

# ПРОБЛЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СВЕТОВОГО ПОТОКА В ДИЗАЙНЕ ФИТОТРОНА

О.В. Долгалева, В.А. Серяков  
Томский политехнический университет  
Olga1@tpu.ru, seryakov@tpu.ru

## Введение

Выращивание микрозелени на сегодняшний день является одним из самых перспективных направлений тепличного овощеводства. Микрозелень – это проростки растений, которые употребляют в пищу еще до того как появляются основные листики. Исследования проведенные Отделом питания и пищевой науки, Университета Мэриленда, Колледж-Парк, Мэриленд, США доказали, что такая зелень обладает большим количеством полезных веществ, такими витаминами, С, Е и К, лютеином и бета-каротином.

В современном мире микрозелень имеет большой спрос на рынке. Пару лет назад микрозелень имела спрос только в сфере питания (кафе, рестораны), на данный момент спрос вырос и в индивидуальном использовании.

Так как в осенне-зимний промежуток времени, растения в открытом грунте с естественным освещением испытывают недостаток солнечного света, возрастает промежуток времени проращивания и снижается качество зелени. Для эффективного выращивания микрозелени, является применение искусственного освещения, но в этом есть и свои минусы, увеличивается затрата на электроэнергию и себестоимость.

## Исследовательская часть

В исследованиях русского ученого К.А. Тимирязева [5] было доказано, что благоприятным для проращивания растений являются интенсивности в пределах 150-220 Вт/м. [5] Синий цвет – ускоряет развитие корневой системы, помогает растению сформировать компактную низкорослую крону. Освещение красного цвета стимулирует быструю всхожесть семян, способствует буйному цветению и образованию завязей. Цвета желтого спектра имеют узконаправленные задачи при освещении зеленых листьев [7].

На данный момент используются следующие источники искусственного освещения: лампы накаливания, люминесцентные лампы, натриевые лампы высокого и низкого давления. У всех есть свои преимущества и недостатки. Но основным недостатком является общий широкий спектр ламп, а также большое потребление электроэнергии, которая помимо освещения тратится и на нагрев воздуха, что нежелательно для растений.

## Фотосинтез при искусственном освещении

Прежде всего, освещение должно быть совместимо с требованиями фотосинтеза и светового восприятия растений, которые тесно связаны с двумя основными характеристиками света: длины волны и флюенса.

Искусственное освещение должно обеспечивать растения энергией. Для этого, люминесцентные лампы, с повышенным спектром синего и красного света (т.е. холодные люминесцентные белые

лампы), широко используется в ростовых камерах, вместе с дополнительными источниками света для достижения устойчивого фотосинтетического фотонного переноса необходимого для высокой производительности. Однако спектр и интенсивность флуоресцентных ламп нестабильны в течение длительного времени.

Среди систем искусственного освещения светодиоды представляют максимальную эффективность PAR (фотосинтетически активное излучение) (80%). Электронный дополнительный материал - Светодиоды, излучающие синий, зеленый, желтый, оранжевый и красный цвета, доступны и могут быть объединены для обеспечения либо высокой плотности (при полном солнечном свете, если требуется), либо специальных характеристик длины волны света, благодаря их узкополосному световому спектру. Высокая эффективность, низкая рабочая температура и малые размеры позволяют использовать светодиоды в импульсном освещении. Их долгая продолжительность жизни и простота управления делают их лучшими для использования в теплицах круглый год.[3].

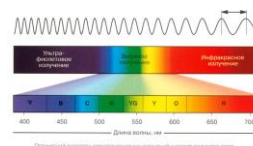


Рис. 1. Диапазон длин волн излучения светодиодов

Однако, требование различных растений к световому режиму выращивания практически индивидуальны. Совокупное использование этой информации позволяет создать принципиально новую, гибкую систему досветки растений. Следует регулировать световой поток (его недостающую часть), изменяя световой режим в зависимости от проращиваемого вида растений.

Количество света которое получает растение очень сильно влияет на внешний вид растений. Это дает понять изгиб стебля, он тянется к солнечному свету. Чтобы избежать нарушения проращивания и внешнего состояния растений следует понимать правильную установку света. Один из важных факторов размещения фитоламп является то, что свет должен падать перпендикулярно растениям, т.к. при такой установке наиболее рациональнее используется свет, в отличии если свет будет падать под углом.

Светодиоды, так же как и прочие осветительные приборы имеют коэффициент преобразования потребляемого электричества в свет, который не достигает 100%. Существующие модели имеют коэффициент полезного действия 30-40%[4]. Оставшаяся часть электроэнергии рассеивается в виде тепла. Что задает критерий расположения фитолампы, при

низком расположении, растение будет нагреваться и велика вероятность того что оно может получить ожог, а если высоко расположить фитолампу, эффективность досветки растений будет мала. Оптимальным расстоянием фитолампы до растений составляет 25-40 см. При этом так же следует учесть площадь освещения, считается оптимальной подсветкой 1м<sup>2</sup> не менее 70 Вт [8] (Рис. 2.).

