

2.4 SERALARIN AYDINLATILMASI

Işık bitki için bir enerji ve bilgi kaynağıdır. Işık, bitkilerin fotosentezi gerçekleştirebilmesi için gerekli tek enerjidir. Işık, aynı zamanda ışıklı ve karanlık sürelerin gün içindeki uzunlukları nedeniyle, bitkilerin mevsimsel değişimlerini yapmaları sağlayan bir bilgi kaynağı olarak da görev yapmaktadır¹¹.

2.4.1 Fotosentez amaçlı aydınlatma

Seralarda yetiştirilen bitkilerin yeterli fotosentez yapıp iyi bir gelişme gösterebilmeleri için, fotosentez işleminde kullanılacak dalga boyu bant aralığında (400-700 nm) günlük toplam 1,2-1,7 MJ/m² ışınım enerjisi almaları gerekmektedir. Seranın bulunduğu ortama ulaşan doğal ışınımın % 70-80'inin sera içine girebildiği ve bu ışınımın da ancak %45'inin Fotosentetik Aktif Radyasyon (FAR) olduğu düşünülürse, kış aylarında 40° kuzey enleminde daha kuzeydeki bölgeler ile bulutluluk oranı yüksek olan yörelerde FAR enerjisi açısından eksiklik olduğu görülür. Yukarıda sıralanan nedenlerden ötürü, bazı durumlarda, bulunan bölge enlem açısından yeterli FAR enerjisine sahip gibi görünse de, sera içindeki ışınım aydınlık, yetiştirilmek istenen bitkinin iyi bir gelişme göstermesi için yeterli olmayabilir. Bu nedenle, sera içine ulaşan günlük toplam FAR enerjisi ve bitkinin fotosentez için ışınım gereksinimi bilinmeden, fotosentezi artırmak için aydınlatmanın gerekli ya da gereksiz olduğundan söz edilemez. Bunu bir sayısal örnekle açıklayalım. Örneğin, incelediğimiz yöreye Aralık ayında gelen günlük toplam ışınımın ortalama olarak 30 W/m² olduğunu varsayalım. Sera içine bu ışınımın %80'inin girdiği ve FAR bölgesindeki ışınların, gelen doğal ışınımın %45'i olduğu kabul edilerek, bitkilere ulaşan FAR enerjisi

$$\begin{aligned} \text{FAR enerjisi} &= 30 \times 0,80 \times 0,45 \\ &= 10,8 \text{ W/m}^2 \quad \Rightarrow \quad \text{FAR} \cong 11 \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

olarak hesaplanır.

Bitkilerin normal bir gelişme gösterebilmesi için günlük almaları gereken FAR enerjisi 1,2-1,7 MJ/m²gün değerleri arasında olduğundan, örneğimizde, yetiştirmeyi düşündüğümüz bitki için, en küçük değeri alarak, 1,2 MJ/m²gün

¹¹ Bk. A. Yağcıoğlu. Tarımsal Elektrifikasyon, EÜZF Yayınları No.488.

enerjiye gereksinim duyduğumuzu ve Aralık ayının ortalama gün uzunluğunu da o yöre için örneğin 9,5 saat olduğunu varsayarsak, gerekli en düşük ışınımsal aydınlık değeri,

$$I = \frac{1,2 \text{ MJ/m}^2 \text{ gün} \cdot 10^6 \text{ J/MJ}}{9,5 \text{ h/gün} \cdot 3600 \text{ s/saat}} \cong 35,09 \text{ W/m}^2$$

olarak bulunur. Bu durumda doğal ışıklı gün boyunca bitkilere ulaşan FAR enerjisinde, ulaşması gerekene göre,

$$\Delta \text{FAR} = 35,09-11$$

$$\Delta \text{FAR} = 24,1 \text{ W/m}^2$$

eksiklik olduğu bulunur.

Yukardaki örneğimiz, sera içine giren ışık en yüksek oranlarda, bitkinin gereksinimi en düşük değerlerde düşünüldüğü halde, incelediğimiz yöre için Aralık ayında FAR enerjisi açısından bir eksikliğin olduğunu belirtmektedir. Bu şartlar altında, bitkinin daha hızlı büyüüp gelişmesi, daha iyi ve bol ürün vermesi ve erkencilik sağlanarak seranın daha kısa zamanda boşaltılması isteniyorsa, eksik olan FAR enerjisi elektriksel aydınlatıcılar tarafından ortama verilmelidir. Güneş enerjisi ölçümleri genel olarak, Türkiye'de, FAR enerjisi açısından bir sorun olmadığını göstermektedir. Ancak, kış aylarında bulutluluk oranı yüksek olan yörelerimizde, yüksek ışınımsal aydınlatmaya gereksinim duyan bitkilerin yetiştirilmesi durumunda, az da olsa, FAR enerjisi açısından bir eksikliğin olduğu görülmektedir.

Sera içinde yapılan üretim sırasında eksik FAR enerjisinin aydınlatma yoluyla tamamlanması, bitki gelişme sürelerini kısaltarak önemli bir zaman kazancı sağlamaktadır. Bir örnek olmak üzere İngiltere'de domates, hıyar ve salatalık üretimi sırasında yapılan aydınlatma uygulamaları sonucunda elde edilen gelişme süresi kazançları, Çizelge 2.10'da özet olarak belirtilmiştir.

