

ВЛИЯНИЕ БЕЛОГО, СИНЕГО И КРАСНОГО СВЕТА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГЕНОТИПОВ ТОМАТА

Гасанова Кошул Заур

Старший преподаватель, Азербайджанский
Государственный Аграрный Университет, г. Гянджа
konul.qasanova.86@mail.ru

INFLUENCE OF WHITE, BLUE AND RED LIGHT ON THE PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF TOMATO GENOTYPES

K. Hasanova

Summary. The influence of white, blue (420–480 nm) and red (620–680 nm) light on the relative humidity of leaves, as well as on the content of photosynthetic pigments, the activity of photosystem-2, the content of proteins and soluble carbohydrates in the leaves of tomato varieties was studied. Photosynthetic pigments were determined by leaf homogenization in 96% ethanol followed by centrifugation at 200g. The amounts of chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids were determined on an SP — 2000 spectrophotometer at wavelengths of 665, 649 and 440.5 nm, respectively. The content of soluble sugars was determined by the accelerated bichromate method at a wavelength of 630–570 nm. The protein content was determined on a spectrophotometer SP 2000, at a wavelength of 230 and 260 nm.

Studies have shown that when exposed to red light, there is an increase in the content of photosynthetic pigments and soluble carbohydrates in all varieties of tomatoes grown in red light. Unlike red light, blue light stimulated protein synthesis in tomato leaves.

Keywords: blue light, red light, pigments, photosystem-2, proteins, carbohydrates.

Аннотация. Исследовано влияние белого, синего (420 нм) и красного (620–680 нм) света на относительную влажность листьев, а также на содержание фотосинтетических пигментов, активность фотосистемы-2, содержание белков и растворимых углеводов в листьях сортов томата. Фотосинтетические пигменты определяли методом гомогенизации листьев в 96%-ном этиловом спирте с последующим центрифугированием при 200г. Количество хлорофилла а, хлорофилла б и каротиноидов определены на спектрофотометре SP 2000 при длинах волн 665, 649 и 440,5 нм соответственно. Содержание растворимых сахаров определяли ускоренным бихроматным методом при длине волны 630–570 нм. Содержание белка определяли на спектрофотометре SP — 2000, при длине волны 230 и 260 нм.

Исследования показали, что при воздействии красного света происходит увеличение содержания фотосинтетических пигментов и растворимых углеводов у всех сортов томатов, выращиваемых на красном свете. В отличие от красного света синий свет стимулировал синтез белков в листьях томатов.

Ключевые слова: синий свет, красный свет, пигменты, фотосистема-2, белки, углеводы.

Введение

Одним из существенных факторов, необходимых для роста, развития и продуктивности растений, является интенсивность и спектральный состав света. В условиях недостаточного обеспечения солнечным светом нарушался процесс фотосинтеза, снижались рост, развитие, урожайность и устойчивость растений. Овощи в ответ на недостаток солнца относятся к тем культурам, неблагоприятная реакция которых впоследствии сопровождается снижением показателей урожайности. Среди овощных культур особое место по спектральному составу света занимают помидоры. Среди растительных рецепторов, воспринимающих внешние световые сигналы, наибольшую записывающую роль играет система фитохромов

[1–10]. В эту систему входят три класса фоторецепторов: фитохромы, криптохромы и фототропины. Фитохромы воспринимают и преобразовывают световой сигнал в красной области (660–730 нм). В растениях содержится не менее пяти фитохромов — А, В, С, D и E, различающихся по физиологической роли]. Фитохромы контролируют рост, развитие, морфогенез растений, активность ферментов, синтез рибулозо-1,5-бисфосфаткарбоксилазы, хлорофилла, интенсивность фотосинтеза, накопление и распределение ассимилятов. Однако в большинстве работ изучалась только быстрая реакция на действие красного света. Исследованию действия красного света в натуральных опытах посвящено лишь небольшое количество работ. Поэтому исследования в этом направлении представляются целесообразными.

