Guía de iluminación

Spanish language. Version 2019.1.

VALOYA
RESEARCH DRIVEN

Definición de la **Luz**

La luz es radiación electromagnética transmitida como fotones. En las plantas, la luz es absorbida por pigmentos y fotorreceptores. Las plantas utilizan la luz para la fotosíntesis la cual produce una reacción en cadena en que la energía luminosa se convierte en energía química. La luz también transmite información a la planta sobre su entorno de crecimiento.

La definición de bandas de ondas de color no es tan sencilla como cabría esperar. Existen normas ISO disponibles, pero en fotobiología vegetal, los rangos comúnmente utilizados difieren de esas definiciones. Por ejemplo, según ISO, el rojo es 610-760 nm, pero los fotobiólogos pueden usar 620-680 nm según Sellaro et al. (2010) y, además, 650-670 y 720-740 nm para calcular la relación de fotones de rojo a rojo lejano (Smith 1982). (Consulte la tabla de definiciones en la página siguiente).

El siguiente gráfico demuestra muy bien las propiedades energéticas y cuánticas del espectro de luz. Se deben conocer las unidades utilizadas y lo que se denomina "espectro solar". Dos partes de la estandarización comúnmente mencionadas, la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), utilizan el programa Modelo simple de la transferencia de radiación solar atmosférica (SMARTS) para generar espectros de referencia terrestres principalmente para la evaluación de prestaciones de sistemas fotovoltáicos y comparación de productos. Estos también se pueden utilizar como referencias para otros fines.

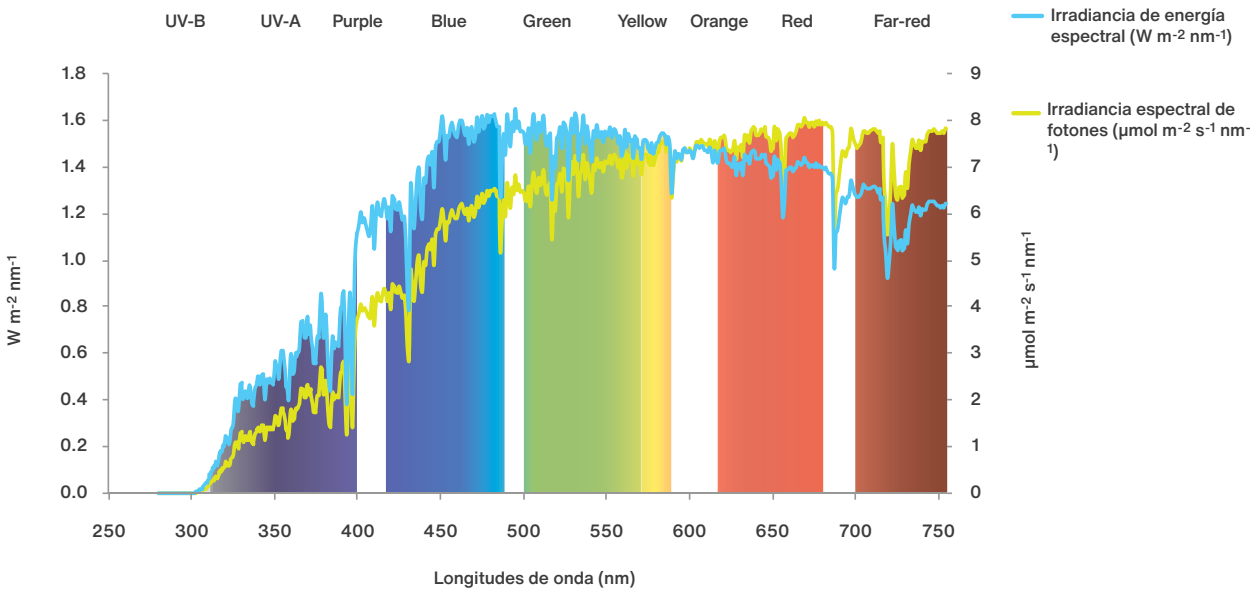


Figura 1. Espectros de referencia ASTM G173-03 derivados de SMARTS v. 2.9.2 AM1.5 Masa de aire en el espectro de masa solar 1.5 (AM1.5) (ángulo cenital solar 48.19 s) de http://rredc.nrel.gov/solar/spectra/am1.5/

Definiciones de la Luz

PBAR (Radiación Fotobiológicamente Activa)

Existe información crítica para plantas más allá del área PAR, en el rango de UV por debajo de 400 nm y en la región de rojo lejano por encima de 700 nm. Estas áreas y sus proporciones relativas afectan fuertemente al crecimiento de las plantas. Por tanto, es más preciso referirse a la radiación fotobiológicamente activa desde 280nm hasta 800nm.

PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa)

La radiación fotosintéticamente activa (PAR), designa las bandas de ondas de la radiación solar de 400 a 700 nanómetros que los organismos fotosintéticos pueden utilizar en el proceso de fotosíntesis. Todas las longitudes de onda entre 400 y 700 nm contribuyen a la fotosíntesis, además las longitudes de onda transportan información sobre el entorno de la planta.

