Les LED, chefs de file de l'éclairage horticole

Mark Patrick, Mouser Electronics

Aujourd'hui, l'éclairage horticole est l'un des marchés à la croissance la plus rapide dans le domaine de l'éclairage industriel à LED. La plateforme LEDInside estime qu'il pèse actuellement 690 millions de dollars par an, chiffre qui devrait s'élever à plusieurs milliards au cours des années à venir.

Les dynamiques de cette croissance reposent sur la capacité de l'éclairage horticole à améliorer les rendements. L'éclairage artificiel des environnements intérieurs permet de prolonger la période de végétation, voire de garantir une production agricole tout au long de l'année. Avec les LED, les longueurs d'onde de l'éclairage horticole peuvent être optimisées afin de garantir une meilleure croissance des plantes ou d'obtenir une valeur nutritionnelle maximale. Cela se traduit directement par une hausse des revenus des agriculteurs. Ainsi, l'éclairage horticole à semi-conducteurs apparaît comme un choix évident pour les applications agricoles de pointe et offre un moyen de répondre aux préoccupations constantes relatives aux pénuries alimentaires qui nous menacent.

Le besoin de l'éclairage horticole

Pendant des milliers d'années, l'humanité a dépendu du soleil pour fournir la lumière requise pour l'agriculture. Cependant, la lumière naturelle du soleil présente plusieurs inconvénients. Tout d'abord, elle est saisonnière, avec des journées courtes en hiver et longues en été. De plus, la conservation des récoltes à l'extérieur expose celles-ci aux caprices de la météo - gel et froid en hiver, chaleur torride en été, ou encore tempêtes et tendances météorologiques irrégulières susceptibles de ruiner la période de végétation en une seule nuit.

Le caractère imprévisible de l'agriculture traditionnelle en extérieur a conduit à une utilisation croissante des techniques de culture en intérieur. Les serres permettent aux agriculteurs de contrôler les conditions (dont la température et l'humidité) tout en bénéficiant de l'éclairage naturel. Le développement récent des fermes verticales

sacrifie l'éclairage naturel au profit d'une production agricole à haute densité dans les environnements urbains, et de la capacité de contrôler précisément tous les aspects influant sur les conditions de croissance des plantes.

L'éclairage horticole peut être appliqué à ces deux types de techniques de culture en intérieur. Dans les serres, il peut compléter l'éclairage naturel. Les agriculteurs peuvent ainsi faire débuter tôt la période de végétation, augmentant ainsi le nombre de récoltes par an. Dans le cas des fermes verticales, l'éclairage artificiel est la seule option. En contrôlant entièrement l'éclairage, les cultivateurs ont une maîtrise totale de la période de végétation et sont en mesure d'ajuster ou d'accélérer plusieurs étapes de la croissance des plantes.

Modifications de la technologie fondamentale

En raison de leur rendement relativement élevé et de leur longueur d'onde, les lampes au sodium à haute pression (ou HPS de l'anglais « high pressure sodium ») ont longtemps été la source de lumière de choix dans le domaine de la culture. Le spectre de la lumière HPS contient beaucoup de jaune, de rouge et de rouge lointain, ce qui stimule la floraison. Avec une efficacité lumineuse de plus de 100 lumens/watt, les lampes HPS sont plus performantes que les lampes fluorescentes, à incandescence ou que les anciennes solutions d'éclairage LED. Toutefois, au cours des dernières années, le secteur s'est tourné vers des solutions alternatives à semi-conducteurs. En effet, les appareils LED sont associés à une efficacité énergétique supérieure ainsi qu'à un meilleur contrôle de la qualité et de la diffusion de la lumière.

Il est important de reconnaître que les besoins de l'éclairage horticole sont assez différents des besoins d'éclairage ordinaires. Alors que l'éclairage quotidien standard est optimisé pour l'œil humain, l'éclairage horticole doit permettre de maximiser la croissance des plantes. La lumière dans les longueurs d'onde propices à l'horticulture est appelée « rayonnement photosynthétiquement actif » (ou PAR de l'anglais « photosynthetically active radiation ») et correspond à la plage comprise entre 400 nm et 700 nm. Le PAR est mesuré en Watts/m^2 plutôt qu'en lumens/Watt.

Comme la lumière située en dehors de la bande PAR est perdue en termes de valeur horticole, la capacité des LED à produire des longueurs d'onde PAR signifie qu'elles sont plus efficaces sur le plan énergétique que les sources d'éclairage HPS pour favoriser la croissance des plantes. Les substituts à base de LED de l'éclairage HPS, tels que les lampes horticoles à haute puissance de Plessey, consomment 40% d'énergie en moins que les lampes horticoles traditionnelles.

