DOI: 10.17117/na.2015.12.02.428

<http://ucom.ru/doc/na.2015.12.02.428.pdf>

Поступила (Received): 31.12.2015

Плотникова Л.Я., Самойлов В.Н. Перспективные направления повышения продуктивности растений в интенсивной светокультуре

Plotnikova L.Ya., Samoylov V.N.
Perspective directions of increasing plant productivity
in intensive light crop production

Получение высоких урожаев овощей в интенсивной светокультуре возможно при использовании новых источников освещения на основе светодиодов и оптимизации спектра освещения с учетом культуры и сорта. Светодиодные осветители позволяют организовать многоуровневое размещение растений и повысить продуктивность тепличных комплексов

Ключевые слова: светокультура, источники освещения, фотосинтез

Плотникова Людмила Яковлевна

Доктор биологических наук, профессор
Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, Институтская площадь, 2

Самойлов Виталий Николаевич

Аспирант
Омский государственный аграрный университет
им. П.А. Столыпина
г. Омск, Институтская площадь, 2

Achieving high yields in intensive light crop production possible with the introduction of new light sources based on LED's and optimization of spectrum lighting for each culture, variety. LED fixtures allow you to organize multi-level placement of plants and increase the productivity of greenhouse complexes

Key words: light crop production, plant light sources, photosynthesis

Plotnikova Ludmila Yakovlevna

Doctor of Biological Sciences, Professor
Omsk agrarian university named P.A. Stolypin
Omsk, Institutskaya square, 2

Samoylov Vitaliy Nikolaevich

Graduate
Omsk agrarian university named P.A. Stolypin
Omsk, Institutskaya square, 2

В связи с необходимостью импортозамещения продовольствия высоко актуально повышение производительности в овощеводческих комплексах. В настоящее время наиболее производительными являются тепличные гидропонные комплексы. В современной гидропонных системах большинство параметров среды (минеральное питание, температура, водных режим и др.) оптимизированы, их уровень не лимитирует жизненные процессы растений. Для дальнейшего повышения рентабельности производства, можно управлять жизнедеятельностью растений с помощью режимов освещения (светокультуры).

В настоящее время, большинство тепличных комплексов РФ использует комбинированное естественное и искусственное освещение (досвечивание). На сегодняшний день наиболее распространенными источниками освещения в

светокультуре являются светильники с натриевыми лампами высокого давления. Свет этих ламп имеет яркий желто-оранжевый оттенок (максимум излучения около 590 нм). Их достоинствами являются: высокий уровень световой отдачи, достаточно продолжительный полезный срок службы, стабильность параметров, умеренная цена и отработанная технология выращивания растений под их излучением [10]. В тоже время, одним из отрицательных свойств ламп является высокая теплоотдача. В связи с этим светильники устанавливают на высоте 2,5 – 3,0 метра над лотками, что позволяет получать облученность на уровне лотков 10-12 клк, а также избегать перегрева растений. При таком размещении светильников, большая часть потока фотонов отражается и рассеивается, что приводит к не эффективному использованию энергии. Кроме того, использование натриевых светильников является серьезным ограничением для проектирования многоярусных гидропонных систем.

Современной альтернативой натриевых ламп являются светодиоды. В сравнении с традиционными источниками освещения преимуществами светодиодов являются компактные размеры, низкое выделение тепла, различные спектры излучений. Светодиодные светильники можно располагать в непосредственной близости от растений, при этом полно используется излучение светильника без риска ожога и перегрева. В результате появляется возможность интенсифицировать светокультуру за счет многоуровневых систем. Дополнительным фактором экономии энергии может быть импульсный режим работы светодиода, т.е. освещение растений короткими световыми импульсами. В настоящее время стоимость светодиодов сравнительно высока, однако прогнозируется быстрое снижение цены в связи с расширением производства в разных странах, включая Россию, удешевлением производства и насыщением рынка [9].

Высшие растения различаются по спектру поглощения лучистой энергии в диапазоне 400-700 нм [6]. Известно, что интенсивность фотосинтеза имеет два четко выраженных пика, которые соответствуют максимумам поглощения света хлорофиллов в красной и синей области [3, с.43]. При этом в растворах хлорофилл *a* имеет максимум поглощения 429 и 660 нм, а хлорофилл *b* – 453 и 642 нм. Однако, применение светодиодов со спектрами поглощения, равными хлорофиллов *a* и *b* в растворе (660 и 440 нм), на практике не всегда эффективно. Так в работе с декоративными растениями колеусами Блюме семейства Яснотковые (*Lamiaceae*) сорта Фервей Мозаик показали лучшую динамику накопления сырой массы (+ 25 % к контролю) в варианте освещения 620 нм (75%) + 470 нм [1]. Вероятно это связано с тем, что интактном листе спектры поглощения хлорофиллов меняются в зависимости от их состояния, степени агрегации и адсорбции на определенных белках [11].

Ранее считалось, что фотосинтез, определяющий продуктивность растений зависит только от длинноволновой и коротковолновой составляющих спектра [3], при этом сине-зеленая часть спектра поглощается каротиноидами. Однако последними исследованиями установлено, что зеленая часть спектра света (область 510-550 нм) имеет существенное физиологическое значение для

растений. Установлено, что данная часть спектра влияет на содержание в листьях фитогормонов: увеличивает в листе активность и содержание абсцизовой кислоты и гиббереллинов, но снижает уровень цитокининов и β -индолилуксусной кислоты [4]. Состояние фитогормональной системы оказывает влияние на ростовые процессы и продуктивность растений.