R:FR (Rojo:Rojo Lejano)

La relación R: FR de un espectro determina la relación entre los fitocromos activos (Pfr) y los fitocromos inactivos (Pr). La relación R: FR es la principal pista para las plantas sobre su entorno. Las plantas cultivadas en condiciones de sombra intentan alargar el tallo y las hojas para lograr una mejor posición en el dosel (captar más luz) y producir semillas rápidamente (floración prematura). La luz solar tiene una relación R: FR de 1,2 y la luz bajo un dosel de hojas tiene una relación R: FR más cercana a 0,1. Cuanto menor es la relación R: FR, mayor es la porción de Pfr del total de fitocromos, por lo tanto, más fuerte es la respuesta de evitación de la sombra. Las relaciones de fotones R: FR se pueden calcular de acuerdo con la definición de Sellaro et al. (2010); R: FR = (650–670 nm) / (720–740 nm).

B: G y CRY efecto. Radiación de energía

La relación B: G (Azul:Verde) determina la efectividad de las respuestas a la luz azul. La relación B: G también se ha relacionado con la respuesta de evitación de la sombra (elongación del tallo y la hoja). Si la relación B: G es alta, las plantas tienen entrenudos, tallos y pecíolos de las hojas cortos. Al aumentar la porción de luz verde de un espectro, las respuestas a la luz azul se vuelven "más claras"; las plantas no son tan compactas y la temperatura de las hojas aumenta levemente, debido al cierre parcial de los estomas. Las relaciones de fotones B: G se calculan de acuerdo con las definiciones para diferentes colores de luz de Sellaro et al. 2010; B: G = (420–490 nm) / (500–570 nm). La actividad del criptocromo (CRY2, el receptor de luz azul) también se puede calcular, cuando la luz azul disminuye y la luz verde aumenta, el valor es menor.

Pr:Ptot (Fotoequilibrio)

Relación entre Pr y Ptot (fotoequilibrio). La relación Pr: Ptot informa la relación entre los fitocromos que absorben principalmente luz roja (Pr) y todos los fitocromos (Ptot), medidos a partir de un espectro dado (igual que el valor de PSS). Pfr absorbe algo de luz roja, por lo que en luz roja hay un equilibrio de 85% de Pfr y 15% de Pr. Pr absorbe muy poca luz roja lejana, por lo que en la luz roja lejana hay un equilibrio de 97% Pr a 3% Pfr.

CCT (grados Kelvin)

El valor CCT (Kelvin) se usa para describir el color de un espectro de luz. Generalmente, el valor solo se usa para describir diferentes esquemas de color de luz blanca, es decir, aquellos en una línea que va del rojizo / naranja a través del amarillo y más o menos blanco al blanco azulado. Las temperaturas de color superiores a 5000 K se denominan colores fríos (blanco azulado), mientras que las temperaturas de color más bajas (2700-3000 K) se denominan colores cálidos (del blanco amarillento al rojo). Por ejemplo, Valoya ARCH tiene un valor CCT de 3700 y NS2 4900 y HPS 2100.

IRC (Índice de Reproducción Cromática)

El índice de reproducción cromática (CRI o IRC) es una medida cuantitativa de la capacidad de una fuente de luz para revelar los colores de varios objetos en comparación con una fuente de luz ideal o natural. El IRC se puede utilizar para estimar qué tan cómoda es la luz para los ojos humanos; se considera que es difícil trabajar con valores por debajo de 50 durante períodos prolongados. Los valores de IRC para HPS son 20-40, según el tipo de lámpara. ¡El valor IRC para los LED rojo-azul tradicionales es cero! Los valores de IRC para los espectros de Valoya varían entre 60 y 90, lo que garantiza un entorno de trabajo cómodo.

Pigmentos y Fotorreceptores de las Plantas

Espectros de absorción y acción

Los espectros de absorción se miden con un espectrofotómetro. Los espectros de acción se miden trazando una respuesta a la luz en función de una longitud de onda.

Pigmentos y felónicos

Las clorofilas ("a" y "b" se encuentran en plantas altas) son pigmentos verdosos que capturan la energía de la luz. Otros pigmentos asociados con la maquinaria de recolección de luz de las plantas, a menudo denominados pigmentos accesorios (por ejemplo, carotenoides, xantofilas), juegan un papel importante en la fotosíntesis, ya que aumentan el rango de longitudes de onda utilizables para la maquinaria fotosintética.

Las plantas producen una gran variedad de compuestos clasificados como fenólicos. Tienen múltiples funciones, sirviendo por ejemplo como defensa contra herbívoros, atrayendo polinizadores y actuando como "filtros solares", protegiendo las células vegetales absorbiendo luz de longitud de onda más corta (UV y azul), protegiendo así los tejidos del estrés lumínico alto (fotoinhibición). Algunos compuestos fenólicos también afectan el sabor y la textura. Los flavonoides son uno del grupo más grande de fenólicos; Las antocianinas son responsables de la mayoría de los colores observados en flores y frutos y, junto con las flavonas y los flavonoles, protegen a las células de la radiación excesiva.