Par ailleurs, les lampes LED offrent un bien meilleur contrôle de la qualité de l'éclairage, de la puissance spectrale, de la directionnalité et du faisceau lumineux que les sources d'éclairage HPS. Alors que les ampoules HPS produisent de la lumière dans toutes les directions, les sources d'éclairage LED peuvent être bien plus ciblées. La lumière est généralement diffusée sur 180 degrés, et le rayon peut ensuite être concentré ou réparti selon l'angle désiré à l'aide des optiques LED appropriées. Le contrôle de la divergence du faisceau permet de concentrer la lumière sur une ou plusieurs plantes en particulier, réduisant ainsi les pertes de lumière. De plus, le choix judicieux des lampes et des optiques LED permet aux cultivateurs d'ajuster la puissance spectrale de l'éclairage LED au fil du temps. Comme certaines étapes de la croissance des plantes sont stimulées par des longueurs d'onde particulières, la puissance spectrale peut être choisie de manière à accélérer la croissance lors de chaque étape.

Les LED permettent également de régler précisément l'intensité lumineuse, offrant ainsi un contrôle rigoureux du rendement lumineux. Il est possible d'adapter la quantité exacte de luminosité requise selon l'étape de croissance de la plante. Outre des économies d'énergie, cela entraîne une réduction de la chaleur excessive - pour une diminution de la consommation d'eau et une durée de service prolongée. Une lampe HPS de haute qualité affiche une durée de vie de 24 000 heures, mais les LED fonctionnent encore plus longtemps, avec une durée de vie généralement comprise entre 35 000 et 100 000 heures. Point critique : la lumière émise par les sources HPS change de spectre au fil du temps, passant à la gamme vert-jaune qui est peu utilisée par les plantes. Cela signifie qu'il faut éventuellement les remplacer avant leur fin de vie

afin de maintenir une bonne qualité d'éclairage. En revanche, le spectre des lampes LED reste bien plus constant au fil du temps. Enfin, les LED peuvent être facilement intégrées dans des luminaires robustes, étanches à l'eau et à la poussière (IP67). Elles constituent donc des solutions d'éclairage horticole à faible maintenance conçues pour une utilisation prolongée.

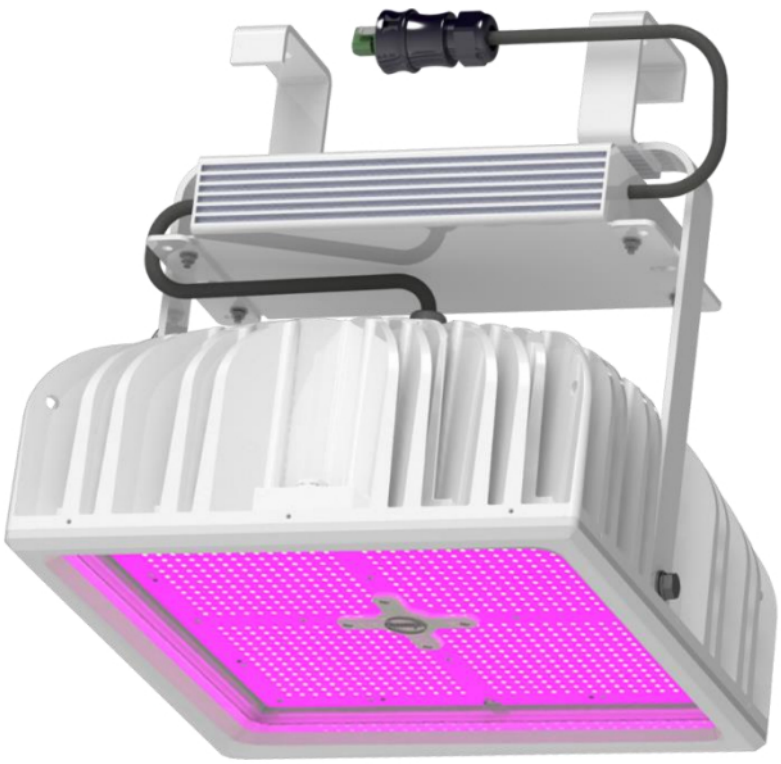


Figure 1 : modules d'éclairage horticole Hyperion de Plessey

L'éclairage des serres

Les serres permettent aux cultivateurs de contrôler les conditions environnementales tout en bénéficiant de la lumière naturelle du soleil disponible gratuitement. Ainsi, ils n'ont plus à se soucier des insectes nuisibles et des intempéries et peuvent contrôler rigoureusement l'humidité et la température. Avec l'introduction de l'éclairage horticole,

la période de végétation peut être étendue à l'année entière. De plus, la lumière LED ciblant des longueurs d'onde spécifiques peut être utilisée pour compléter la lumière du soleil et stimuler certaines étapes du cycle de croissance d'une plante. Par exemple, elle peut aider à faire pousser la tige ou favoriser une croissance plus compacte des roses pour des raisons esthétiques.

