

## ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА И ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА НА ФОТОСИНТЕЗ РАСТЕНИЙ

В.Н. Нурминский<sup>1</sup>, Ю.Б. Захаров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук, Россия, [cell@sifibr.irk.ru](mailto:cell@sifibr.irk.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, Россия, [contain@mail.ru](mailto:contain@mail.ru)

**Аннотация.** В настоящей работе исследовали влияние спектрального состава и интенсивности света на интенсивность ассимиляции CO<sub>2</sub> при фотосинтезе растений томата (*Solanum lycopersicum*). Изучение газообмена проводили с помощью портативного газоанализатора GFS-3000 (Walz, Германия). Получены графики зависимости уровня фотосинтеза от мощности излучения света при различных длинах волн: 395, 425, 445, 455, 525, 590, 605, 625, 655 нм.

**Ключевые слова:** томат, светодиодные облучатели, фотосинтез

**DOI:** 10.31255/978-5-94797-319-8-1327-1329

Свет в жизни растений играет определяющую роль. Световая энергия, прежде всего, определяет основополагающий процесс в растениях – фотосинтез. Жизнедеятельность растений находится в тесной зависимости от интенсивности и спектрального состава света. Показано, что свет разного спектрального состава регулирует рост и развитие, фотосинтетические процессы и продуктивность растений [Belous et al., 2012; Дорофеев и др., 2011; Карначук, Гвоздева, 1998; Карначук, Головацкая, 1998; Карначук и др., 2011].

Зависимость фотосинтеза от энергии света является вполне очевидной и существенной. Уже достаточно давно установлено отсутствие линейной зависимости между активностью процесса фотосинтеза и освещенностью. Световая кривая фотосинтеза (зависимость активности фотосинтеза от интенсивности света) имеет форму логарифмической кривой. Прямая зависимость скорости процесса от притока энергии имеет место только при низкой интенсивности света. В области насыщающих интенсивностей света дальнейшее увеличение освещенности не увеличивает скорость фотосинтеза.

Как известно, из всего спектра для жизни растений важна фотосинтетически активная, находящаяся в пределах от 380 до 710 нм, и физиологически активная радиация (300-800 нм), но наиболее значимы красные лучи, спектр которых находится в пределах от 600 до 720 нм [Belous et al., 2012; Дорофеев и др., 2011; Карначук, Гвоздева, 1998]. Эти световые волны необходимы для образования хлорофилла. Свет этой части спектра является основным поставщиком энергии для фотосинтеза и влияет на процессы, связанные с изменением скорости развития растения. Вместе с тем избыток красной части спектра задерживает процессы образования генеративных органов. Синие и фиолетовые (380-490 нм) лучи, как и красная составляющая, принимают непосредственное участие в фотосинтезе, стимулируют образование белков и регулируют скорость развития растения [Belous et al., 2012].

Помимо интенсивности существенное значение для фотосинтеза имеет спектральный состав света. Спектр действия фотосинтеза (кривая его зависимости от длины волны падающего света) при выровненном числе квантов имеет два четко выраженных максимума: в красной и синей части спектра, аналогичных максимумам

поглощения хлорофилла. Красные и синие лучи наиболее эффективны в фотосинтезе. Анализ кривой квантового выхода фотосинтеза в зависимости от длины волны показывает, что он имеет близкие значения в диапазоне длин волн 580–680 нм (около 0,11). В сине-фиолетовой части спектра (400–490 нм), поглощаемой наряду с хлорофиллами также и каротиноидами, квантовый выход снижается (до 0,06), что связывают с менее продуктивным использованием энергии, поглощаемой каротиноидами. В дальней красной области спектра (более 680 нм) наблюдается резкое снижение квантового выхода.

Качество света оказывает сложное и разностороннее влияние на фотосинтез. Спектральный состав света определяет состав продуктов, синтезируемых при фотосинтезе: на синем свете преимущественно синтезируются органические кислоты и аминокислоты, а позднее – белки, тогда как красный свет индуцирует синтез растворимых углеводов, а со временем – крахмала. Отмечено регулирующее действие синего света на активность ферментов фотосинтетического превращения углерода.

Известно, что различные спектры света могут вызывать у растений и различные процессы морфогенеза. По литературным данным, синий свет характеризуется как основной компонент морфогенеза [Катаева, Аветисов, 1981]. При синем свете формируются листья с большим содержанием хлорофилла. Показано, что синий свет усиливает закладку вегетативных почек у побегов табака в условиях *in vitro*, а красный стимулирует развитие цветочных почек [Константинова и др., 1987].

