

Технология управления процессом формирования объемного облучения растений с применением светодиодной установки

П.Т. Корчагин, И.С. Антоненко, С.Т. Коленда

Азово-Черноморский инженерный институт, Зерноград

Аннотация: Статья посвящена конструкции и специфике работы светодиодной установки переменного облучения для выращивания растений. Особенность работы предлагаемой установки заключается в периодически изменяющейся интенсивности облучения, достигаемой за счет попеременного включения и отключения светодиодных источников излучения. Такой подход позволяет снизить мощность источника питания, что приводит к сокращению расходов на конструкцию установки, повысить качество получаемой продукции, благодаря равномерному облучению растений и уменьшить энергоемкость процесса выращивания.

Ключевые слова: светодиодная установка, облучательная установка, энергосбережение, переменное облучение, блок управления, микроконтроллер.

Технологические процессы фотобиологического действия в процессе выращивания культур в сооружениях защищенного грунта реализуется в основном с применением облучательных установок. Причем уже на ранних стадиях поглощения излучения проявляются особенности фотобиологических реакций, таких, как: фотоадаптация биоприемников облучения, приспособливание биообъекта к условиям освещения для выживания и более интенсивный рост и развитие.

В процессе облучения в клетках растений происходит множество процессов, основными из которых являются:

- биосинтез хлорофилла (биосинтетический процесс);
- фотосинтез (энергетический процесс);
- тропизм, периодизм, морфогенез (информационные процессы) [1].

Большая часть биообъектов предъявляет множество разносторонних требований к применяемым облучательным установкам для объектов защищенного грунта. Поэтому при применении или разработке новых конструкций облучательных установок защищенного грунта следует учитывать следующие условия [2, 3]:

1. способ облучения: переменный, постоянный, импульсный, комбинированный;
2. пространственное расположение рабочей поверхности, на которое действует облучение;
3. агротехнология возделывания тепличной культуры;
4. сорт и культура возделываемого растения, а также фаза его вегетационного развития;
5. тип облучателей и применяемое светотехническое оборудование (интенсивность источника, спектр, тип отражающих поверхностей, срок службы);
6. подбор оптимальных значений светового потока и его спектрального состава для проходящих биологических процессов в облучаемых культурах.

Облучательные установки классифицируются на основании предложений источника [4] (рис. 1), которые наглядно демонстрируют всю сложность выбора соответствия технологии процесса производства и технической её составляющей.

При выборе или проектировании должны рассматриваться различные комбинации вариантов, признаков, и параметров для наиболее оптимального достижения результатов при работе облучательной установки [5, 6].

Вместе с тем, при наличии большого количества технологических приемов и разнообразия технических систем, преобладающим и самым распространенным способом облучения является создание сплошного светового потока, а технологическим приемом – напольное размещение культур [7].

Парадоксальная ситуация состоит в том, что передвижные и карусельные типы установок, создающие переменный способ облучения, имеют значительное преимущество перед традиционными (доказано работами многих исследователей [5, 8]), но так и не нашли широкого

применения на практике. Такое положение дел связано с тем, что существующие установки по получению переменной интенсивности облучения либо технически сложны и трудно применимы в промышленных масштабах, либо реализованы только в лабораторных условиях, а простые и доступные, достаточно эффективные установки на сегодня не разработаны.

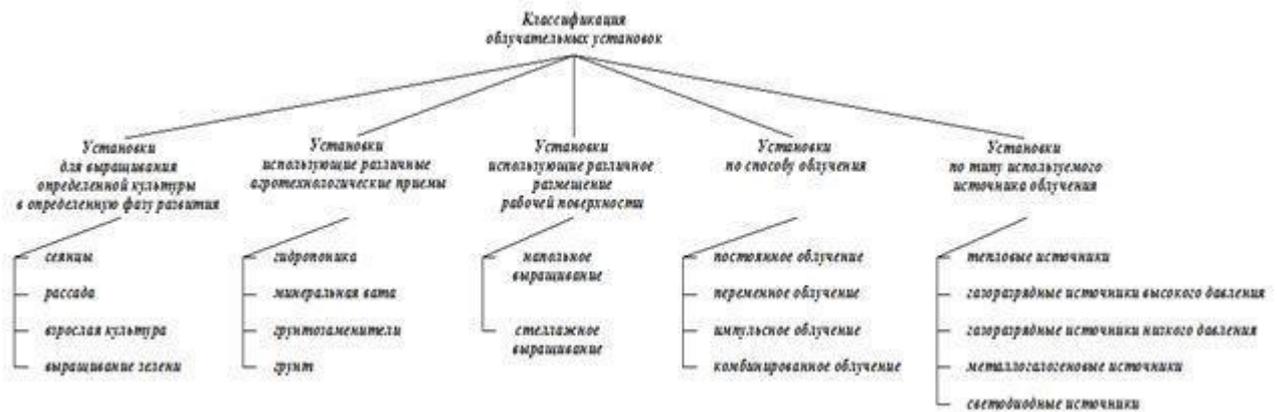


Рис. 1. – Классификация облучательных установок для выращивания рассады [4]

