния листьев растений.

В данной работе были исследованы изменения спектров пропускания листьев различных растений под влиянием неблагоприятных внешних воздействий с целью определения растения-индикатора при «экологическом стрессе».

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Основным пигментом растений, ответственным за фотосинтез, является хлорофилл. В растениях он присутствует в двух формах а и б. Основным для молекулы хлорофилла является наличие атома магния и кольца с расположенным посередине фитольного хвоста. При поглощении света молекула хлорофилла переходит из основного состояния S_0 в возбужденное состояние S_1 или S_2 при поглощении излучения в синей и красной области спектра, соответственно [1]. Это определяет наличие в спектре хлорофилла двух главных максимумов в области 640-660 нм и 420-440 нм.

Изменение содержания и соотношения синтетических пигментов может служить тестом,

позволяющим оценить различные дозы техногенного воздействия. Для измерения содержания хлорофилла разные авторы предлагают методы обратного комбинационного рассеяния [2], лазерной индуцированной флуоресценции [3], ИК-спектроскопии, Фурье спектроскопии.

Для оценки степени вредного воздействия окружающей среды используют хвойные растения, березу, тополь, водоросли, подорожник и т.д. При этом, как правило, сравнивают спектры растений в один и тот же день в разных пунктах города, которые условно считаются экологически «чистыми» и экологически «загрязненными». Тем не менее, растения находятся изначально в разных условиях роста. Поэтому является актуальным создание тест-объектов.

В данной работе в качестве примера тест-объектов использовали растворы трав и желатиновые пленки, окрашенные экстрактами чистотела, крапивы, мяты, лопуха, одуванчика как наиболее распространенных растений, а также раствор хлорофиллипта.

Для приготовления пленок использовали желатин различных марок. Бралась навеска 130г желатина, добавляли 250 мл воды, смесь доводили до 35-40°C и тщательно перемешивали. После этого повышали температуру смеси до ~60°C и добавляли 5-15 мг глицерина для уменьшения хрупкости пленок, и вновь тщательно перемешивали. В полученный раствор добавляли экстракт травы, смесь остужали и выливали на стеклянную очищенную ровную поверхность.

Электронные спектры пропускания регистрировали с помощью однолучевого спектрофотометра Spocol 1300, работающий в области от 190 до 1100 нм, пределы допускаемой погрешности длин волн $\pm 0,1$ нм, абсолютная погрешность при измерении оптической плотности $\pm 0,004$, пропускания $\pm 0,1\%$.

При использовании спектров растений для анализа экологической обстановки разные авторы пользуются разными индексами. Мы взяли в качестве них наиболее распространенные:

Антипова Татьяна Александровна, студентка.

E-mail: tantipova04@mail.ru

Ефремова Наталья Сергеевна, выпускница Самарского государственного университета.

Жукова Валентина Александровна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры оптики и спектроскопии. E-mail: va_zhukova@mail.ru

1- I – изменение интенсивности полосы на определенной длине волны в зависимости от расстояния до источника техногенного воздействия, от времени техногенного воздействия и т.д.;

$$2 - k = \frac{I_{750}}{I_{664}} - \text{отношение интенсивностей по-}$$

лос на длинах волн 750 нм и 664 нм, соответствующих поглощению клетчатки и хлорофилла а;

$$3 - p = \frac{I_0 - I}{I_0 + I} - \text{изменение относительной}$$

интенсивности полосы 664 нм

4 - ΔI – разность между спектром пропускания эталонного растения I_0 и спектра пропускания I , подвергнутого экологическому стрессу

$$5 - n = \frac{I_{550}}{I_{415}} - \text{отношение двух самых интен-}$$

сивных полос в спектре хлорофилла:

Значения спектральных индексов для различных трав представлены в табл. 1.

Изменения пропускания в области 670 нм (хлорофилл *a*) являются достаточно существенными: при изменении концентрации хлорофилла в 3 раза, интенсивность полосы изменяется на 19 у подорожника, на 29 – у лопуха. Это очень удобный критерий. Наиболее сильно спектральный индекс 2 изменяется для мать-и-мачехи. Спектральный индекс 3 удобен при использовании мать-и-мачехи и крапивы. Спектральный индекс 4 удобнее использовать для лопуха. Для всех остальных растений изменения примерно одинаковы. Спектральный индекс 5 удобно использовать для мать-и-мачехи и крапивы.

