

ИННОВАЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ СВЕТОДИОДОВ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ



В.В. Шмигель (фото)
д.т.н., профессор кафедры электрификации
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА
Е.В. Соцкая
юрист ИП Опехтин Ю.Л.

*Светодиоды,
фито-светодиоды,
пигменты, спектр*

*Light-emitting diodes,
phyto-light-emitting diodes,
pigments, spectrum*

Как и все живые организмы, растения обладают способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, в том числе связанным с освещением. Эта способность различна у разных их видов. Есть растения, довольно легко приспосабливающиеся к достаточному или избыточному свету, но встречаются и такие, которые хорошо развиваются только при строго определенных параметрах освещенности. В результате адаптации растения к пониженной освещенности несколько меняется его облик. Листья становятся темно-зелеными и немного увеличиваются в размерах (линейные листья удлиняются и становятся уже), начинается вытягивание междоузлий стебля, который при этом теряет свою прочность. Затем их рост постепенно уменьшается, так как резко снижается производство продуктов фотосинтеза, идущих на построение тела растения. При недостатке света многие растения перестают цвести.

При избытке света хлорофилл частично разрушается, рост растений замедляется, они получают более приземистыми с короткими междоузлиями и широкими короткими листьями, цвет листьев становится желто-зеленым. Если срочно не принять соответствующие меры, может возникнуть ожог листьев.

Важной характеристикой светового режима является суточная и сезонная динамика. Длина светового дня меняется в течение года. В умеренных широтах самый короткий день равен 8 часам, а самый длинный – более 16 часов. По степени отношения к световому режиму выделяют растения длинного дня, которые могут расти, цвести, и плодоносить круглый год. В средних широтах растения (гортензия, глоксиния, сенполия, кальцеолярия, цинерария и др.) цветут с ранней весны (т.е. с наступлением длинного дня и короткой ночи) до начала осени. Растениям короткого дня (зигокактус, каланхое и др.) для цветения необходим 8-10 часовой световой день. Растения, не требовательные к длине дня, цветут как при длинном, так и при коротком световом дне (розы, бегония семперфлоренс, комнатный клен и др.). При чередовании длинных и коротких дней растения зацветают лишь после того, как короткие зимние дни сменяются длинными весенними днями (пеларгония крупноцветковая), или требуют обратного чередования, т.е. цветут только зимой (камелия, цикламен) [1].

В конце 18-го века английские и голландские учёные пришли к выводу, что растения питаются водой, воздухом, светом и в малой части почвой. Путём серии опытов они открыли явление фотосинтеза. Фотосинтез — главный процесс жизнедеятельности растений, отвечающий за их рост и развитие. Более 95% сухого вещества растений создаётся в результате этого процесса. Управление фотосин-

тезом — наиболее эффективный путь воздействия на продуктивность и урожайность растений. Великий русский ученый К.А. Тимирязев доказал, что источником энергии для фотосинтеза служит преимущественно длинноволновая часть спектра (красные лучи), а влияние коротковолновой части (сине-зелёной) менее существенно [2,3].

У растений за поглощение света отвечают специальные пигменты. Основные из них – хлорофиллы (а и b) и каротиноиды. Хлорофиллы поглощают свет синего и красного диапазонов, а каротиноиды – синего диапазона. Свет, полученный разными пигментами, расходуется на разные цели (рис. 1).

Известно, что наиболее благоприятными для выращивания светлюбивых растений является искусственная интенсивность света в пределах 150-220 Вт/м², а оптимальный состав излучения имеет следующее соотношение энергий по спек-

тру: 30% – в синей области (380-490 нм), 20% – в зелёной (490-590 нм) и 50% – в красной области (600-700 нм). С использованием такого искусственного освещения получены урожаи в несколько раз более высокие, чем при обычном освещении, причём за более короткие (в 1,5-2 раза) сроки [2].

Наиболее предпочтительные уровни облучения при интенсивной светокультуре представлены в таблице 1.

