

ЗАВИСИМОСТЬ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕМЯН ОТ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

М.В.Беляков

Национальный исследовательский университет «МЭИ», филиал г. Смоленск

Проведены исследования спектральных характеристик возбуждения (поглощения) и люминесценции семян различных культур в магнитном поле и без него. Под действием магнитного поля снижение интегрального потока люминесценции в магнитном поле является незначительным, а для семян перца практически не проявляется. Исследована зависимость люминесцентных характеристик от предварительного облучения ультрафиолетовым излучением. Проведено исследование влияния температуры на люминесцентные характеристики семян различных видов. Закономерности измерений не наблюдается: расположение кривых не упорядочено. Различие минимальных и максимальных потоков люминесценции составляет до 5,7%. Внешние факторы (магнитное поле, излучение, температура) существенно не влияют на величину потока люминесценции, также качественно не меняются спектры возбуждения (поглощения) и люминесцентного свечения семян.

Ключевые слова: семена растений, спектры возбуждения и фотолюминесценции, магнитное поле, оптическое излучение, температура.

Создание люминесцентного экспресс-анализатора таких параметров качества семян растений как всхожесть [4, 5, 4] и влажность [3, 6] должно предусматривать знание степени влияния на показания прибора таких факторов как внешнее магнитное поле, электромагнитное излучение, температура образцов. Были проведены исследования спектральных характеристик возбуждения (поглощения) и люминесценции семян различных культур в магнитном поле и без него.

Для экспериментов были отобраны партии по 10 семян пшеницы, гороха, перца и клевера. Магнитное поле создавали постоянным магнитом, расположенным на расстоянии 3 см от семени. Измерения проводили на спектрофлуориметре «Панорама» аналогично измерениям, представленным в статье [1].

Спектры семян пшеницы представлены на рис. 1. Каждая кривая является усреднением по 10 измерениям.

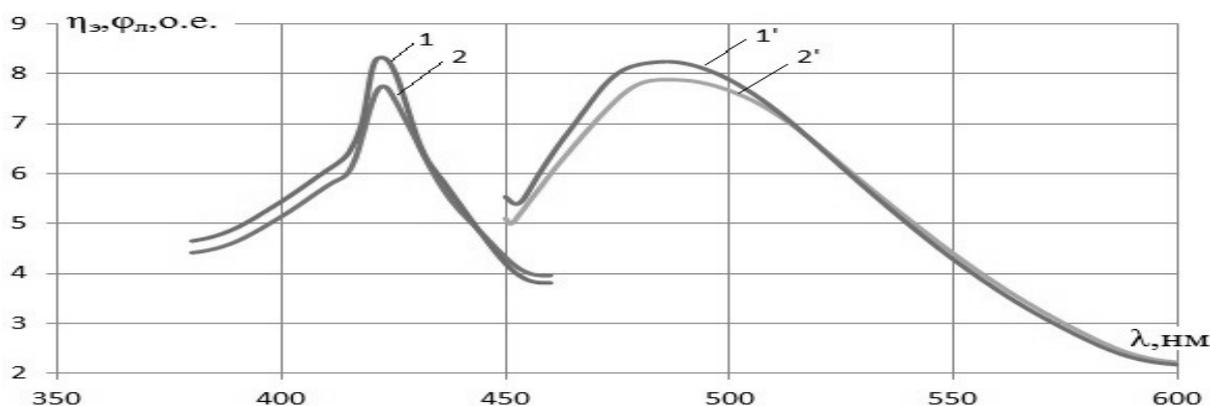


Рис. 1. Спектральные характеристики возбуждения и люминесценции семян пшеницы: 1 и 1' — без магнитного поля, 2 и 2' — под действием магнитного поля

Из рис. 1 видно, что под действием магнитного поля сигнал становится меньше у спектров возбуждения и люминесценции. Для остальных культур зависимость примерно такая же: под влиянием магнитного поля наблюдается снижение сигнала.