Таблица 1. Влияние белого, синего и красного света на морфометрические и физиологические показатели томатов

Сорта томатов	Относительное содержание воды в листьях, %	Содержание хлорофилла (a+b), (мг/л)	Содержание каротиноидов (мг/л)	F_v/F_m	Содержание белков, %	Содержание сахаров, %
Фалкон	60 ± 2,3	16,8 ± 0,6	5,9 ± 0,2	0,66	1,5	3,8
Белый свет	66 ± 2,3	15,5 ± 0,4	5,4 ± 0,4	0,65	1,9	3,6
Синий свет	58 ± 3,4	19,8 ± 1,2	6,5 ± 0,3	0,67	1,6	4,2
Красный свет						
22-74	63 ± 1,1	18,2 ± 0,5	6,1 ± 0,1	0,68	1,8	4,1
Белый свет	69 ± 1,2	15,6 ± 1,4	5,8 ± 0,2	0,65	2,1	3,8
Синий свет	64 ± 0,8	20,2 ± 2,1	6,9 ± 0,1	0,69	1,8	4,6
Красный свет						
Краснодар	75 ± 1,3	18,2 ± 1,3	6,5 ± 0,3	0,73	1,9	4,2
Белый свет	77 ± 2,4	16,7 ± 1,1	6,2 ± 0,2	0,72	2,3	4,1
Синий свет	71 ± 1,9	21,2 ± 2,5	7,6 ± 0,5	0,75	1,8	4,7
Красный свет						
Волгоград	70 ± 0,9	21,2 ± 0,9	7,8 ± 0,2	0,74	2,1	4,3
Белый свет	72 ± 0,8	18,6 ± 0,6	7,5 ± 0,4	0,71	2,5	4,1
Синий свет	67 ± 1,2	23,2 ± 1,9	8,4 ± 0,6	0,76	1,8	4,8
Красный свет						
Толстой	80 ± 1,2	24,2 ± 0,5	8,6 ± 0,4	0,75	2,1	4,4
Белый свет	82 ± 0,7	20,4 ± 0,6	8,2 ± 0,3	0,72	2,4	3,9
Синий свет	75 ± 1,3	26,5 ± 1,7	9,5 ± 0,6	0,76	1,7	4,9
Красный свет						
Ралли	75 ± 1,5	23,4 ± 1,2	8,4 ± 0,2	0,63	2,3	3,6
Белый свет	77 ± 2,6	19,6 ± 1,8	7,9 ± 0,5	0,61	2,6	3,5
Синий свет	65 ± 3,1	25,5 ± 2,1	8,7 ± 0,6	0,69	1,5	4,2
Красный свет						

Цель

Целью наших исследований было изучение влияния белого, синего и красного света на некоторые физиолого-биохимические показатели томатов.

Материалы и методы

В работе использовали пять сортов томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.): скороспелый сорт Волгоград, высокоурожайный сорт Толстой, среднеспелые сорта Фалкон, 2224 и Ралли. Растения выращивали на опытном участке на делянках площадью 1 м². Опытные растения покрывают прозрачной пленкой, пропускающей свет с длиной волны 420–480 нм и 620–680 нм в течение вегетационного периода (июнь — июль). Для физиолого-биохимических исследований пробы полностью сформировавшихся листьев отбирали каждую неделю в 11 часов. Фотосинтетические пигменты определяли гомогенизацией листьев на 96%-ном этиловом спирте с последующим центрифугированием при 200 g. Содержание хлорофиллов a, b и каротиноидов определяли на спектрофотометре SP-2000 при длинах волн 665, 649 и 440,5 нм, используя коэффициенты Wintermans, De Mots, 1965 [11]. Активность фотосистемы 2 определяли с помощью коэффициента F_v/F_m

где $F_v = F_m - F_0$; F_0 — флуоресценция «темневых» листьев, F_m — флуоресценция «световых» листьев. Относительное содержание воды определяли по Тамбусси (Tambussi E.A., Noges S., 2005) [12]. Содержание растворимых сахаров определяли ускоренным бихроматным методом при длине волны 630–570 нм [13]. Содержание белка определяли на спектрофотометре SP 2000 при длине волны 230 и 260 нм по методу Kalb, Bernlohr [14]. Анализ данных и статистический анализ проведены с использованием Microsoft Excel. Статистический анализ выполнен с помощью статистического пакета Statgraphics Plus 5.1. Средние значения сравнивали с помощью критерия множественных диапазонов Дункана ($p = 0,05$).

