

SERA AYDINLATMACILIĞI

Azize Karakaş
Elektrik Mühendisi

A. Fotosentez

Yapraklar, bitkilerin besin üretim merkezidir. Bitki yapraklarını oluşturan hücrelerin içinde kloroplast denilen, çok küçük yapılar vardır. Bu yapıların içindeki yeşil renkli boyar madde (pigment) olan klorofil maddesinin görevi ışık yakalamaktır. Kloroplastlar güneş ışınlarını bir panel gibi toplayıp, kolektör gibi enerjiye dönüştürerek besin üretirler. Üretilen besin yapraklardan, bitkinin beslenmesi gereken diğer bölümlerine götürülür.

Fotosentetik organizmalar, ışık enerjisinden yararlanarak enerjiyi depolarlar ve organik bileşikler üretebilirler. Bitkiler de diğer canlılar gibi yaşamsal etkinlikleri için gerekli enerjiyi organik maddelerin kimyasal enerjisinden sağlarlar. Bunun için de güneş ışığını kullanarak havanın karbondioksitini indirgeyerek organik besinlerini sen-

tez ederler. Bu işlem karbondioksitin (CO_2) indirgenmesi ve ancak güneş enerjisiyle gerçekleştirildiğinden "fotosentez" olarak anılır. Bu yolla güneşin ışık enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülür ve organik madde sentezi yapılmış olur.

PPFD, kuantum sensörü kullanılarak ölçülür ve saniyede m^2 'ye düşen fotonun μmol cinsinde ifadesidir. PAR'da (Fotosentez Aktif Işık Dağılımı), ışığın enerji oranı 400 ile 700 nm (in W m^{-2}) arasındadır.

PPF= saniyede gönderilen 400 ile 700 nm arasındaki toplam foton sayısı; birim, $\mu mol s^{-1}$

PPFD= saniyede birim alana gönderilen 400 ile 700 nm arasındaki foton sayısı; birim, $\mu mol m^{-2} s^{-1}$

PAR= birim alana gönderilen 400 ile 700 nm arasındaki ışığın saniyedeki enerji miktarı; birim, W m^{-2}

B.1. Bahçe Aydınlatması

Bu inceleme; bitki türlerinin geniş bir çeşitliliği için ve amaç için en uygun lamba tipine benzer şekilde toprağın işlenmesi için etkin aydınlatma tasarımı ve daha çok ekonomiklik sağlar. Ancak; daha az veya daha çok doğal gün ışığı bulunan alanlarda kullanıldığında biraz dikkatli bir şekilde ele alınmalı ve ayrıca eğer bu incelemede bu bahsedilenlerden farklı bitki türlerinin çeşitliliğinden ve türlerinden kullanılırsa; veriler Batı Avrupa koşulları altındaki seracılık radyasyonu ile ilgili olur. Ayrıca; gerekli aydınlık yalıtılmış ortamda gözlemlenemiyorsa; onlar; ısı, nem oranı ve kullanılan gübre miktarı gibi diğer çevresel faktörler ile birleştirilmeli.

Aydınlatma düzeyinin (PPFD) $\mu mol.m^{-2}.s^{-1}$ de belirtilmesi tavsiye edilir. Ancak, pratikte sık sık aydınlatma birimi olarak lüks, hala kullanılır. Bu yüzden, PPFD için lüks'ün dönüştürülmesi aşağıda gösterilmiştir. Bu dönüşüm sabit değildir; ışık kaynağına, operasyon sıcaklığına ve lambanın çalışma süresinin miktarına bağlıdır.

Enkandesan; 1000 lüks yaklaşık olarak; $18 \mu mol.m^{-2}.s^{-1}$

Fluoresan lamba; 1000 lüks yaklaşık olarak; $13-14 \mu mol.m^{-2}.s^{-1}$

Metal Halide Lamba; 1000 lüks yaklaşık olarak; $14 \mu mol.m^{-2}.s^{-1}$

Yüksek Bas.Deşarj Lambası; 1000 lüks yaklaşık olarak; $12-13 \mu mol.m^{-2}.s^{-1}$

Bu ışık talimatlarındaki tavsiyeler; deneylerde, geniş pratik testlerde ve birkaç yıldan daha fazla süredir



bilimsel araştırmalarda esas alınıyor. Veriler bitkiler için daha iyi çevresel koşullarda esaslandırıldı. Su ve besleyicilerin mevcut olması, nem oranı ve havadaki karbondioksit yoğunluğu, ısı gibi daha iyi çevresel koşullar olmadan veya bitki türlerinin farklı çeşitliliği kullanılırsa sonuçlar sapabilir. Ayrıca seranın dışındaki global radyasyon gibi çevresel koşullar, toprağı işlemenin sonuçlarında etkili olabilir.