Несмотря на то, что в составе зеленого листа, различных культур присутствует сходные зеленые пигменты хлорофилл *a* и *b*, потребности в спектре источников искусственного излучения индивидуальны для вида, причем оптимум выражен достаточно четко [6, 7]. Так сорт огурца Московский тепличный показал наибольшую урожайность в 27,5 кг/м² при соотношении синего (400-500 нм) : зеленого (500-600 нм) : красного (600-700 нм) излучений в соотношении 20 : 40 : 40 % ФАР. В тоже время, томаты сорта Старфайер показал наибольшую урожайность в 18,5 кг/м² при соотношении синего, зеленого, красного спектров 10 : 15 : 75 % ФАР [7]. Возможно, что требования к спектру зависят не только от вида культуры, но и от сорта.

Спектральный состав света влияет на обмен растений, что позволяет регулировать качество продукции. Синий свет усиливает синтез аминокислот, органических кислот и белков, но уменьшает количество свободных углеводов, а красный свет имеет обратное действие. Интересно, что изменения обмена растений наблюдаются уже при небольшой добавке синего света к красному. Установлено, что волны с длиной 480 нм (наименее эффективной области для фотосинтеза) усиливают восстановление нитратного иона, что приводит к снижению содержания нитратов в продукции [3, с.176]. Таким образом, при оптимизации соотношения различных частей спектра освещения можно добиться повышения урожайности и управлять качеством продукции.

Выпускаемые светодиоды имеют различные параметры излучения, включая физиологически активную зеленую часть спектра. Появляется возможность создавать оптимальные оптические характеристики светокультуры за счет комбинаций в светильнике светодиодов с различными длинами волн. Поскольку в течение онтогенеза потребности растений в интенсивности и спектре освещения меняются, то гибкая система освещения на основе светодиодов позволяет подстраивать режим освещения для отдельных культур.

Однако следует иметь в виду, что поскольку интенсивная светокультура создает условия для более активного фотосинтеза, то технологии выращивания растений должны быть изменены. При этом растения более интенсивно потребляют элементы минерального питания и субстраты для фотосинтеза – CO₂ и воду. Для максимальной скорости развития растений необходимо повышать концентрацию элементов питания в растворах, а также CO₂ в воздушной среде. Обеспечение растений CO₂ является наиболее критичным, поскольку 94% массы сухого вещества образуется из воды и углекислого газа, остальные 6 % они получает из минеральных удобрений [2]. Показано, что прирост биомассы салата, при подкормке CO₂, увеличивается на 40%. Одновременно усиление фотосинтеза способствует восстановлению нитратного иона и сокращению нитратов в продукции, особенно в зимнее время [3].

В последнее время, набирает обороты новое направление в производстве сельскохозяйственной продукции – интенсивная светокультура. В интенсивной светокультуре условия выращивания реализуются без какого-либо влияния неблагоприятных климатических или экологических факторов внешней среды, требуя лишь закрытых помещений (подвалы, производственные помещения и т.д.). Интенсивную светокультуру еще называют полной или «зимней» светокультурой [8]. При этом выбор качества и интенсивности освещения полностью определяет прохождение фенологических фаз фитоценоза, урожайность, и качество продукции. Применение светодиодов вместо традиционных натриевых ламп высокого давления, позволит более эффективно организовать эти процессы.

Таким образом, интенсификация светокультуры может быть достигнута за счет применения комбинации светодиодов с различными спектрами излучения для наиболее полного генетического потенциала растений необходимо индивидуализировать комбинацию спектров излучения, а также питания растений с учетом стадий онтогенеза.

Список используемых источников:

1. Анисимов А.А. Влияние Узкополосного красно-синего освещения на ростовые процессы и фотосинтетический аппарат растений колеуса блюме *Coleus Blumei* benth. Москва, 2014. С. 9,12
2. Богданов К.Б., Усков Е.И. Подкормка растений углекислым газом в защищенном грунте // Гавриш. №5. 2004. С. 11.
3. Воскресенская Н.П. Фотосинтез и спектральный состав света. Москва. 1965. 312 с.
4. Головацкая И.Ф. Регуляторная роль зеленого света в морфогенезе и гормональном статусе растений. Автореферат диссертации. Красноярск, 2009. С. 5-41.
5. Ильин О.В., Ильина Т.О., Семякина Е.О. Состояние и перспективы энергосбережения, экологии и урожайности в интенсивной светокультуре растений.
URL: http://светокультура.рф/gouvri_1.html
6. Клешнин А.Ф. Растение и свет: теория и практика светокультуры растений. Москва. 1954. С. 12.
7. Прикупец Л.Б., Тихомиров А.А. Оптимизация спектра излучения при выращивании овощей в условиях интенсивной культуры // Светотехника №3. 1992. С. 5-7.
8. Тихомиров А.А., Шарупич В.П., Лисовский Г.М. Светокультура растений: биофизические и биотехнологические основы. Новосибирск, 2000. С. 12-43.
9. Прикупец Л.Б., Емелин А.А. Использование облучателей на основе светодиодов для светокультуры салата: экономический аспект.
URL: <http://ассоциация-теплицы-россии.рф/публикации/приборы-оборудование/облучатели-на-основе-светодиодов.html>
10. Пчелин В.М. Тепличное освещение. Вчера, сегодня, завтра.
URL: <http://ассоциация-теплицы-россии.рф/публикации/приборы-оборудование/тепличное-освещение-вчера-сегодня.html>
11. Физические свойства хлорофилла.
URL: <http://fizrast.ru/fotosintez/pigmenty/hlorofilly/fizsvoystva.html>