Fotorreceptores

Las plantas tienen la capacidad de detectar pequeños cambios en el espectro, la intensidad y la dirección de la luz. Los fotorreceptores detectan estas señales de luz, lo que hace posible que la planta ajuste su desarrollo en consecuencia. Se han identificado tres grupos principales de fotorreceptores: criptocromos, fototropinas y fitocromos. Además, el fotorreceptor UVR8 está involucrado en la percepción de la radiación UV-B.

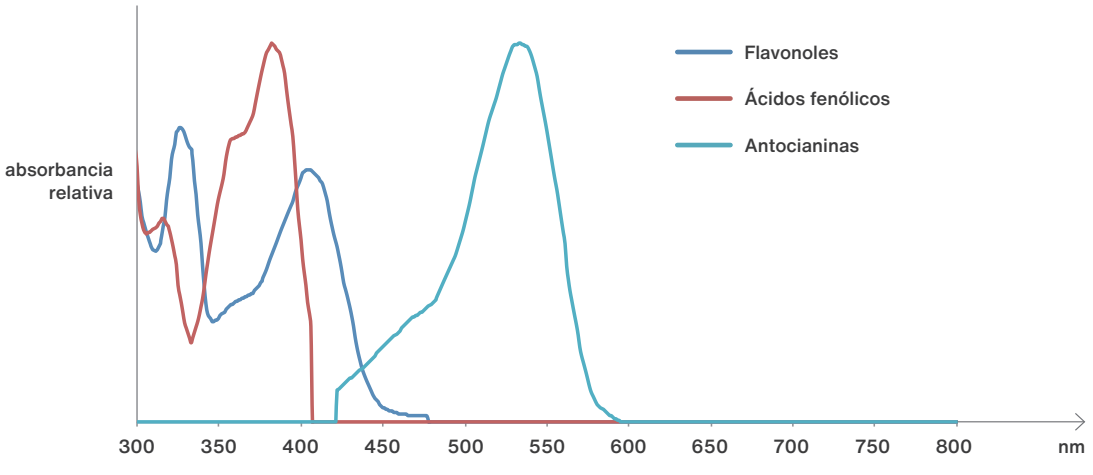


Gráfico: Absorbancia relativa de flavonoles, ácidos fenólicos y antocianinas, que sirve como ejemplo del gran y diverso grupo de los llamados metabolitos secundarios.

Los criptocromos absorben las longitudes de onda de UV-A, azul y verde y participan en las respuestas fotomorfogenéticas. Las respuestas mediadas por criptocromos son, por ejemplo, elongación celular, inhibición del alargamiento del tallo y floración fotoperiódica. Los criptocromos funcionan junto con los fitocromos que absorben el rojo y el rojo lejano.

La luz verde puede excitar fitocromos, criptocromos y fototropinas. También se ha demostrado que la luz verde se transmite de manera eficiente e impulsa la fotosíntesis en capas más profundas de la hoja y mejora el crecimiento.

También se ha demostrado que la luz verde revierte algunas respuestas inducidas por la luz azul.

La variedad de diferentes respuestas de fitocromos es extensa. Los fitocromos absorben las bandas de onda rojo, azul, rojo lejano y ultravioleta del espectro.

Los fitocromos afectan la elongación del tallo, la expansión de las hojas y alteran la estructura de la planta en respuesta al hacinamiento, es decir, la evitación de la sombra, lo que implica la percepción de la planta de los cambios en la proporción de rojo a rojo lejano. Los fitocromos también contribuyen a la floración.

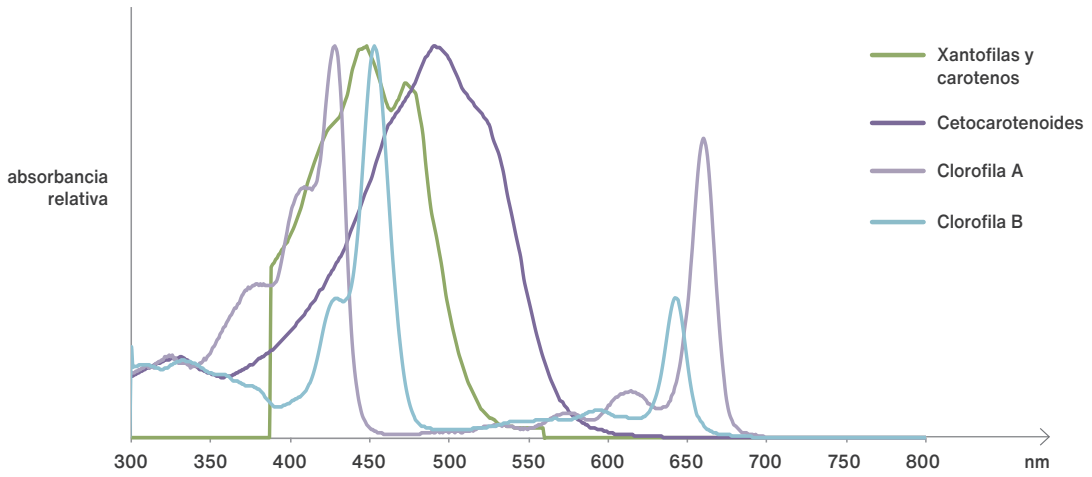


Gráfico: Absorbancia relativa de los pigmentos implicados en la fotosíntesis.