Можно сделать вывод, что в зависимости от выбора растения-индикатора, следует пользоваться разными спектральными индексами. В дальнейшем будет пользоваться изменением спектров пропускания и индексом

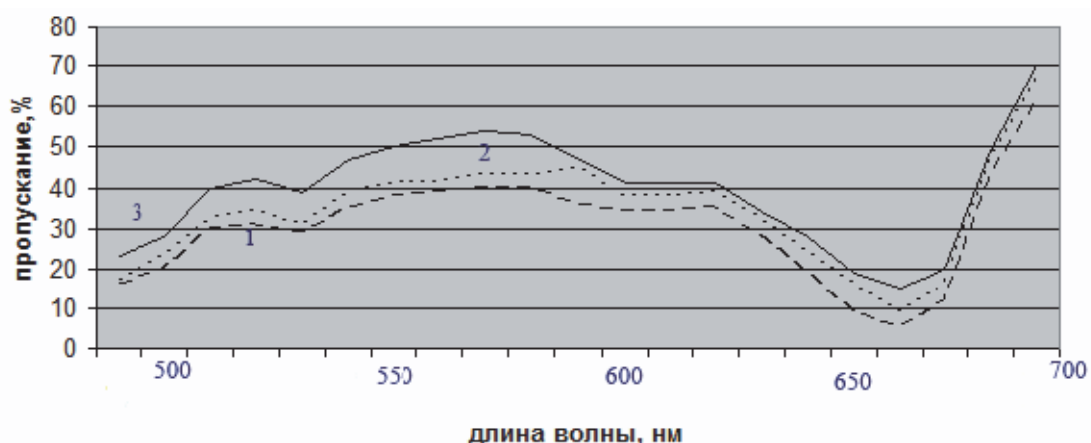


Рис. 1. Спектры пропускания пленок с крапивой, подверженных воздействию ацетона: 1- чистая пленка; после экспонирования в ацетоне: 2- 2 мин: 3- 5 мин

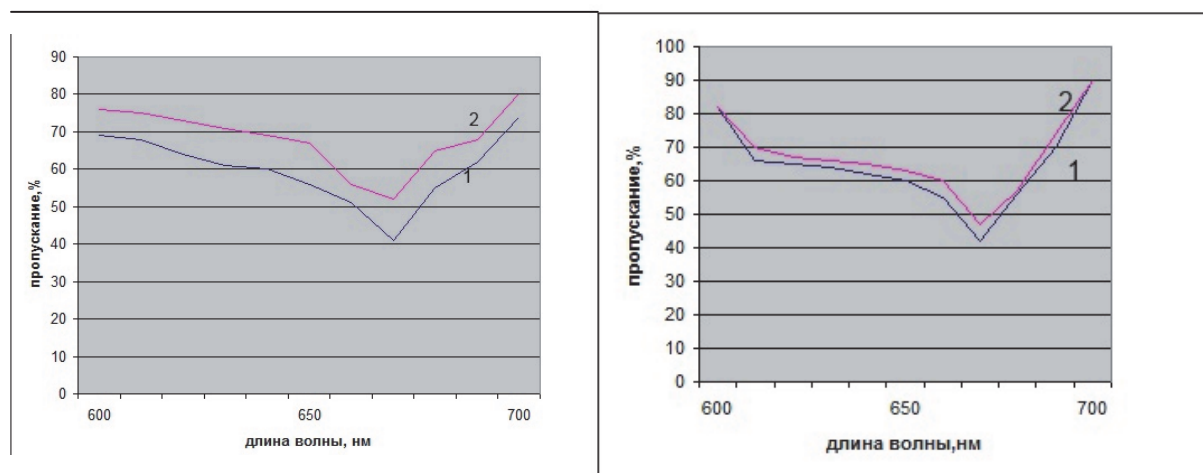


Рис. 2. Спектры пленок с экстрактами чистотела (а) и одуванчика (б): 1-чистая пленка; 2- после воздействия СПАВ в течение 5 мин

Таблица 1. Спектральные индексы

	№1 (I)	№2 ($k = \frac{I_{750}}{I_{664}}$)	№3 ($p = \frac{I_0 - I}{I_0 + I}$)	№4 ($\Delta I = I_0 - I$)	№5 ($n = \frac{I_{550}}{I_{415}}$)
Одуванчик	22,5	1,57	0,29	22,5	1,34
Подорожник	19	0,5	0,15	19	0,41
Крапива	22	2,8	0,4	22	2,2
Лопух	29	1	0,3	29	0,8
Мать-и-мачеха	21	6,3	0,52	21	5,2

$$k = \frac{I_{750}}{I_{664}}$$

В качестве примера на рисунках 1 и 2 представлены спектры окрашенных пленок до и после негативного воздействия окружающей среды.

Как видно, интенсивность пропускания полосы 660 нм растет, что свидетельствует об уменьшении концентрации хлорофилла. Изменение интенсивности полосы хлорофилла *a* составляет 12,5% для крапивы, 8,3% для мелиссы и 7% для хлорофиллипта, что соответствует изменению

концентрации хлорофилла приблизительно на 30-40 %. Согласно полученным данным наибольшие изменения наблюдаются для крапивы.