Раньше эффективно выращивать растения в домашних и тепличных условиях (вне естественной среды) было практически невозможно. На сегодняшний день светодиоды позволяют полностью заменить естественное освещение на всем цикле жизни растения. Светодиодный спектр максимально приближен к свету солнца. Его плюсами являются высокая эффективность (до 96% света поглощается растениями) и экологичность

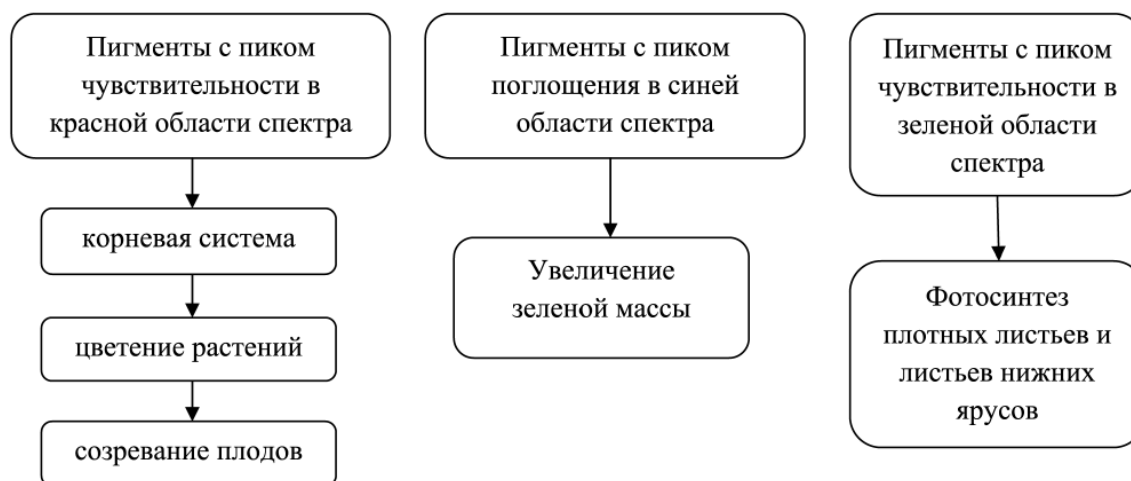


Рисунок 1 – Влияние различных световых пигментов на развитие растений

Таблица 1 – Предпочтительные уровни облучения при интенсивной светокультуре [1]

Культура	Облученность*, ЕФАР, Вт/м ²	Относительное распределение ОИ по спектру – синий/зеленый/красный
Томаты	100-160	0,2/0,2/0,6
Огурцы	80-120	0,2/0,4/0,4
Рис	280-300	0,33/0,33/0,33
Пшеница	160-200	0,25/0,35/0,4
Хлопчатник	300-400	0,33/0,33/0,33
Корнеплоды	160-180	–
Чай, субтропические культуры	240-300	–

* В УФ-области спектра (300-400 нм) целесообразно иметь облученность не более 4% ЕФАР; в ИК-области при 0,7-1,2 мкм – не более 100-120% ЕФАР; при 1,2-3 мкм – менее 25% ЕФАР; при 3-40 мкм – менее 25% ЕФАР

(нет ртути и других вредных тяжелых металлов, не выделяется свет, вредный для растений). Светодиоды потребляют до 70% меньше электроэнергии, что существенно снижает затраты на электричество. Они имеют долгий срок службы и работают без перебоев и замен.

Мощность светильника необходимо выбирать, отталкиваясь от необходимой площади освещения. Минимальная высота подвеса светодиодного светильника – 30-50 см от верхних листьев растения. Светодиодные светильники и панели можно использовать для основного освещения растений, а также для дополнительной подсветки. Они подключаются стандартным проводом непосредственно к сети 220В, благодаря чему практически исчезает риск пожара или короткого замыкания.