B.II.1. Kazançlarınızı Yetiştirin-Seracılığa Ait Işıklandırma

İyi Işıklandırmanın Özü:

Bitki yetiştiriciliği için gerekli olan ışıktır. Doğal güneş işiği mevcut olan en ucuz kaynaktır. Fakat seracılık için doğal güneş işiği her zaman yeterli miktarda mevcut olamayabilir. Özellikle iyi bitki yetiştirmek için gerekli güneş işiği miktarı 40° ve 80° enlemleri arasındaki bölgede kiş mevsimi boyunca limit değerdedir. Bu yüzden, bu periyot boyunca, yapay ışık kullanımı üretim ve kalitenin artması için seracılıkta çok yaygındır.

Işığın Rolü:

Doğal işığın miktarı (küresel radyasyonda), bir güneş pili enerjisinin (J veya W) koşullarında ölçülen bir çok sonuçtur. Bitkiler büyümek için bu radyasyonun oldukça küçük bir bölümünü kullanır ve bunu biz büyüme işiği olarak adlandırırız. Radyasyonun büyük bir bölümü ısıdır. Bitkilerin büyümesini arttırmak için ilave ışık kullandığımız zaman, biz lambaların üreteceği büyüme işiğinin yüksek etkisinden emin olmaya gereksinim duyarız ve eğer yüksek etkili değilse çokça ısı üretir.

Yapay işığa delil olarak yükselen verim artışını gösterebiliriz. Yetiştiriciler daha çok yapay işığa dönüyor. Yapay ışık henüz güller, krizantemler ve zambaklardaki gibi süslü otlarda çok yaygın bir şekilde kullanılmaz ve şimdi domatesler, salatalıklar, küçük

biberler ve marullar gibi sebzelerde artan bir şekilde kullanılır. Yapay ışığın gelecekte bitkilerde daha yaygın bir biçimde uygulanarak kullanılacağı umuluyor.

Yetiştirici Işık:

İnsan gözü için ışık, elektromanyetik radyasyonun görülebilen kısmıdır. Işıklandırma için birçok ürün, insanların kullanımı için geliştirildi. Bu amaçla; görülebilen işiğin (aydınlığın) yoğunluğu lüks olarak adlandırıldı. Lüks bir fotometrik birimdir ve insan gözünün ortalama duyarlılığının esasıdır.

Bu duyarlılık yeşil/sarı (555nm'de) renkte maksimumdur ve kısa dalga boyundan (maviden) daha uzuna doğru (kırmızıya) düşer.

Bitkiler insan gözü, görebildiği ışık renkleri için tamamen farklı duyarlılığa sahiptir. Bitki yetiştiriciliği için küçük ışık parçacıkları olarak tanımlanan ışık önemlidir. Bunlara ayrıca foton veya kuantum da denir. Fotonların içerdiki enerji farklıdır ve (ışığın rengine) dalga boyuna bağlıdır. Enerjinin 1W'ı için kırmızı fotonların üretimi, mavi fotonların üretiminin hemen hemen 2 katıdır. Bu anlamda yeşil ve mavi kısımların yetiştiricilik için – ya da fotosentez için- hala kullanılıyor olmasına rağmen, bitkiler işiğin kırmızı kısmını daha etkin bir şekilde kullanır. Gerçekte yetiştirici ışık bir bitki duyarlılık eğrisi olarak vurgulanıyor.

Yaygın inanca karşıt olan, bitki yetiştiriciliği lüks veya enerji olarak belirlenmemiştir. Fakat maviden kırmızıya (400-700nm) fotonlar olarak spektrumun parçasıdır ve buna yetiştirici ışık denir.