На рис. 3 приведены спектры пленок мелиссы при воздействии УФ-излучения.

На длине волны 600 нм (хлорофилл *b*) изменение интенсивности полосы для крапивы составляет 12,6 % и 3,3% для мелиссы, а на длине волны 670 нм (хлорофилл *a*), соответственно, 9,6% и 2,6%.

Следовательно, содержание хлорофилла *a* и хлорофилла *b* убывает, что уменьшает передачу энергии фотосистемам ФС- I и ФС- II.

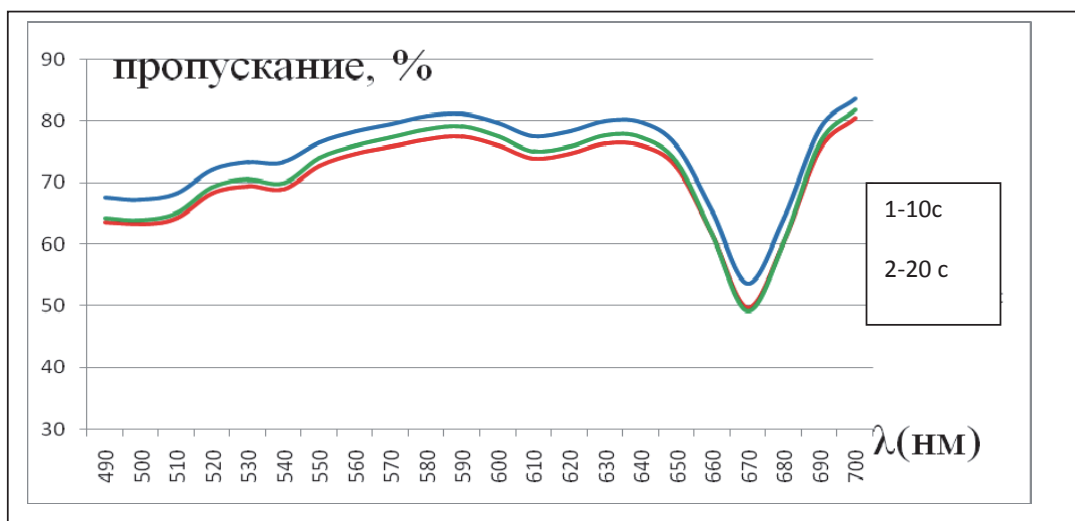


Рис. 3. Спектры пропускания пленок с мелиссой облученные УФ-излучением

Таблица 2. Изменение интенсивности полосы 600 нм

Время, с	Крапива, % пропускания	Мелисса, % пропускания
0	50,4	74,5
1	54,9	76,0
5	60,9	79,7
10	63,0	77,5

Таблица 3. Изменение интенсивности полосы 670 нм

Время, с	Крапива, % пропускания	Мелисса, % пропускания
0	6,9	51,6
1	8,9	49,7
5	12,3	53,7
10	16,6	54,2

ВЫВОДЫ

Измерены спектры растворов и пленок, содержащие чистотел, крапиву, мелиссу, подорожник, лопух, одуванчик, хлорофиллит, мать-и-мачеху и установлено существенное изменение спектров под действием стрессовых факторов.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что окрашенные желатиновые пленки могут использоваться в качестве тестовых объектов при контроле экологической обстановки.

Лучшими «индикаторами» выбраны мать-и-мачеха, крапива и мелисса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гуринович Г.П., Севченко А.Н., Соловьев К.Н.* Спектроскопия хлорофилла и родственных соединений, Минск: Наука и техника, 1968.
2. *Братченко И.А., Воробьева Е.В., Захаров В.П., Тимченко П.Е., Котова С.П.* Экспериментальные исследования и математическое моделирование оптических характеристик растительной ткани // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2007. Т.9. №3. С. 620-625.
3. *Лысенко В.С., Варлуни Т.В., Соьер В.Г., Краснова В.П.* Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса // Фундаментальные исследования. 2013. №4. С. 113-120.

CHANGES IN THE SPECTRA OF DYED PELLICLE UNDER THE ACTION OF THE ENVIRONMENT

© 2015 T.A. Antipova, V.A. Zhukova, N.S. Efremova

Samara State University

This article describes the impact of adverse factors on the transmission spectra of the gelatin pellicle containing plant extracts. The changes in the concentration of chlorophyll were analysed and the extracts of the plants most suitable for research in this area depending on their resistance to external agents were found.
Key words: chlorophyll, gelatin pellicle, transmission spectra, UV radiation.