Doğal ışık değerlerinin yeterli olmaması durumunda, eksik olan ışık enerjisinin yapay yollarla, elektrik lambaları kullanarak sağlanması, seralarda yapılan yaygın bir uygulamadır. Bu uygulamaları Tamamlayıcı Fotosentetik Aydınlatma (TFA) şeklinde tanımlayabiliriz. Bazı seracılık işletmelerinde ve araştırma kuruluşlarında çimlendirme ve köklendirme çalışmaları, doğal ışığın girmediği tam yapay ışıklı ortamlarda yapılır. Bu tür ortamların aydınlatılması için yapılan uygulamaları da Tam Yapay Fotosentetik Aydınlatma (TYFA) şeklinde belirtebiliriz.

Sera mekanizasyonu

Fotosentez amaçlı aydınlatma tesisatı, pahalı bir yatırımdır. Bu nedenle, en etkin şekilde kullanılmaları gerekir. Bu tesislerin etkinliği, kullanılacak lambalara, ışıklıklara, montaj özelliklerine ve bitkinin ışınım enerjisinden yararlanma durumuna bağlıdır. Bitkilerin, üzerlerine ulaşan ışınım enerjisinden en etkin şekilde fotosentez için yararlanabilmesi için, gerekli günlük toplam ışınım enerjisinin, "kısa süreli yüksek ışınımsal aydınlık şiddeti" yerine "uzun süreli düşük ışınımsal aydınlık şiddeti" uygulaması şeklinde verilmesinin daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle, TFA uygulamaları sırasında, doğal ışınımı tamamlamak için gerekli FAR enerjisinin, bitkinin dayanabildiği en uzun aydınlık süre içinde, mümkün olan en düşük ışınımsal aydınlık şiddeti seçilerek verilmesi daha uygun olur. Yapılacak uygulama sırasında, lambaların yakılacağı zaman ve süreye karar verebilmek için, bitkinin ışınımsal aydınlıktan yararlanma etkinliği değerlerinin hesaplanarak irdelenmesi en doğru yol olacaktır.

Çizelge 2.10 İngiltere'de bazı sebzeler için seralarda yapılan aydınlatma uygulamaları sonucunda elde edilebilen erkencilikler

Bitki	Aydınlık şiddeti (lüx) (Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba için)	Aydınlatma süresi (h)	Uygulama süresi (h)	Erkencilik (gün)
Domates	2000-3000	16	21	14
	5000	16	14	14
	7000-8000	16	14	20
Hıyar	5000	16	14	14
	5000	24	14	14
	7000-8000	16	14	20
	7000-8000	12	14	10
Salatalık	5000	24	10	30-35
	7000-8000	12	10	20-30

Bitkinin FAR enerjisinden fotosentez için yararlanma etkinliği (η) aşağıda verilen eşitlik yardımıyla bulunur:

Seraların aydınlatılması

$$\eta = I_0 t \frac{I_m}{I_0 + I_m} 3600 \quad 2.64$$

2.64 numaralı eşitlikte yer alan η , bitkinin FAR enerjisinden yararlanma etkinliğini (J/m^2); I_0 , bitkiye ulaşan ışınımsal aydınlık şiddetini (W/m^2); t , aydınlatma süresini (saat); I_m , bitkinin en üst düzeyde fotosentez yapabilmesi için gerekli ışınımsal aydınlık şiddetini (W/m^2) belirtmektedir. Birçok bitki için I_m değeri $50 W/m^2$ alınabileceğinden 2.61 numaralı eşitlik aşağıda belirtilen şekilde dönüştürülebilir:

$$\eta = I_0 t \frac{50}{I_0 + 50} 3600 \quad 2.64.1$$

Bitkinin ışınım enerjisinden yararlanma etkinliğine ilişkin olarak yukarıda belirttiğimiz bilgilerin daha iyi anlaşılabilmesi Ek-4.A'da verilen sayısal örnekten yararlanılabilir.

Fotosentetik aydınlatma uygulamalarında yoğun olarak 400-700 nm ışınım bandında ışın yayımlayan, verimliliği yüksek lambalar kullanılır. TFA ve TYFA uygulamalarında yaygın olarak kullanılan lamba tipleri ve uygunluk dereceleri Çizelge 2.11'de görülmektedir.

Çizelge 2.11 Fotosentez amaçlı aydınlatma için kullanılacak çeşitli lambaların uygunluk dereceleri

Lamba tipi	Uygunluk derecesi	
	TFA	TYFA
Flüorışıl lamba:		
MCF	-	5
MCFR	-	5
Yüksek basınçlı cıva buharlı lamba:		
MB	2	-
MBFR/U	4	3
HLRG	3	3
Yüksek basınçlı cıva buharlı halojen lamba:		
MBI	4	3
MBIF	4	3
Düşük basınçlı sodyum buharlı lamba (SOX)	4	-
Yüksek basınçlı sodyum buharlı lamba (SON)	5	-
TFA- Tamamlayıcı fotosentetik aydınlatma	TYFA- Tam yapay fotosentetik aydınlatma	
5) İdeal	4) Çok uygun	3) Uygun
		2) Kullanılabilir