Современное развитие науки в области полупроводниковых технологий дает широкие возможности по внедрению светодиодных источников облучения в тепличное производство, так как они имеют ряд важнейших преимуществ, таких, как длительный срок службы, высокая энергоэффективность, безинерционность и экологическая чистота, возможность регулирования спектра излучения [9, 10].

С учетом требований, предъявляемых к облучательным установкам и технических преимуществ светодиодных источников света, была разработана установка (рис.2), позволяющая реализовать переменное облучение растений.

Конструктивно установку можно разделить на: облучательную часть (включает несущую конструкцию из алюминиевого профиля и светодиодные источники) и питание с микроконтроллерным управлением, последнее, в

свою очередь, подразделяется на следующие блоки: питания и защиты, управления, коммутации.

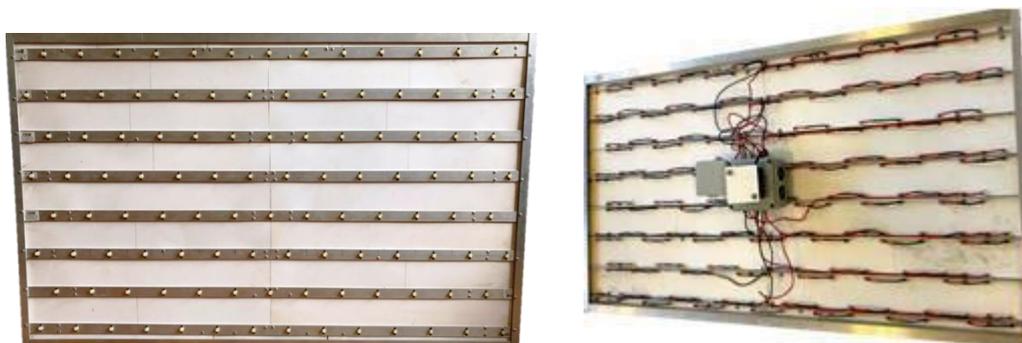


Рис. 2. – Внешний вид светодиодной облучательной установки

Блок-схема светодиодной установки представлена на рис. 3. На экспериментальной установке расположено восемь рядов светодиодов, каждый из которых имеет свое независимое питание, благодаря этому реализуется возможность попеременного включения и отключения каждого из них.



Рис. 3. – Блок-схема светодиодной облучательной установки

Особенностью работы данной установки является переключение рядов по принципу «бегущей волны», то есть, после включения последующей цепочки светодиодов, предыдущая отключается, благодаря чему, во-первых

реализуется переменное облучение растений, а во-вторых снижается нагрузка на блок питания, т.е. для работы установки требуется источник с меньшей мощностью (рис. 4).



Рис. 4. – Работа установки в режиме переменного облучения

Технические характеристики облучательной установки сведены в таблицу 1.

Таблица № 1

Технические характеристики облучательной светодиодной установки

Параметр	Величина
Размеры установки, АxВ, м ²	0,8
Количество светодиодов, шт.	108
Мощность одного светодиода, P _{VD} , Вт	1
Световой поток одного светодиода, Ф _{VD} , лм	120
Температура цвета, Т, К	3200
Ток, потребляемый одним светодиодом, I _{VD} , мА	0,35
Потребляемая мощность установки в режиме переменного облучения, P _{пер} , Вт	75
Световой поток установки в режиме переменного облучения, Ф _{пер} , лм	6500
Суммарная потребляемая мощность установки, P _{уст} , Вт	150
Суммарный световой поток установки, Ф _{уст} , лм	13000

Данная установка, по сравнению с известными, имеет ряд преимуществ:

1. Нарращиванием или сокращением количества модулей можно увеличить или сократить площадь облучения.

2. Перемещение линейного светового потока по принципу «бегущей волны» позволяет создать эффект объемного облучения и увеличить коэффициент равномерности.

