

ВЛИЯНИЕ ИНТЕГРАЛА СУТОЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ТОМАТА

*Товстыко Дарья Андреевна, аспирант 3 курса института Агробиотехнологий,
E-mail: tov.dasha@mail.ru*

*Тараканов Иван Германович, д.б.н., профессор кафедры физиологии растений,
E-mail: ivatar@yandex.ru*

*ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет –МСХА имени
К.А. Тимирязева»*

***Аннотация:** исследовали влияние разных световых режимов, созданных с использованием светодиодных облучателей (с разным фотопериодом и интенсивностью облучения), на скорость развития и ростовые процессы у растений томата при выращивании в условиях светокультуры.*

***Ключевые слова:** томат, фотопериод, интенсивность облучения, интеграл суточной радиации, фотоморфогенез, продукционный процесс.*

Введение. В последние годы в физиологии растений активно изучаются закономерности формирования и функционирования фенотипов растительных организмов с использованием широкого спектра инструментальных методов. Исследования в области феномики растений направлены на анализ регуляции их морфогенеза под воздействием различных факторов внешней среды, фотосинтетических и метаболических процессов, выявление механизмов стрессовых реакций и адаптации к неблагоприятным факторам среды, формирования высокой урожайности, а также повышения качества сельскохозяйственной продукции [1,2]. Под фенотипированием растений понимают количественный анализ анатомических, онтогенетических, физиологических и биохимических свойств растения. Изучения данных параметров проводят как с помощью различных лабораторных биохимических исследований, а также на современном оборудовании регистрацией параметров фенотипа приборами, датчиками, камерами [2,3]. В наших исследованиях мы изучали регуляцию роста и развития томата под воздействием светодиодного освещения белым светом. Изучение механизмов регуляции фотоморфогенеза растений чрезвычайно важно для разработки технологий светокультуры растений. Свет является главным энергетическим источником, а также обеспечивает информацию для регулирования процессов развития растительного организма. Интеграл суточной радиации (ИСП) определяет общее количество фотонов света, которое растение получает за сутки. Каждая культура имеет

оптимальный диапазон ИСР. Если количество света выше этого уровня может произойти повреждение растений, появление хлорозов на листьях и ухудшение качества продукции. А если уровень ниже оптимального продуктивность растений может снизиться [2,3].

Целью нашего исследования было изучить физиологические реакции растений томата при выращивании в условиях световых режимов, отличающиеся между собой по фотопериоду и интенсивности облучения при сопоставимых значениях ИСР.

Материалы и методы. Научно-исследовательскую работу проводили в Лаборатории искусственного климата РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Растения томата выращивали вегетационным способом, используя светодиодные источники освещения. На световых установках поддерживалась постоянная температура 18-20°C. Обеспечивался оптимальный полив растений (70% ПВ). Световой блок содержал варианты облучения 6, 12, 18 ч, с интенсивностью облучения 146,220 и 440 мкмоль/ м²*с (табл.1). Объектом исследования служили растения томата линии № 1. Данная линия была выведена в Лаборатории искусственного климата РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Томат крупноплодный, детерминантного типа, низкорослый и ультраскороспелый.

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 представлены данные по скорости развития растений томата. В условиях светового режима №2 (вар. 12/440, табл.1) наблюдали ускорение развития растений томата в сравнении с остальными режимами облучения. Снижение ИСР в 2 раза (вар.12/220, табл.1), при относительно высокой ППФ практически не замедляло развитие растений. Данные режимы ускоряли наступление фенологических фаз томата (табл.1), плодообразование и созревание наступало раньше в данных вариантах. Соответственно происходила быстрая смена аттрагирующих центров и переход растений из вегетативной в генеративную фазу.

Показатели ростовой активности измеряли в динамике на протяжении всей вегетации растений томата. Наиболее сильно различия в режимах облучения проявились в развитии ассимиляционной площади листового аппарата (рис.1).

При высокой интенсивности радиации и сокращении светового дня до 6 часов (вариант 6/440, рис.1) площадь листьев томата была наименьшей в процессе всего онтогенеза растений, а при снижении ППФ (вариант 18/146, рис.1) ассимиляционная поверхность увеличивалась практически в 2 раза. Наблюдали компенсацию увеличения площади листьев в ответ на сокращение интенсивности облучения растений. При 12-часовом фотопериоде и интенсивности облучения 220 и 440 мкмоль/м²*с существенных различий между данными вариантами не наблюдали (рис.1).

Таблица 1 - Скорость развития растений томата в зависимости от режима облучения (число дней от всходов)

№	Режим облучения		Фенологические фазы развития растений			
	Световой режим (фотопериод, ч/ППФ, мкмоль/(м ² *с))	ИСР, моль/(м ² *сут)	Бутонизация	Цветение	Плодообразование	Созревание
1	12/220	9,5	22±2	35±3	39±2	76±6
2	12/440	19	19±2	29±2	36±2	70±7
3	6/440	9,5	25±2	42±4	49±2	82±8
4	18/146	9,5	27±2	40± 5	44±2	76±6