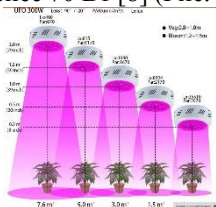


Рис. 2. Соотношение освещения, высоты и площади.

Так же следует учесть диапазон рассеивания различных светодиодов, растение должно освещаться равномерно для эффективного проращивания растений.

Для экономного и рационального использования фитолампы следует изучить и применить дополнительное освещение, который будет экономичным вариантом, таким вариантом стала флуоресцентная пленка. На сегодняшний день в практике сельского хозяйства разработали применение флуоресцентной пленки поглощающие часть УФ радиации с генерацией энергии в узкополосное люминесцентное излучение видимой области спектра [8].

В опыте проведенном в ТГПУ города Томска [8] было выявлено что под флуоресцентными пленками – интенсивное развитие репродуктивных органов, сопровождающееся формированием плодов лучшего качества, и удлинение сроков вегетации растений в среднем на 14 суток. А так же компания PhotoFuel провела ряд исследований, чтобы подтвердить целесообразность использования таких покрытий для теплиц. Эксперимент заключался в следующем: различные культуры были высажены под фотолюминесцентными пленками - и для контроля, под белыми и черными обычными парниковыми покрытиями. Исследование показало, что разработанные фотолюминесцентные пленки способствовали увеличению массы растений в среднем на 30%. Разные культуры реагировали на условия выращивания не одинаково (Рис. 3.).



Рис. 3. Фотолюминесцентные пленки для парника

#### Характеристики фотолюминесцентной пленки

Яркость свечения после отключения источника света:

10 минут- 200-230 мкд/м<sup>2</sup>

60 минут- 25-35 мкд/м<sup>2</sup>

Послесвечение: 1440 мин и более

Температура эксплуатации: -70°С... +70° [16]

#### Заключение

Для получения высокоэффективного роста микрозелени в закрытой системе проращивания «фитотрон» следует применять светодиодные фитолампы т.к. они представляют полный спектр необходимых для проращивания растений с помощью которого можно получить значительно увеличение времени роста растений до 40-50% , что позволяет получать дополнительные урожай круглый год. Так как растение необходимо освещать 16-20 ч в сутки, при условии небольшого потребления электроэнергии фитолапы, следует сократить затрату на освещение при помощи фотолюминесцентной пленки т.к. она поглощает и рассеивает не только свет, но и тепло, что дает возможность поддерживать определенную температуру в фитотроне. Предполагаемое размещение пленки является один уровень с фитолампой. Определенное расположение фитоламп и размещение фотолюминесцентной пленки дает критерий в разработке дизайна фитотрона и его габаритные размеры.

#### Список использованных источников

1. Минтруд России разработал методические рекомендации по определению по требительской корзины для основных социально-демографических групп населения в регионах, - URL: [http://7wwwTosm\]ntmd ru/social/living-standard 15](http://7wwwTosm]ntmd ru/social/living-standard 15)
2. Стенограмма совещания о новых технологиях в тепличном хозяйстве от 5 марта 2013 года. - UR1.: <http://i p a в и ie.TbCTBO.p4>/stens23108/>
3. Астафурова Г. Гончаров А.. Лукаш В . Юрченко В Ф июгрон для светодиодной досветки растений в теплицах и на дому // Полупроводниковая светотехника. - 2010. - № 3.
4. Андриенко О.С., Климкин В.М., Райда В.С., Сокоиков В.Г. Оптические испытания пленок для теплиц и вопросы их сертификации // в сб. статей «Светокорректирующие пленки для сельского хозяйства». -Томск: Изд. «Спектр» ИОА СО РАН, 1998. -С. 31-37.
5. Бахарев И , Прокофьев А , Туркин А . Яковлев А. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы // Современные технологии автоматизации. - 2009. -№ 2.
6. Карасев В. Е. Полисветаны – новые полимерные светотрансформирующие материалы для сельского хозяйства // Вестн. Дальневост. отд-я РАН. 1995. № 2. С. 66–73.
7. Минич А. С. Физико-химические свойства систем полиэтилен: люминофор на основе аддуктов редкоземельных элементов: дис. ... канд. хим. наук. Томск, 1995. 211 с.
8. Ivanitskiy A. E., Raida V. S., Ivlev G. A. Research of properties of photoluminescent films at excitation by a solar radiation // Вестн. Томского гос. пед. ун-та.