Результаты расчета интегральных параметров спектров возбуждения без магнитного поля H и в магнитном поле H_m , а также люминесценции (Φ и Φ_m соответственно) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета интегральных параметров для исследования влияния магнитного поля на семена различных культур

Культура	H , о.е.	H_m , о.е.	Φ , о.е.	Φ_m , о.е.	$\frac{\Phi - \Phi_m}{\Phi}, \%$
Перец	1256	1241	2073	2069	0
Клевер	108	105	234	229	1,0
Горох	134	128	252	246	4,6
Пшеница	503	481	889	847	4,8

Снижение интегрального потока люминесценции Φ_m в магнитном поле является незначительным (менее 5% у пшеницы), а для семян перца практически не проявляется. Для стимуляции всхожести семян применяется электромагнитное излучение [2]. Для проверки его влияния на люминесцентные характеристики семян были проведены опыты с использованием излучателя, в состав которого входит светодиодная матрица с УФ-излучением и универсальный блок питания.

Были выбраны следующие параметры облучения: расстояния 5 см и 10 см, время обработки 10 с и 20 с. Для выявления зависимостей были выбраны несколько культур: рожь,

тритикале, фасоль и горох. Отбирали 10 семян, измеряли их спектры возбуждения и люминесценции до облучения, затем производили облучение на определенном расстоянии и в течение заданного времени, а после также измеряли спектры возбуждения и люминесценции. Для измерения облучённости использовали люксметр-УФ-радиометр ТКА-01/3.

Изменения потока люминесценции облучённых семян Φ_{co} относительно необлучённых Φ_{co} при изменении экспозиции H представлены в табл. 2.

Таблица 2

Относительное изменение потока люминесценции при различной экспозиции

Культура	$H, \text{ мДж/м}^2$	$\frac{\Phi_{\text{св}} - \Phi_{\text{бв}}}{\Phi_{\text{бв}}}, \%$	Культура	$H, \text{ мДж/м}^2$	$\frac{\Phi_{\text{св}} - \Phi_{\text{бв}}}{\Phi_{\text{бв}}}, \%$
Рожь	6,2	2	Фасоль	6,2	2
	8,3	-1		8,3	1
	12	1		12	-1
	17	0		17	1
Тритикале	6,2	1	Горох	6,2	-1
	8,3	1		8,3	-1
	12	0		12	0
	17	-6		17	0

Четкой зависимости спектров возбуждения и люминесценции при облучении семян на разных расстояниях и интервалах времени выявить не удалось.

Как видно из табл. 2, для семян ржи, фасоли и гороха изменение потока люминесценции колеблется в районе нуля, а для семян тритикале при максимальной экспозиции различие составляет 6%.

Проведено исследование влияния температуры на люминесцентные характеристики семян различных видов. Для исследования были взяты по 20 семян пшеницы, тритикале, фасоли и козлятника. Всхожесть составляла 98-100%. Температуру изменяли по нарастанию (-30...+20°C). Полученные результаты спектральных измерений для семян фасоли представлены на рис. 2. На рис. 2 видно, что закономерности измерений не наблюдается: расположение кривых не упорядоченно.

Результаты расчёта интегральных параметров спектров при разных температурах представлены в табл. 3. Различие минимальных и максимальных потоков люминесценции составляет 5,7%, что можно объяснить погрешностью при установке семян на торце измерительного световода спектрофлуориметра.

Для других исследованных культур установлено, что изменение температуры также не влияет на люминесценцию семян. При линейной аппроксимации зависимостей потока от температуры коэффициенты при первой степени очень малы, имеют разные знаки для разных культур, а коэффициенты корреляции составляют от 0,10 до 0,37.