Fotosentez için Uygunluk:

Üniversitelerde ve uygulama-araştırma istasyonlarında, fotosentezin hızı olarak gösterilen bu araştırma fotonların 400-700nm arasındaki miktarı ile ilgilidir. Buna "Fotosentez Foton Akısı" (PPF) denilir. Fotosentez için uygun ışık kaynağı varsa, o sadece ölçümün güvenilir yöntemidir.

Her bir watt için daha yüksek PPF değerleri bitki yetiştiriciliği için ışık kaynağı olarak daha etkilidir.

Yapay Aydınlatma:

Yetiştiriciliğin geliştirilmesi ve ticari bitkilerin yetiştirilme mevsiminin uzatılması için kullanılabilen yapay aydınlatmada çeşitli yöntemler vardır:

- *Doğal gün işiğine ilave ve fotosentezin artırılması, böylece yetiştiriciliğin geliştirilmesi ve seracılıktaki bitkinin miktarı için yetiştirme işiği seviyesinin yükseltilmesi (yetiştirme işiğine ilave).*
- *Yapay ışık olarak doğal gün işiğinin yayılan ışık periyodunun kontrolü (Fotoperiyodik aydınlatma)*
- *En son iklim kontrolü için, yapay ışık olarak gün işiğinin yerleştirilmesi.*

1. Seracılıkta Yetiştirici Işığın İlave Edilmesi:

İlave edilen yetiştirici işiğin miktarı; doğal gün işiğinin bulunabilirliği ve arzulanan bitkinin yetiştirilmesi bitkinin tipine çok fazla bağlı olunmasını gerektirmektedir.

Bitki tipine bağlı olan ve merkezi Avrupa koşulları için arzulanan bitki yetiştiriciliği, izleyen ilave seviyelerde önerilmiştir:

Geliştirilen Özellik;

- *Bitkinin bakımı ve üretim artışının limitlendirilmesi için 15-30µmol*
- *Kaptaki bitkinin yetiştirilmek ve üretilmek üzere fidelenmesi için 30-45µmol*
- *Yıllık dönemdeki yetiştirme için 40-100µmol (örneğin; krizantemin, güllerin ve çoğul katmanlı yetiştirilenin)*
- *Yüksek ışık talebi olan bitkilerin üretimi için 100-200µmol (örneğin; meyve üretimi ve domates, salatalık üretimi)*
- *Yalnız yapay ışık altındaki bitkilerin üretimi için 100-800µmol (örneğin; yetiştirme odası için)*

2. Fotoperiyodik Aydınlatma:

Birçok bitki için çiçeklenme anı, ışık periyodunun uzunluğu olarak saptanır.

Çiçeklenmenin kontrolü için yapay aydınlatmanın kullanımı fotoperiyodik aydınlatma olarak adlandırılır. Uzun gün ve kısa gün metodu olan bu metotta bitkiler, tüm yıllık dönemde ekilip biçilir. Örneğin; krizantem ve sütleğende, karanfiller kadar oldukça çok bir şekilde fotoperiyodik aydınlatmayla iyi sonuçlar başarılmıştır.

Etkili gün uzunluğunun çok yaygın yöntemleri;

- Yetiştirme ışığıyla (ayrıca günün uzama periyodu boyunca yetiştirme meydana gelir)
- Birincil olarak çiçeklenmenin ayarlanması için ışığın düşük dozuyula. (100-400 lüks; 2-6µmol/m²s)

Kayıp Işık:

Seracılıkta yapay ışık kullanımının artması olarak, seralarda geri kazanımla yansıtılan kayıp ışık, çevresel ve sosyal ışık yayımı oluşturur. Bir sosyal sorumlu gibi işlem yapmak için bu yayımı azaltmak üzere ekranın tesis edilmesi gibi teknik ölçümlerin bir düzeni önerilir.

B.II.2. Yetiştirmede Aydınlatmanın Rolü ve Bitkilerin Gelişimi

İnsan gözü için ışık elektromanyetik radyasyonun görünebilir kısmıdır. Birçok aydınlatma ürünü insanların kullanması için geliştirildi. Bu amaçla, görünebilir ışığın (aydınlatmanın) şiddeti lüks olarak ifade edildi. Lüks fotometrik bir birimdir ve insan gözünün hissedebildiği sınırlarda esaslandırılmıştır.

Duyarlılık yeşil/sarı yani 555nm'de ve en uzun dalga boyuna sahip ışıkla (kırmızı) en kısa dalga boyuna sahip ışık (mavi) arasında maksimize edilmiştir. Bir lüksmetre, belirli göz duyarlılığı için düzenlenmiştir.