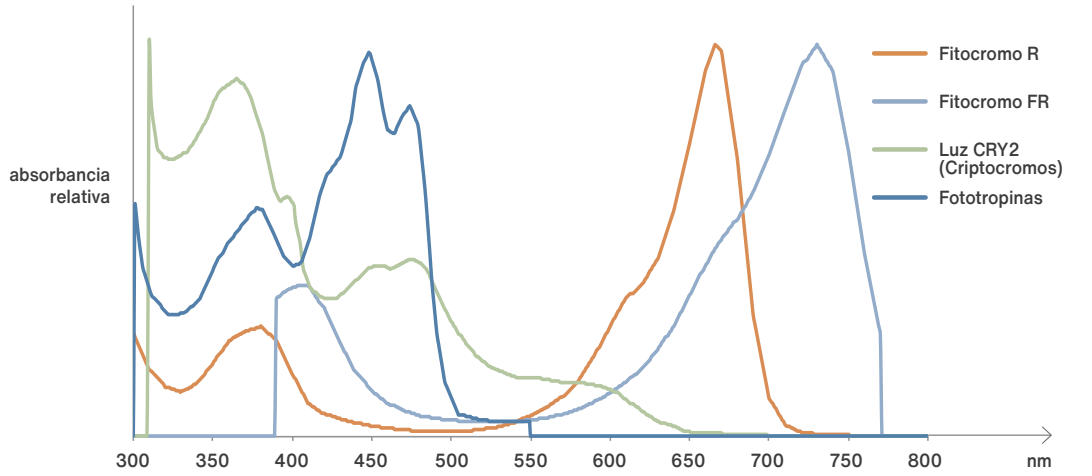


Gráfico: Absorbancias relativas de tres grupos principales de fotorreceptores

Uso de la Luz para Lograr los **Objetivos de los Productores**

Fotosíntesis

La fotosíntesis consiste en crear energía química (asimilados / azúcares) a partir de la energía proporcionada por la luz. Todas las longitudes de onda entre 400 y 700 nm contribuyen al sistema fotosintético, además, las longitudes de onda transportan información que afecta la química y morfología de las plantas. Sin embargo, los fotones en longitudes de onda más largas (rojo lejano) también contribuyen a la fotosíntesis, este llamado efecto de mejora de Emerson se demostró en la década de 1950. La tasa de fotosíntesis es mayor cuando la luz roja y la roja lejana se dan juntas que, la suma de las tasas cuando se dan por separado. Esto, proporcionó evidencias de que hay dos sistemas fotoquímicos que trabajan en conjunto con óptimos de longitud de onda un poco diferentes. Estos ahora se conocen como fotosistema I y fotosistema II. El uso de los límites de PAR actuales puede llevar a subestimar la ganancia de carbono fotosintético.

La eficiencia cuántica fotoquímica mide la fracción de fotones absorbidos que participan en la fotoquímica, casi todos lo hacen. La eficiencia energética es otra cosa, ya que solo se almacena aproximadamente una cuarta parte de la energía en cada fotón, el resto se convierte en calor. Las plantas suelen convertir sólo del 4% al 6% de la energía disponible en radiación en biomasa.

Al tratar las respuestas de las plantas al CO_2 elevado como un análogo al aumento de la fotosíntesis, se puede estimar lo que podría obtenerse mediante una fotosíntesis mejorada mediante semilleros o la manipulación genética.

A lo largo del curso diario, se estima que las mejoras fotosintéticas promedio bajo CO_2 elevado son aproximadamente del 30%.

Sin embargo, en estudios relacionados con el aumento de los niveles de CO_2, se ha encontrado que la mejora del 30% en la fotosíntesis aumenta la tasa de crecimiento relativo en solo un 10% aproximadamente.

El aumento de la fotosíntesis no aumenta la tasa de crecimiento relativa a la misma velocidad, ya que una mayor disponibilidad de carbohidratos puede exceder la capacidad de muchas plantas para utilizarlos por completo. Esto se debe a los nutrientes o las limitaciones internas inherentes al crecimiento.

Además, centrarse solo en la fotosíntesis puede dar indicaciones poco fiables del rendimiento del espectro, ya que las mediciones proporcionan resultados solo durante un período corto de tiempo, generalmente solo unos minutos.

La morfología y la inducción de la floración de las plantas de begonia fue manipulada por la calidad de la luz. Todas las plantas se cultivaron bajo la misma intensidad de luz (PAR 125 µmol/m^{-1}/s^{-1}) en condiciones de poca luz natural.