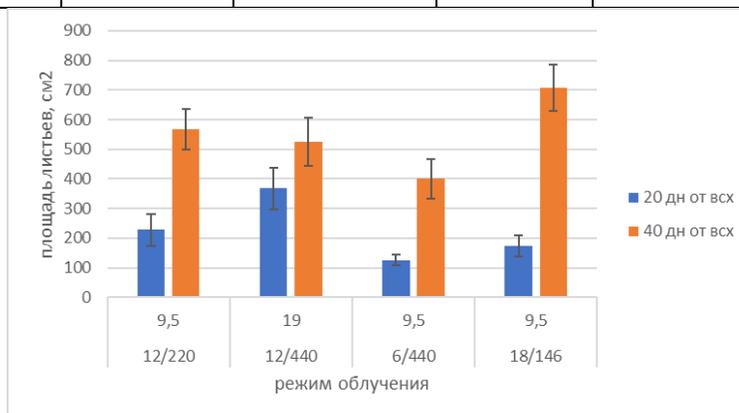


Рис.1 - Площадь листьев растений томата в зависимости от фотопериода и ППФ режима облучения

Для томата в возрасте 20 дней было определено распределение биомассы по органам растения (рис.2). Большая доля сырой биомассы приходилась на листья 73-80%, на стебель - 11-18%, а на корень 5-10%. Сухая биомасса распределилась следующим образом: 67-80% листья, стебель 8-14%, корень 11-25% в зависимости от режима облучения. Причем при сравнении доли стебля и корня по сырой биомассе, доля стебля превышала долю корня в 2-3 раза по всем режимам облучения (рис.2а). А по сухой биомассе наоборот, доля корня превышала долю стебля в 1,5-2 раза по всем режимам облучения (рис.2б). Доля корней возрастает за счет меньшей оводненности. Полученные данные свидетельствуют о разном уровне оводненности отдельных частей растения.

Найденные пропорции также показывают, что наибольшее накопление биомассы происходило за счет листьев. Доля пропорции распределения между корнем и стеблем варьировалась. Наблюдали также опережающий рост сырой биомассы (рис.2, вариант 6/440), который происходит при вытягивании гипокотилия за счет небольшого светового периода.

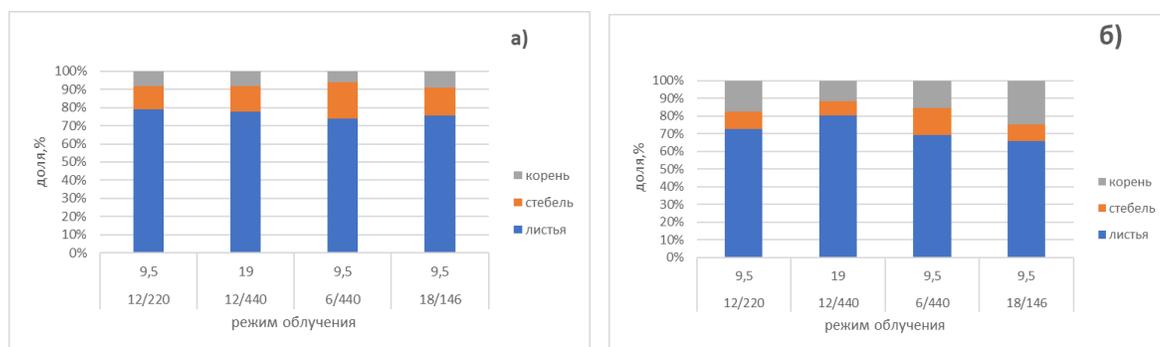


Рисунок 2- Пропорции распределения сырой(а) и сухой(б) массы растений томата

Выводы. Наши фотобиологические исследования были направлены на разработку эффективных методов регулирования морфогенеза растений томата.

Эксперимент показывает положительное влияние на морфогенез томата как высокого ИСР (19 моль/ м²*сут), так и сниженного в 2 раза. Под воздействием режима 12/440 наблюдали ускоренное развитие томата. При этом наибольшее нарастание площади ассимиляционной поверхности растений было при уменьшении ИСР. Реакции растений на разные интегралы облучения (19 и 9,5 моль/ м²*сут) были сопоставимы в наших исследованиях. При рассмотрении пропорций распределения биомассы томата наибольшую долю занимают листья до 80 % от общей массы, остальные 20% делят между собой стебель и корень. Был обнаружен опережающий рост за счет вытягивания стебля на режиме короткого дня (рис.2, вариант 6/440). Аналогичную реакцию наблюдали и в фазе проростков.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения № 075-15-2022-317 от 20 апреля 2022 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Библиографический список

1. Walter, A., Liebisch, F. & Hund, A. Plant phenotyping: from bean weighing to image analysis. *Plant Methods* 11, 14 (2015). <https://doi.org/10.1186/s13007-015-0056-8>
2. Tarakanov, I.G.; Tovstyko, D.A.; Lomakin, M.P.; Shmakov, A.S.; Sleptsov, N.N.; Shmarev, A.N.; Litvinskiy, V.A.; Ivlev, A.A. Effects of Light Spectral Quality on Photosynthetic Activity, Biomass Production, and Carbon Isotope Fractionation in Lettuce, *Lactuca sativa* L., *Plants*. *Plants* 2022, 11, 441. <https://doi.org/10.3390/plants11030441>.

3. Васькин, А.Н. Анализатор качества облучения для светокультуры/ А. Н. Васькин, Е. Н. Ракутько, С. А. Ракутько // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – 1 (22) . – С.63-69
4. Агробиотехнология-2021 : Сборник статей Международной научной конференции, Москва, 24–25 ноября 2021 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – 1320 с. – ISBN 978-5-9675-1855-3. – EDN NWTQEX.