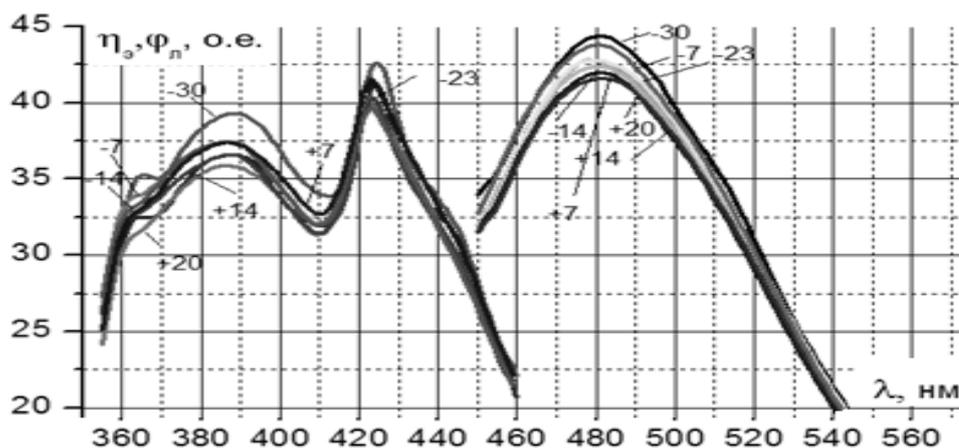


Рис. 2. Усредненные спектры возбуждения и люминесценции семян фасоли разных температур

Таблица 3

Результаты расчёта интегральных параметров спектров семян фасоли различной температуры

Температура, °С	Н, о.е.	Ф, о.е.
-30 (243 К)	3671	4275
-23 (250 К)	3474	4124
-14 (255 К)	3418	4083
-7 (266 К)	3500	4183
+7 (280 К)	3445	4042
+14 (287К)	3487	4071
+20 (293К)	3546	4203

Из полученных результатов можно сделать выводы, что исследуемые внешние факторы (магнитное поле, излучение, температура) существенно не влияют на величину потока люминесценции и, главное, не меняют качественно спектры возбуждения (поглощения) и люминесцентного свечения семян.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков М. В. Исследование люминесцентных свойств пшеницы и овса различной всхожести. // Вестник ВИЭСХ. 2016. №1 (22). С. 30-33.
2. Беляков М.В. Оптико-электронная технология и средства управления биологической активностью семян: дис....

канд. техн. наук: 05.20.02. Смоленск, филиал МЭИ (ТУ), 2008. 143 с.

3. Беляков М. В. Оптические спектральные свойства семян растений различной влажности // Вестник НГИЭИ. 2016. №4(59). С. 38-50.

4. Беляков М. В., Выборнова Е. И. Разработка люминесцентного анализатора всхожести семян агрокультур // Вестник НГИЭИ. 2017. №1(68). С. 39-52.

5. Беляков М. В., Нурпеисова Д. О., Иванова В. В. Обоснование выбора источника излучения для анализатора фотолюминесценции семян растений // Энергетика, информатика, инновации – 2016: Сб. трудов VI Межд. науч.-техн. конф. Смоленск: Универсум, 2016. Т. 2, С.30-34.

6. Belyakov M., Kulikova M., Novikova M. Spectral photoluminescence characteristics of the seeds of cereal plants in different humidity. //

XIX International Scientific and Practical Conference «International Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education». New York. USA. International scientific review. 2016. № 11 (21). P. 22– 25.

7. Gavrilentov V., Belyakov M., Chulakova V. The synthesis of the optical system, the model analyzer photoluminescence. // XIII Interna-

tional scientific and practical conference «International scientific review of the problems and prospects of modern science and education». – Chicago, USA. International scientific review. 2016. № 5 (15). P. 27– 30.

Рукопись поступила в редакцию 07.07.2017

DEPENDENCE OF PHOTOLUMINESCENT CHARACTERISTICS OF SEEDS ON EXTERNAL FACTORS

M. Belyakov

Researches of spectral characteristics of excitation (absorption) and a luminescence of seeds of various cultures have been conducted in a magnetic field and without it have been conducted. Under the influence of a magnetic field decrease of an integrated stream of a luminescence in a magnetic field is insignificant, and for pepper seeds practically it is not shown. Dependence of luminescent characteristics from of a preliminary irradiation by ultra-violet radiation are investigated. Research of influence of temperature on luminescent characteristics of seeds of various kinds is conducted. Laws of measurements it is not observed: the location of the curves is not ordered. Distinction of the minimum and maximum streams of a luminescence makes to 5,7 %. External factors (a magnetic field, radiation, temperature) essentially do not influence size of a stream of a luminescence, also do not change qualitatively spectra of excitation (absorption) and a luminescent luminescence of seeds.

Key words: plant seeds, excitation spectra and photoluminescence, magnetic field, optical radiation, temperature.