Dirección del crecimiento de las plantas

El buen crecimiento de las plantas es más que fotosíntesis. Existe información crítica para las plantas en el área PAR y más allá del área PAR, en el rango UV-B y UV-A (280-400 nm) y también en el área rojo lejano por encima de 700 nm y en las combinaciones, por ejemplo, proporción de azul a verde y especialmente proporción de rojo a rojo lejano. Estas áreas y raciones proporcionan a las plantas información sobre su entorno de crecimiento, por ejemplo, los cambios en la relación de rojo a rojo lejano le permite a una planta detectar plantas vecinas y activar, por ejemplo, el alargamiento del tallo, lo que permite la máxima captura de luz. Por tanto, es más exacto referirse a una radiación fotobiológicamente activa de 800 nm.

Hay que preocuparse por la información que la calidad de la luz proporciona a la planta y qué hará la planta con los recursos proporcionados: ¿una hoja, una flor, raíces o compuestos químicos o la combinación adecuada de todos estos? ¿Ayudará el espectro a producir el resultado deseado? ¿Qué quiere lograr el productor?

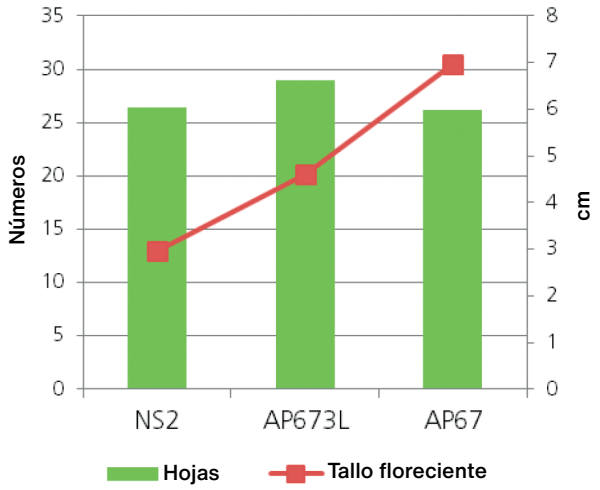
La mayoría de los proveedores de LED de horticultura utilizan LED de color rojo, azul, rojo lejano y blanco independientes. Afirman que las combinaciones de rojo y azul son buenas para el crecimiento de las plantas, simplemente porque coinciden en dos áreas de la curva de absorción de clorofila. No mencionan que hay otros pigmentos además de la clorofila que absorben la radiación. Sin ninguna prueba o investigación, estos LED listos para usar se venden como luces de cultivo y, en consecuencia, los clientes se quedan solos para descubrir por qué sus plantas no crecen o florecen como se esperaba.

Controlar la calidad de la luz y saber qué parte del espectro y qué combinaciones de las áreas del espectro están involucradas en diferentes procesos permite controlar el crecimiento de las plantas y producir plantas con las características deseadas, es decir, germinación, inducción a floración, tallo, alargamiento, etc. Los picos de luz individuales no hacen que se cultiven las plantas de la forma óptima y se desperdicia energía potenciando los micromoles en los picos.

Definiendo una buena planta

El rendimiento de la luz no solo debe evaluarse desde el punto de vista de la eficiencia eléctrica, sino junto con el valor que proporciona al productor. Rara vez se trata solo de la fotosíntesis máxima, sino del tiempo y el costo para obtener una planta que se pueda vender (o usar) a un alto valor.

Definir una buena planta no se trata de la planta, sino del productor y su negocio. Una buena planta para un productor de lechuga es aquella que crece para tener una alta biomasa en poco tiempo, se ve y sabe bien y tiene una larga vida útil. El cultivador de lechugas no quiere lograr la floración, que debe retrasarse o incluso inhibirse. Para un criador de plantas, una lechuga de floración rápida con gran número de semillas es un aspecto valioso, por lo que la floración debe promoverse con calidad de luz. Para un cultivador de rosas, una buena planta crece rápidamente hasta el estado vendible, con una flor grande y un tallo grueso.



El gráfico de arriba muestra el caso de la lechuga batavia verde. Con diferentes espectros de Valoya, las plantas pueden dirigirse a florecer (AP67), mejorar el crecimiento vegetativo (AP673L) o retrasar la inducción de la floración (NS2).

Espectros y **Prestaciones**

Espectros diseñados para un propósito

Para proporcionar el máximo valor a sus clientes, Valoya ha desarrollado una variedad de espectros de luz que permiten a los productores alcanzar sus objetivos de una manera altamente eficiente en energía. Los espectros de Valoya se basan en una extensa investigación académica, interna y de los clientes in situ que luego son verificados por cientos de cultivadores profesionales, criadores y clientes de investigación.

Valoya ha realizado cientos de pruebas con plantas durante los últimos 6 años, probando espectros de luz únicos basados en nuestros propios LED de amplio espectro.