Для светокультуры растений необходимо знание теоретических основ и методов выращивания растений с помощью искусственного облучения. Источниками излучения в светокультуре растений служат электрические лампы различных типов. Необходимо, чтобы в их спектре были все участки видимого излучения с преобладанием красных, зеленых, синих и фиолетовых лучей, а также небольшая доля длинного ультрафиолетового и короткого инфракрасного света.

В настоящее время для освещения рассадных компонентов теплиц и светокультуры растений все более широко используются светильники с высокоэффективными газоразрядными лампами высокого давления (металлогалогеновыми (МГЛ) и натриевыми (ДНаТ)) мощностью 400–200 Вт. Оптимальное соотношение спектральных участков ФАР в общем светопотоке, наряду с другими факторами, может определять максимальную фотосинтетическую продуктивность растений. Повышение эффективности выращивания растений в светокультуре во многом связано с внедрением прогрессивных технологий, в том числе предусматривающих оптимизацию светового режима. Применение современных источников света, светодиодных облучателей, позволяет резко сократить энергозатраты на выращивание растений за счет высокой светоотдачи, длительного рабочего ресурса и возможности регулировать спектр облучения.

В настоящей работе исследовали влияние спектрального состава и интенсивности света на интенсивность ассимиляции  $\text{CO}_2$  ( $\text{мкмоль}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ ) при фотосинтезе растений томата (*Solanum lycopersicum*). Изучение газообмена проводили с помощью портативного газоанализатора GFS–3000 (Walz, Германия). Принцип газометрического определения скорости фотосинтеза с этой системе заключается в регистрации изменения концентрации  $\text{CO}_2$  в потоке газа, проходящего через камеру, герметически отделенную от атмосферы, в которую помещен лист растения. Достоинствами метода являются его относительная простота, высокая чувствительность, а также возможность измерения фотосинтетической активности на листе, не отделенном от растения. В результате проведенных исследований получены графики зависимости уровня фотосинтеза от мощности излучения света при различных длинах волн: 395, 425, 445, 455, 525, 590, 605, 625, 655 нм.

## Литература

Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В., Карначук Р.А. Оптимизация светового режима при культивировании оздоровленных растений картофеля *in vitro* с целью повышения продукционного процесса // Материалы VI Московского международного конгресса, часть 1 (Москва, 21-25 марта, 2011 г.). – М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – С. 238–239.

Карначук Р.А., Гвоздева Е.С. Влияние света на баланс фитогормонов и морфогенез в культуре ткани зародышей пшеницы // Физиология растений. – 1998. – Т. 45, № 2. – С. 289–295.

Карначук Р.А., Головацкая И.Ф. Гормональный статус, рост и фотосинтез растений, выращенных на свету разного спектрального состава // Физиология растений. – 1998. – Т. 45, № 6. – С. 925–934.

Карначук Р.А., Дорофеев В.Ю., Медведева Ю.В. Фоторегуляция роста и продуктивности растений картофеля при размножении *in vitro* // VII Съезд общества физиологов растений России, Международная конференция «Физиология растений - фундаментальная основа экологии и инновационных биотехнологий» 4-10 июля 2011. – Нижний Новгород, 2011. – С. 313–314.

Катаева Н.В., Аветисов В.А. Клональное размножение в культуре ткани. // Культура клеток растений. – М.: Наука, 1981. – С.137–149.

Константинова Т.Н., Аксенова Н.П., Сергеева Л.И., Чайлахян М.Х. Взаимное влияние света и гормонов на регуляцию морфогенетических процессов в культуре *in vitro* // Физиология растений. – 1987. – Т. 34, № 4. – С. 795–802.

Belous O.G., Maljarovskaja V.I., Kolomijez T.M. Effect of spectral composition of light on growth of *Chryzantemum morifolium in vitro* // Nauka i Studia: Przemysł. – 2012. – No. 10. – P. 30–35.

## THE EFFECT OF THE SPECTRAL COMPOSITION AND INTENSITY OF LIGHT ON PLANT PHOTOSYNTHESIS

V.N. Nurminsky<sup>1</sup>, Yu.B. Zakharov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia, [cell@sifibr.irk.ru](mailto:cell@sifibr.irk.ru)

<sup>2</sup>Melentiev Energy Systems Institute of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia, [contain@mail.ru](mailto:contain@mail.ru)

**Abstract.** In this work, we investigated the effect of the spectral composition and intensity of light on the intensity of CO<sub>2</sub> assimilation during the photosynthesis of tomato plants (*Solanum lycopersicum*). Gas exchange studies were carried out using a portable gas analyzer GFS-3000 (Walz, Germany). The graphs of the dependence of the level of photosynthesis on the power of light emission of different wavelengths (395, 425, 445, 455, 525, 590, 605, 625, 655 nm) were obtained.

**Keywords:** tomato, LED irradiators, photosynthesis