3. Реализация переменного облучения по принципу «бегущей волны» позволяет снизить потребляемую мощность установки, благодаря чему, возможно применение источников питания малой мощности.

4. Возможность достижения оптимального фотопериодизма и интенсивности, необходимых для конкретной культуры или фазы ее развития, путем регулирования скоростного режима переменного облучения.

5. Применение светодиодной установки переменного облучения, позволяющее снизить энергоемкость процесса выращивания растений.

Литература

1. Карпов В.Н., Ракутько С.А. Энергосбережение в оптических электротехнологиях АПК. Прикладная теория и частные методики. СПб.: СПбГАУ, 2009. 100 с.

2. Schmitt J., Stinchcombe J., Heschel M.S., Huber H. The Adaptive Evolution of Plasticity: Phytochrome-Mediated Shade Avoidance Responses // Integr. Comp. Biol. 2003. V. 43. P. 459–469.

3. Adams W.W., Demmig-Adams B., Rosenstiel T.N., Brightwell A.K., Ebbert V. Photosynthesis and Photoprotection in Overwintering Plants // Plant Biol. 2002. V. 4. P. 545–557.

4. Степанчук Г.В., Ключка Е.П. Облучательные установки для культивационных сооружений // Научный журнал КубГАУ, 2010. №61(07). С. 25-32.

5. Митягина Я.Г. Повышение эффективности использования оптического излучения в светокультуре огурца. автореф. дис. канд. тех. наук: 05.20.02. М.: МГАУ, 2008. 18 с.

6. Ильин О.В. Энергосберегающие фитотехнологии – основа интенсивной светокультуры растений. Использование новой гидропонно-осветительной установки и агротехнологии выращивания сельскохозяйственных культур // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. Москва: ГНУ ВИЭСХ, 2006. Ч.2. С. 99-104.

7. Ключка Е.П., Степанчук Г.В., Сенькевич С.Е. Оптимизация переменного светового режима в теплицах // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011, №5. С. 20-21.

8. Степанчук Г.В., Корчагин П.Т. Адаптивная установка для выращивания рассады овощей в культивационных сооружениях // Физико-технические проблемы создания новых технологий в агропромышленном комплексе. 2011. С. 159-162.

9. Фиговский О. Академик (NTI Inc. USA) Новейшие нанотехнологии // Инженерный вестник Дона, 2012, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/725.

10. Гулякович Г.Н., Северцев В.Н., Шурчков И.О. Перспективы и проблемы полупроводниковой наноэлектроники // Инженерный вестник Дона, 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/790.

References

1. Karpov V.N., Rakut'ko S.A. Energoberezhniye v opticheskikh elektrotekhnologiyakh APK [Energy saving in optical electrical technologies of the agro-industrial complex]. Prikladnaya teoriya i chastnyye metodiki. SPb.: SPbGAU, 2009. p. 100.

2. Schmitt J., Stinchcombe J., Heschel M.S., Huber H. Integr. Comp. Biol. 2003. V. 43. pp. 459–469.

3. Adams W.W., Demmig-Adams B., Rosenstiel T.N., Brightwell A.K., Ebbert V. Plant Biol. 2002. V. 4. pp. 545–557.



4. Stepanchuk G.V., Klyuchka E.P. Nauchnyy zhurnal KubGAU, 2010. №61(07). pp. 25-32.
5. Mityagina YA.G. Povysheniye effektivnosti ispol'zovaniya opticheskogo izlucheniya v svetokul'ture ogurtsa [Increasing the efficiency of using optical radiation in cucumber light culture] avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 05.20.02. M.: MGAU, 2008. p. 18.
6. Il'in O.V. Energoobespecheniye i energosberezheniye v sel'skom khozyaystve. Moskva: GNU VIESKH, 2006. CH.2. pp. 99-104.
7. Klyuchka E.P., Stepanchuk G.V., Sen'kevich S.E. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2011, №5. pp. 20-21.
8. Stepanchuk G.V., Korchagin P.T. Adaptivnaya ustanovka dlya vyrashchivaniya rassady ovoshchey v kul'tivatsionnykh sooruzheniyakh. Fiziko-tekhnicheskiye problemy sozdaniya novykh tekhnologiy v agropromyshlennom komplekse. 2011. pp. 159-162.
9. Figovskiy O. Akademik (NTI Inc. USA) Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/725.
10. Gulyakovich G.N., Severtsev V.N., Shurchkov I.O. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/790.