Como resultado, Valoya ha identificado varias "aplicaciones de luz", en las que un espectro y una luminaria están diseñados juntos para ahorrar energía, tiempo de producción y, aumentar el rendimiento y/o la calidad de las plantas.

Basado en pruebas propias e independientes de terceros con productos propios y productos de compañías competidoras, los espectros personalizados de Valoya ofrecen rendimientos y resultados superiores en comparación con los LED rojo-azul. Los LED rojos y azules de ancho de banda estrechos, a veces, se utilizan con éxito para mantener la planta compacta y retrasar su crecimiento. Valoya también ofrece algunos espectros especializados para la compacidad.

Prestaciones

La luz artificial en horticultura permite un mejor crecimiento a través de fotoperíodos más largos, cuando las horas de luz natural son limitadas, un mejor crecimiento a través de integrales de luz diaria más altas (DLI), cuando la radiación del sol es baja o cuando no hay sol disponible. La luz artificial también se utiliza para controlar o inhibir la floración en tratamientos de días largos / cortos.

Las tecnologías de luz tradicionales, como el sodio a alta presión, los haluros metálicos o los fluorescentes, han sido básicas y sencillas y, ofrecen una variación limitada de los espectros de luz.

Hoy, la tecnología LED ofrece nuevas posibilidades con modificaciones de espectros de una manera energéticamente eficiente. Los LED no solo ahorran energía, sino que también permiten el uso de luz artificial de una

::: Imágenes:
La tecnología LED permite nuevos métodos de producción; Las plántulas de abeto se cultivan bajo un espectro personalizado en múltiples capas sin luz natural.

manera mucho más versátil que antes. Cambiando el espectro, las plantas pueden transmitir información sobre su entorno, lo que las impulsa a tener diferentes estrategias sobre cómo utilizar la energía generada a través de la fotosíntesis de energía.

Tradicionalmente, el rendimiento de la luz artificial se ha medido al observar la cantidad de radiación (µmol / s) que proporciona la fuente de luz en el área de radiación fotosintéticamente activa (PAR), 400-700 nm. La eficacia se ha medido midiendo cuántos µmol pueden producirse por cada vatio (W) de entrada.

Las luces de cultivo LED genéricas, de banda estrecha, rojo-azul, listas para usar, están ampliamente disponibles a diferentes costos, dependiendo del volumen, la calidad y el rendimiento. Azul (450-470 nm), rojo (660 nm), blanco frío y, a veces, rojo lejano (730 nm) son los más utilizados. Son fáciles de fabricar y originalmente se diseñaron para aplicaciones genéricas y no para uso específico en horticultura, al igual que la bombilla de sodio de alta presión se diseñó para el alumbrado público; no los invernaderos en los que terminaron.

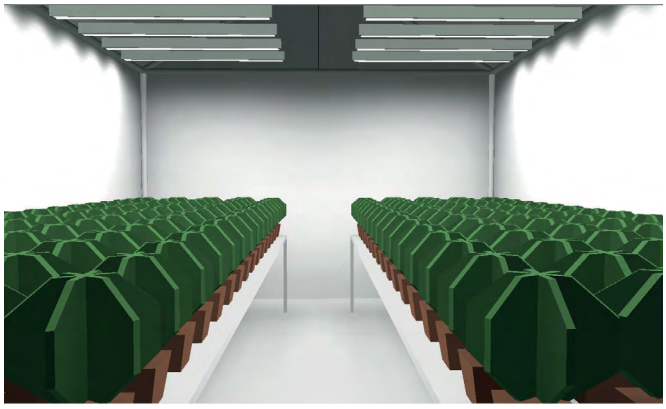
Con los LED, es muy fácil fabricar un espectro de rojo puro (660 nm) (donde toda la luz está dentro de la región PAR) y producir altos niveles de µmols / W con alta eficiencia eléctrica. Sin embargo, en términos de crecimiento de plantas, hay muy pocas aplicaciones en las que un espectro de luz rojo puro (o azul puro) produzca buenos resultados de crecimiento de plantas. Por lo tanto, es vital desarrollar una técnica adecuada que incluya la calidad del espectro en la medición del rendimiento lumínico hortícola.

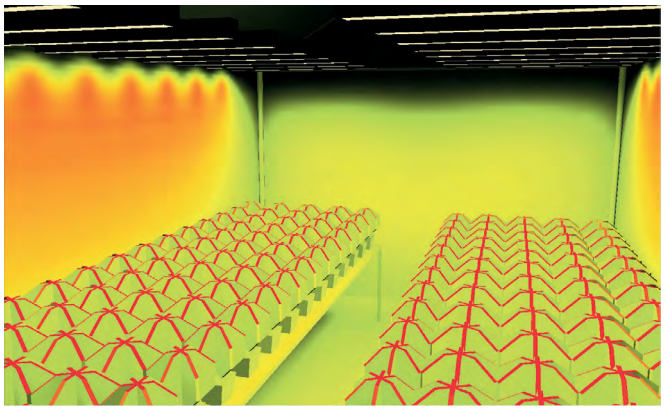
Desde el chip LED en adelante, las luminarias LED Valoya están hechas para fines profesionales de cultivo de plantas. Esta especialización, junto con los materiales y componentes de alta calidad utilizados, es un factor que afecta al costo, es decir, las luces de cultivo genéricas utilizan principalmente LED genéricos baratos y, por lo tanto, tienen una ventaja de precio cuando se mira solo en potencia de entrada.