Существует ряд преимуществ светодиодного освещения для растений:

- светодиодные лампы потребляют в 4-5 раз меньше электричества, чем натриевые лампы;
- они не нагреваются и обладают полным спектром света;
- срок их службы – до 50000 часов, они способны работать в режиме досветки;
- обеспечивают экономию средств – сокращают затраты на обслуживание (не требуют дополнительного охлаждения и рефлектора);
- имеют в основном модульную конструкцию, обеспечивающую мобильность – размещение на легкой подвеске и быстрый монтаж за счет самостоятельных модулей;
- имеют компактные массогабаритные показатели при сравнительно большой производительности;
- не требуют постоянного контроля и предварительной подготовки площади для размещения;

– имеют высокую световую отдачу и энергоэффективность – 96%;

– безвредны человеку и окружающей среде (не содержат ртути и других опасных веществ), отсутствует ультрафиолетовое и инфракрасное излучение [4].

На данном этапе актуальна инновационная форма светодиодов для растений, а именно – фитосветодиод. Расширенный светодиодный спектр в одном чипе (для улучшения роста растений) обеспечивает широкий спектр подобно солнечному свету, с преобладанием красного и синего цвета, что ускоряет рост и цветение растений. Сегодня фитодиоды – это революционный шаг для светодиодов, применяемых в выращивании растений, так как ранее светодиоды были не в состоянии выступать в качестве единственного источника света для комнатных растений или сада. Только фитосветодиод подходит для всех этапов выращивания растения (рис. 2).

Фитосветодиод собран под одним кристаллом и выдает необходимое количество красного и синего спектра при любом количестве светодиодов. При этом другие спектры или отсутствуют, или представлены в малых количествах (красный + голубой + оранжевый + красный + ультрафиолетовый и др.). Использование фитосветодиодов эффективней в 1,9 раза отдельных светодиодов с узким спектром и в 1,2 раза лучше, чем светодиодные сборки. Простой светодиод выдает узконаправленный спектр и не охватывает весь необходимый диапазон, поэтому для создания полного спектра для растений требуется не один светодиод. Фитосветодиоды для растений совпадают по спектру с солнцем, а выращенные растения – такие же здоровые, как в открытом грунте [5].



Рисунок 2 – Преимущества фитосветодиодов

Специалисты компании Philips в результате своих исследований доказали, что светодиодное освещение наиболее экономично и эффективно в зимний период. По их расчетам, показателями основных преимуществ выращивания огурцов под светодиодными лампами были следующие:

- производительность овощей выше на 24,8%;
- воды на килограмм земли меньше на 1,4 л;
- на 60% меньше расход электроэнергии.

Светодиоды – это действительно экономичный способ для выращивания свежих огурцов в странах Скандинавии и Восточной Европы в зимние месяцы. Согласно тесту, который проводила компания Philips (ведущий поставщик светодиодов для садоводства в промышленных масштабах) совместно с Варшавским Университетом наук о растениях, в котором существует отдел овощей и лекарственных растений, относительно огурцов отмечено, что «они получились менее водянистые и более сладкие», показатель гибели плода был гораздо меньше, все огурцы были примерно одного среднего размера от 200 до 210 граммов [6].

Согласно исследованиям института «Гипронисельпром», для получения оптимальной нормы освещённости в теплице для выращивания рассады, равной 40 Вт/м², необходимо использовать натриевую лампу мощностью минимум 120 Вт, а для получения нормы освещённости в теплице для выращивания продукции, равной 100 Вт/м², – лампу мощностью минимум 300 Вт. При фотопериоде выращивания рассады 14 часов и выращивания продукции 16 часов потребление электроэнергии на 1 м² составит за сутки величину в несколько кВт/ч. В пересчёте на всю

продуктивную площадь теплицы величина потребления электроэнергии натриевыми лампами выливается в огромное значение, существенно влияющее на рост себестоимости продукции.

Применение светодиодных светильников может снизить эту величину, как минимум, в 3 раза. Кроме существенно меньшей потребляемой мощности, светодиоды способны обеспечить большее соответствие спектра излучения аграрного светильника спектру эффективности фотосинтеза, что позволяет снизить требуемую мощность излучения на единицу площади теплицы, а, следовательно, и мощность светильника, в результате чего происходит дополнительное снижение потребления электроэнергии и, как следствие, сокращение затрат.