Результаты и обсуждение

Результаты опытов показали, что при синем свете морфометрические и физиологические параметры растений томата изменяются в одном направлении (таблица). Относительная влажность листа снизилась у сорта Фалкон — на 12%, сорта 2224 — 7%, сорта Краснодар — 8%, сорта Волгоград — 7%, сорта Толстой — 8%, сорта Ралли — 15%. Содержание хлорофиллов и каротиноидов увеличилось у всех сортов с небольшими различиями. Эффективность фотосистемы 2 была на одном уровне у сортов

Фалкон и 22–74, несколько повышена у сортов Краснодар, Волгоград, Толстой и Ралли. Некоторое снижение содержания углеводов отмечено у сортов Фалкон и Ралли, а незначительное увеличение содержания сахаров отмечено в листьях сортов Краснодарский и Толстой. Результаты наших исследований показали, что в листьях всех изучаемых сортов томата отмечено увеличение содержания белка в синем свете. Аналогичные результаты получены и в работах других исследователей. Показано [2], что содержание углеводов изменяется в течение дня: утром наблюдается более низкое содержание водорастворимых углеводов, чем вечером, что, по мнению авторов, связано с их интенсивным использованием для роста и в метаболических процессах.

По мнению авторов, это связано с интенсивным включением в обмен водорастворимых углеводов, а также с повышением температуры. Авторы считают, что их результаты еще не позволяют сделать вывод о влиянии активации фитохромов в проростках томата на содержание углеводов в листьях и растениях. Однако, по другим литературным данным, активация фитохромов приводит к увеличению интенсивности угле-

водного обмена и активности ферментов углеводного обмена [4–10].

Эти эффекты устанавливаются непосредственно в период воздействия или в течение суток после воздействия красного света. В наших опытах также выявлено увеличение содержания хлорофиллов и каротиноидов, что сопровождалось активацией фотосистемы 2 и незначительным снижением содержания белка. По-видимому, под влиянием красного света происходит активация фитохромов, что приводит к ускорению морфогенетических и физиологических процессов, что также может реализовываться за счет усиления углеводного обмена.

ВЫВОД

Таким образом, результаты наших исследований показали, что в листьях всех исследованных растений томата под действием красного света (620–680 нм) увеличивается содержания фотосинтетических пигментов и углеводов, тогда как синий свет (420–480 нм) стимулирует синтез белка в листьях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щеголев А.С., Жмурко В.В. Влияние красного света на продуктивность томатов // Известия Харьковского национального аграрного университета. Серия «Биология». — Харьков, 2006. — № 1 (8). — С. 77–81.
2. Щеголев А.С., Жмурко В.В. Влияние красного света на содержание углеводов в листьях томатов // Известия Харьковского национального аграрного университета. Серия «Биология». — Харьков, 2008. — № 814. (7). — С. 205–210.4.
3. Mustilli A.C., Bowler C. Tuning in to the signals controlling photoregulated gene expression in plants // The EMBO Journal. — 1997. — Vol.16, № 19. — P. 5801–5806.
4. Mustilli A.C., Fenzi F., Ciliento R. et al. Phenotype of the tomato high pigment mutant is caused by a mutation in the tomato homolog of DEETIOLATED1 // Plant Cell. — 1999. — Vol.11. — P. 145–158.
5. Neuhaus G., Bowler C., Hiratsuka K. et al. Phytochrome-regulated repression of gene expression requires calcium and cGMP // The EMBO Journal. — 1997. — Vol.16, № 10. — P. 2554–2564.
6. Parks B.M. The red side of photomorphogenesis // Plant Physiology. — 2003. — Vol.133. — P. 1437–1444.
7. Peters J.L., Széll M., Kendrick R.E. The expression of light-regulated genes in the high-pigment-1 mutant of tomato // Plant Physiol. — 1998. — Vol.117. — P. 797–807.
8. Schäfer E., Bowler C. Phytochrome-mediated photoperception and signal transduction in higher plants // The EMBO Journal. — 2002. — Vol.3, № 11. — P. 1042–1048.
9. Sharkey T.D., Vassey T.L., Vanderveer P.J., Vierstra R.D. Carbon metabolism and photosynthesis in transgenic tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) having excess phytochrome // Planta. — 1991. — Vol.185. — P. 287–296.
10. Smith H. Physiological and ecological function within the phytochrome family // Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. — 1995. — Vol.46. — P. 289–315.
11. Wintermans, J.E.G. and De Mots, A. Spectrophotometric Characteristics of Chlorophyll a and b and Their Phaeophytins in Ethanol *Biochimica et Biophysica Acta*, — 1965. v. 109, — p. 448–453.
12. Tambussi E. A., Noges S., Araus L. Ear of durum wheat under water stress. Water relations and photosynthetic metabolism. *Planta*, 2005. p.1–25.
13. Большой практикум по биохимии. Пермь, 2012. — 148 с.
14. Kalb, V.F. and Bernlohr, R.W., A new spectrophotometric assay for protein in cell extracts. *Analyt. Biochem.*, 1977, 82: 362–371.