Al final, lo que cuenta es el costo de la luz en relación con los resultados del crecimiento y esto requiere considerar más factores además del precio por vatio (€/W).

Una buena luminaria LED debe tener el espectro de luz adecuado y chips LED eficientes. La eficiencia de los LED se debe medir en función de la cantidad de luz que proporcionan por vatio de entrada de electricidad. La mejor proporción para fines hortícolas es µmol / vatio (µmol/W), pero todavía no dice nada sobre la calidad del espectro ni promueve las características de crecimiento deseadas.

Además, es fundamental garantizar una distribución uniforme de la luz. Las simulaciones de iluminación detalladas proporcionan información sobre cuántas luminarias se necesitan para un área determinada y cómo deben colocarse, lo que garantiza una distribución de luz óptima y uniforme. Las siguientes imágenes muestran una parte de un plan de iluminación para una sala de crecimiento con dos mesas.





Imágenes de ejemplo de un plan de iluminación

Disipación, Calidad y **Seguridad**

Tecnología de calor y disipación

Una luminaria LED de alta calidad emite el 30-40% de su energía en forma de luz y el 60-70% en forma de calor. Una luminaria con una disipación insuficiente emitirá más del 70% en forma de calor, lo que contribuye al gasto de enfriamiento para el entorno de crecimiento.

Para mantener los LED a temperaturas lo suficientemente bajas para mantener la eficiencia (alto µmol/W), requieren una disipación suficiente constante. Si los LED funcionan a una temperatura demasiado alta, se reducirá la eficiencia y se "quemarán" más rápidamente.

La disipación puede ser activa, usando ventiladores o agua, o pasiva, usando un disipador de calor (a menudo doblando la carcasa de la luminaria, como en el caso de Valoya).

La disipación activa permitirá que los LED funcionen a una corriente / potencia más alta, lo que reducirá los costes al usar menos LED en el dispositivo. La desventaja es el riesgo de fallo en el sistema de disipación térmica. Sin un mantenimiento regular, los ventiladores pueden averiarse con el tiempo. Si no quita regularmente el polvo y la suciedad del ventilador en el sistema de disipación, puede producirse un sobrecalentamiento y un fallo prematuro de los LED. La protección contra la alta humedad y los fallos por fugas han dificultado que las empresas lancen al mercado tecnologías de disipación por agua.

Tomar atajos en la disipación térmica, subdimensionar la capacidad de disipación, descuidar o simplemente usar la tecnología incorrecta aumenta el riesgo de fallos tempranos. Sin embargo, si se diseñan y mantienen adecuadamente, las soluciones de disipación pueden proporcionar un uso a largo plazo y ahorros de costes.

Calidad y seguridad

Un factor importante a verificar es que el proveedor de LED tiene todas las certificaciones relevantes, como el marcado CE (y las pruebas o certificaciones para demostrarlo), certificaciones UL o cETLus, para demostrar que cumplen con las normas de seguridad. Las garantías y los resultados de las pruebas de deterioro también son una prueba importante de calidad y seguridad para el cliente.

La garantía de Valoya es de un mínimo de tres años y la vida útil es de más de 35 000 horas (manteniendo el 90% de la salida de luz inicial). Como las luces de Valoya se han utilizado durante años, nuestro pronóstico llega hasta las 64 000 horas, manteniendo el 90% de la intensidad de la luz.

La clasificación IP, la protección contra la humedad y el polvo también son factores importantes a considerar. Los dispositivos Valoya tienen una alta clasificación IP, que se habilita mediante la disipación pasiva. Por supuesto, una clasificación de humedad más baja es más fácil y más barata de hacer, pero esto puede restringir su uso.

La seguridad del espacio de trabajo, especialmente en lo que respecta a la seguridad ocular, debe verificarse mediante protocolos estandarizados. El índice de reproducción cromática (IRC) se puede utilizar para estimar qué tan cómoda es la luz para los ojos humanos; se considera que es difícil trabajar con valores inferiores a 50 durante períodos prolongados. Los valores de IRC para HPS son de 20 a 40, según el tipo de lámpara. ¡El valor IRC para los LED rojo-azul tradicionales es cero! Los valores de IRC para los espectros de Valoya varían entre 60 y 90, lo que garantiza un entorno de trabajo cómodo.

