

## РАМАНОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ САЛАТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОСВЕЩЕНИЯ

*А.И. ЧЕРЕПНЕВ, Е.С. ШЕРЕМЕТ, Р.Д. РОДРИГЕС, С.Б. ТУРАНОВ*

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: cherepnev.aleksandr@gmail.com

Данная работа посвящена исследованию применения рамановской спектроскопии для отслеживания количества пигментов во время роста растений. Измерения проводились на образцах салата, выращенного под воздействием статического и динамического освещения.

Параметры освещения (качество света, интенсивность света и фотопериод) являются важнейшими переменными среды при регулировании роста, развития и накопления фитохимических веществ, особенно для овощей, выращиваемых в контролируемых условиях. С развитием технологии светодиодов (LED) стало возможным регулирование условий освещения для обеспечения идеального качества света, интенсивности и фотопериода для тепличных объектов [1].

- ❖ Статическое освещение – постоянное освещение, не изменяющееся по времени.
- ❖ Динамическое освещение – освещение, параметры которого меняются в процессе роста/вегетации растения.

Исследования, проведенные с растениями салата показали, что по параметрам морфогенеза: общая масса надземной части (листьев и стебля), корней, высота растений и площадь листьев растений, выращенных при динамическом режиме освещения были значительно выше (ФТ1), чем при стационарном (ФТ2) [2] (рис.1)



Рисунок 1 – Салат, выращенный под динамическим освещением (слева) и статическим (справа)

Нормализованные спектры от всех листьев салата, выращенных при различных условиях освещения, представлены на рисунке 2 в относительной шкале.

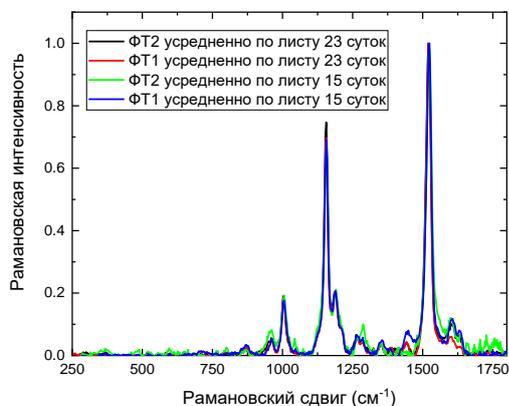


Рисунок 2 – Спектры ФТ1 и ФТ2 в возрасте 16 и 23 суток

Как видно из рисунка 2, все спектры примерно одинаковы, различия наблюдаются в диапазоне 1620-1640  $\text{cm}^{-1}$ , 1220-1255  $\text{cm}^{-1}$ . Можем заметить, что положение характерных пиков сохранилось. Самые высокие и интенсивные пики являются пиками каротиноидов: 1523  $\text{cm}^{-1}$ , 1156  $\text{cm}^{-1}$  и 1005  $\text{cm}^{-1}$  [3]. Менее интенсивные характерные пики хлорофиллов а и б. Хлорофилл(б): 1190  $\text{cm}^{-1}$ , 1607  $\text{cm}^{-1}$ , 1267  $\text{cm}^{-1}$ , 1633  $\text{cm}^{-1}$ . Хлорофилл(а): 1285  $\text{cm}^{-1}$ , 1619  $\text{cm}^{-1}$ , 1285  $\text{cm}^{-1}$ , 1630  $\text{cm}^{-1}$  [4].

Рассчитали отношение характерного пика каротиноидов (1523  $\text{cm}^{-1}$ ) к пику хлорофилла (1630  $\text{cm}^{-1}$ ) и сравнили с результатами биохимического анализа. Полученные результаты внесли в таблицу 2.

Таблица 2 – результаты рамановской спектроскопии.

Вариант	Отношение интенсивности пика каротиноидов/пик хлорофилла	
	16 суток	23 суток
ФТ1	12.40356	14.4446
ФТ2	14.0765	15.26507

По результатам работы видно, что изменения в относительной концентрации каротиноидов и хлорофилла при различном возрасте и различных режимах освещения незначительны. Вероятно, что изучение большего количества растений позволит уменьшить неопределенность эксперимента и идентифицировать такие различия.

#### Список литературы

1. Effects of light quality on the accumulation of phytochemicals in vegetables produced in controlled environments: a review; Zhong Hua Bian, Qi Chang Yang and Wen Ke Liu - J Sci Food Agric 2015; 95: 869–877.
2. Влияние спектрального состава света на морфогенез проростков орхидных в культуре *in vitro* [Электронный ресурс] / Л. В. Хоцкова [и др.] // Высокие технологии в современной науке и технике (ВТСТ-2018) : сборник научных трудов VII Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Томск, 26–30 ноября 2018 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А. Н. Яковлева. — Томск: Изд-во ТПУ, 2018. — [С. 144-145]. — Заглавие с титульного экрана. — Свободный доступ из сети Интернет.
3. Potential and limits of Raman spectroscopy for carotenoid detection in microorganisms: implications for astrobiology / Jan Jehlicka, Howell G. M. Edwards, Katerina Osterrothová, Julie Novotná, Linda Nedbalová, Jirí Kopecký, Ivan Nemeč and Aharon Oren. - Phil. Trans. R. Soc. A 2014; 372.
4. Raman spectroscopy of chlorophyll d from *Acaryochloris marina* / Zheng-Li Caia, Heping Zenga, Min Chenb, Anthony W.D. Larkumb. - Biochimica et Biophysica Acta 1556 (2002) 89 – 91.