Согласно последним исследованиям, при освещении светодиодными светильниками семена проходят полный цикл развития, тогда как при освещении светильниками с люминесцентными лампами они достигают лишь стадии цветения. Это открывает возможность уменьшения времени полного цикла развития растения и увеличения количества периодов плодоношения только благодаря подбору спектрального состава светодиодного освещения. Если учесть ещё и экономию электроэнергии, а также возможность управления интенсивностью и спектральным составом излучения в зависимости от фазы развития растения, что возможно при применении светодиодных светильников, то экономический эффект от внедрения таких светильников может быть очень существенным. В пользу применения светодиодов выступают также их конструкционная прочность, надёжность, большой ресурс, экологичность [2].

Литература

1. Светокультура растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tehnovilla.sv19.com/?views=svetokult>.
2. Бахарев, И. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы [Текст] / И. Бахарев, А. Прокофьев, А. Туркин // Аграрное обозрение. – 2011. – № 3. – С. 25-26.
3. Тимирязев, К.А. Избранные сочинения в 4-х томах [Текст] / К.А. Тимирязев. – М.: ОГИЗ – СЕЛЬХОЗГИЗ, 1948. – 695 с.
4. Светодиодное освещение для растений led-glow [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.led-glow.ru/>.
5. Светодиоды для растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kirill1985.ru/pokupka/2694-svetodiody-dlya-rastenij.html>.
6. Выращивание огурцов под светодиодами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.led-glow.ru/fakt/65-2016-01-27-10-17-57.html>.

References

1. Svetokul'tur rastenij [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://tehnovilla.sv19.com/?views=svetokult>.
2. Baharev, I. Primenenie svetodiodnyh svetil'nikov dlja osveshhenija teplic: real'nost' i perspektivy [Tekst] / I. Baharev, A. Prokof'ev, A. Turkin // Agrarnoe obozrenie. – 2011. – № 3. – S. 25-26.
3. Timirjazev, K.A. Izbrannye sochinenija v 4-h tomah [Tekst] / K.A. Timirjazev. – M.: OGIZ – SEL'HOZGIZ, 1948. – 695 s.
4. Svetodiodnoe osveshhenie dlja rastenij led-glow [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.led-glow.ru/>.
5. Svetodiody dlja rastenij [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://kirill1985.ru/pokupka/2694-svetodiody-dlya-rastenij.html>.
6. Vyrashhivanie ogurcov pod svetodiodami [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.ledglow.ru/fakt/65-2016-01-27-10-17-57.html>.



ОБЪЯВЛЕНИЕ



**В издательстве ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА
в 2012 г. вышла монография**

**«Предупреждение аварий и катастроф на катоднозащищённых
подземных трубопроводах бесконтактными методами
идентификации коррозионного разрушения» /
Л.А. Голдобина, В.С. Шкрабак, П.С. Орлов.**

В монографии рассмотрены проблемы безопасной эксплуатации подземного трубопроводного транспорта. Авторами предложена физическая модель проникновения атомарного водорода в металл. На основе анализа условий эксплуатации подземных газопроводов и влияния режима работы тиристорных катодных станций на подземный трубопровод с пленочной гидроизоляцией разработаны способы идентификации коррозионных повреждений наружных поверхностей подземных и подводных трубопроводов, подтвержденные патентами РФ.

Разработанная методика бесконтактной идентификации коррозионных и стресс – коррозионных повреждений особенно актуальна для стальных подземных трубопроводов коммунального хозяйства и предприятий агропромышленного комплекса, трубопроводы которых с малорадиусными поворотами, как правило, не имеют равнопроходной с трубами арматуры, что наряду с большой номенклатурой диаметров и отсутствием шлюзовых камер исключает возможность применения для исследований состояния трубопроводов внутритрубных приборов.

УДК 699.15:539.56; 669.788; ISBN 978-5-98914-107-4; 204 с. (МЯГКИЙ ПЕРЕПЛЕТ)

**ПО ВОПРОСАМ ПРИОБРЕТЕНИЯ ОБРАЩАТЬСЯ ПО АДРЕСУ:
150042, г. Ярославль, Тутаевское шоссе, 58. ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА**

E-mail: vlv@yarcx.ru