Referencia y lecturas adicionales

Lecturas adicionales:

Valoya - Luces de crecimiento LED. Folleto de producto (http://www.valoya.com/brochures)

Valoya - LED para cultivo vertical. Guía de soluciones (http://www.valoya.com/brochures)

Valoya - LEDs para ciencia de cultivos. Guía de soluciones (http://www.valoya.com/brochures)

Valoya - LEDs para plantas medicinales. Guía de soluciones (http://www.valoya.com/brochures)

Referencias:

ASTM G173-03 Reference Spectra. Derived from SMARTS v. 2.9.2 AM1.5 Terrestrial solar spectrum Air mass 1.5 (AM1.5) (solar zenith angle 48.19 s) from http://rredc.nrel.gov/solar/spectra/am1.5/

ISO (2007) Space environment (natural and artificial) - Process for determining solar irradiances. ISO Standard 21348. ISO, Geneva.

ISO/CIE 17166:1999, Erythema reference action spectrum and standard erythema dose.

Sellaro, R., Crepy, M., Trupkin, S. A., Karayekov, E., Buchovsky, A. S., Rossi, C., & Casal, J. J. (2010). Cryptochrome as a sensor of the blue/green ratio of natural radiation in Arabidopsis. Plant physiology, 154(1), 401-409. doi:10.1104/pp.110.160820

Smith, H. (1982). Light quality, photoperception, and plant strategy. Ann. Rev. Plant Physiol. 33:481-518

World Health Organization (WHO) (2002). Global Solar UV Index: A practical Guide.

Notas:

NORMAS APLICADAS

EUROPA

EN60598-1: Lámparas. Requisitos generales y pruebas.
EN60598-2-1: Lámparas. Parte 2: requisitos particulares. Sección uno - Lámparas fijas de uso general.
EN62031: módulos LED para iluminación general. Especificaciones de seguridad
EN 62493: Evaluación de los equipos de iluminación relacionados con la exposición humana a campos electromagnéticos.
EN55015: Límites y métodos de medición de características de perturbación de radio de iluminación eléctrica y equipos similares.
EN61547: Equipos para iluminación general. Requisitos de inmunidad EMC.
EN61000-3-2: Compatibilidad electromagnética - Límites - Límites para emisiones de corriente armónicas.
EN61000-3-3: Compatibilidad electromagnética - Límites - Límites para fluctuaciones de voltaje y parpadeo.
IEC EN 61000-4-2: Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-2: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad de descarga electrostática.
IEC EN 61000-4-3: Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-3: Técnicas de prueba y medición - Radiación, radiofrecuencia, prueba de inmunidad de campo electromagnético.
IEC EN 61000-4-4: Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-4: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad contra ráfagas / transitorios eléctricos rápidos.
IEC EN 61000-4-5: Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-5: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad contra sobretensiones.
IEC EN 61000-4-6: Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-6: Técnicas de prueba y medición - Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia.
IEC EN 61000-4-8: Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-8: Técnicas de prueba y medición - Prueba de inmunidad de campo magnético a frecuencia industrial.
IEC EN 61000-4-11: Compatibilidad electromagnética (EMC) - Parte 4-11: Técnicas de prueba y medición - Tensiones de voltaje, interrupciones cortas y pruebas de inmunidad de variaciones de voltaje.
IEC 61347-2-13: Mecanismo de control de la lámpara. Requisitos particulares para los mecanismos de control electrónico de módulos LED, alimentados por corriente directa o corriente alterna.
IEC 61347-1: Mecanismo de control de lámpara - Parte 1: Requisitos generales y de seguridad.
IEC 62384: Equipo de control electrónico para módulos LED, alimentados por corriente directa o corriente alterna . Requisitos de desempeño.
EN62471: Seguridad fotobiológica de lámparas y sistemas de lámparas.
EN62560: Lámparas LED autobalastradas para servicios de iluminación general por tensión> 50V - Especificaciones de seguridad.
EN62776: Lámparas LED de doble tapa diseñadas para actualizar lámparas fluorescentes lineales - Especificaciones de seguridad.

NORTH AMERICA

UL1598: Seguridad de la lámpara.
UL8750: Equipo conformado por de diodos emisores de luz (LED) para su uso en productos de iluminación.
UL2108: Estándar para sistemas de iluminación de bajo voltaje.
UL 8800: Estándar para equipos de iluminación hortícola.
CSA C22.2: #9.0: Requisitos generales para luminarias.
CSA C22.2: #250.0.8: Seguridad para equipos compuestos por diodos emisores de luz (LED) para aplicaciones de iluminación.
CSA C22.2 No. 250.13-14: Equipo compuesto por diodos emisores de luz (LED) para su uso en productos de iluminación.

Póngase en contacto con Valoya

España y Portugal

P.I. Saprelorca Avda. Río Luchena,
Parcela 17-24, Nave 2.10
30817 Lorca, Murcia

T +34 96 802 33 88
E orders@virextech.com
W www.virextech.com

VIREX HORTICULTURE LED SOLUTIONS

Sede central

Melkonkatu 26,
00210 Helsinki,
Finland

T +358 10 2350 300
E sales@valoya.com
W www.valoya.com

Valoya® es una marca registrada de Valoya Oy en la Comunidad Europea, EE. UU. y otros países.