Ölçülebilen güneş enerjisinin (J veya W) birçok döneminde, seracılık için doğal gün ışığı (dünya yüzüne inen rad-

yasyon) ölçüldü. Bu ölçüm genellikle seranın en üstünde konumlandırıldı. Dünya yüzüne düşen radyasyonun değeri iklimler ve seradaki nem oranının kontrolü açısından önemlidir.

Yetiştirici Işık:

Bitkiler, insan gözünün gördüğü ışığın farklı renkleri için tamamen farklı duyarlılığa sahiptirler. Bitki yetiştiriciliği için, çok küçük ışık parçacıkları olarak ışığın belirtilmesi önemlidir. Ayrıca bunlara foton ya da kuantum denir. Fotonun içerdiği enerjinin, dalga boyuna (ışığın rengine) bağlılığı farklıdır. Enerjinin Watt'ı için, yaklaşık olarak birkaç kırmızı foton maviye kıyasla mavinin iki katı üretilir. Buna ek olarak; bitkilerde ışığın kırmızı parçacıklarının kullanımı daha çok, yeşil ve mavi parçacıklarının kullanımı daha az etkilidir. Gerçekte, yetiştirici ışık için duyarlılık eğrisini bir bitkiyi kullanarak oluşturuyoruz.

Bitkinin yetişmesi (fotosentez) hem enerji veya lüks hem de spektrumun mavi ışığından kırmızıya kadar fotonlar (400-700nm) ile belirlidir. Bu yetiştirici ışık olarak adlandırılır.

Mikromol ve PPF:

Araştırma, hem üniversitede hem de araştırma laboratuvarı uygulamasında, fotosentezin hızının, 400-700nm arasındaki fotonların miktarına bağlı olduğunu kanıtlamıştır. Bilimsel dönemde, bu yetiştirme ışığı "fotosente-

tik foton akısı" (PPF) olarak adlandırılır ve fotosentez için uygun ışık kaynağı varsa bu güvenilir bir ölçüdür. Birim Watt için daha yüksek PPF değeri, bitki yetiştiriciliğindeki ışık kaynağının daha fazla etkinliği anlamındadır.

B.II.3. Temel Tasarım, En Son Teknoloji

Yetiştiriciliğin ana gereksinimleri; daha yüksek yetiştirme ışığı etkisi, yüksek güvenilirlik ve düşük enerji maliyetidir.

Elektriksel:

Tercihen ısı üreten balastlardan daha çok kullanılan elektronik balastlar güç kaybını önemli ölçüde azaltır. 600W/400V'luk bir sistem için, örnek olarak, güç tüketimi 675W'tan (alışılabilir olan) 635W'a (elektronik kullanılan) düşer. Ayrıca elektronik balastlarda 0.97'lik güç faktörü sabittir. Oysa alışılabilir balastlarda 0.92'den 0.84'e düşer. Elektroniklerde sabit güç faktörü için yüzde 20'nin üzerinde daha etkili olarak kullanılabilen güç generatörü ve kombine ısıtıcı veya transformatördeki gibi gerçek elektrik güç tüketimi ile görünür güç arasında sadece çok küçük bir fark vardır.

Ekonomik:

Elektronik balastlar kablolamadaki voltaj kaybı için telafi edicidir. Bu anlamda baştan başa tüm lambalar, seracılıkta benzer miktarda yetiştirici ışık üretir. Elektronikler ayrıca geliştirilmiş uzun ömürlü düşünöbildiğiniz güç dalgalanmalarına karşı lambaları korur.

Sonuçta; 400V'luk gerilim kaynağı daha ucuz ışık sistemiyle sonuçlanır. Çünkü güç dalgalanmalarıyla değiştirilen ağ geriliminin önlenmesinde pahalı telafi edici filtre gerekli olmadığı gibi orada nötr iletken de gerekli değildir.

Kaynaklar

- <http://www.horticultural.lighting.philips.com>
- <http://tr.wikipedia.org>
- <http://www.ogm.gov.tr>
- <http://www.hydroponics.com>
- <http://www.hunzaeurope.com>
- Orsam "Indoor and Outdoor Lighting 2008/2009" Kataloğu