En règle générale, l'éclairage des serres est produit par des luminaires à LED de grande hauteur. Ils existent soit sous forme de modèles remplaçant la lumière du jour à spectre complet (pour accroître le nombre de cycles de croissance au cours de l'année), soit avec des longueurs d'onde ciblées (pour améliorer les rendements et la qualité). Au cours d'un essai réalisé aux Pays-Bas, il a été observé que les modules Hyperion de Plessey axés sur les radiations PAR ont généré des rendements 35 % supérieurs à ce qui a pu être obtenu avec un éclairage horticole traditionnel basé sur HPS.

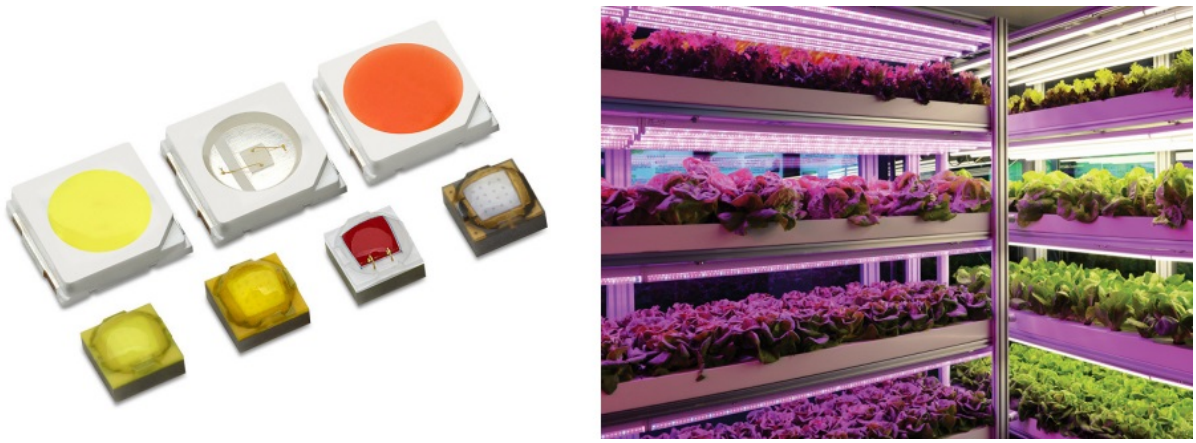


Figure 2 : les solutions d'éclairage horticole LUXEON SunPlus de Lumileds

L'éclairage des fermes verticales

Avec les techniques d'agriculture verticale, la production agricole à haute densité peut se dérouler dans des lieux plus proches des villes (ou même en leur sein), réduisant ainsi les coûts de transport et augmentant la fraîcheur des produits. Les plantes sont superposées sur plusieurs niveaux afin de maximiser l'utilisation de l'espace. Avec les fermes verticales, la lumière du soleil n'est pas une option ; l'éclairage artificiel doit donc

produire l'intégralité de la lumière. En règle générale, les luminaires destinés aux fermes verticales sont plus petits, permettant de contrôler encore plus précisément la lumière reçue par chaque plante. Comme ce type de lumière est un substitut de la lumière du soleil, et non un complément, l'intensité lumineuse doit être nettement plus élevée que pour l'éclairage des serres. L'efficacité énergétique est critique, tout comme la performance thermique - étant donné que l'éclairage est plus intense, il produit plus de chaleur, ce qui peut avoir un effet négatif sur la croissance des plantes.

Les longueurs d'onde ciblées sont encore plus efficaces dans les fermes verticales que dans les serres en raison du contrôle complet des conditions d'éclairage. Les LED horticoles telles que la série LUXEON SunPlus de Lumileds existent dans des spectres ciblés qui peuvent maximiser la photosynthèse ou s'adapter au photopériodisme (la réponse des plantes aux changements de lumière saisonniers). Une étude menée avec ces LED a montré que les longueurs d'onde ciblées permettent d'augmenter les rendements tout en améliorant le profil nutritionnel. Comparé à l'éclairage RGB, les LED SunPlus vert citron + violet et vert + violet ont entraîné une hausse des rendements et de la concentration d'anthocyanes et de caroténoïdes.

Éclairer l'avenir de la nourriture

L'éclairage horticole aide à moderniser l'agriculture et l'horticulture. Il permet d'obtenir de meilleurs rendements, d'améliorer la qualité des produits et d'assurer une production agricole en continu. Il est également un moteur clé des nouvelles pratiques agricoles. Si l'éclairage HPS était autrefois la technologie dominante, les temps ont changé et les LED montrent aujourd'hui la voie à suivre, grâce à une plus grande efficacité énergétique, à une meilleure performance thermique et à leur capacité à fournir une puissance spectrale ciblée afin de stimuler et de contrôler précisément la croissance des plantes.