

FOTOSENTEZ HIZINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

12. SINIF ÜNİTE, KONU, KAZANIM VE AÇIKLAMALARI

12.2.2.3. Fotosentez hızını etkileyen faktörleri değerlendirir.

- Fotosentez hızını etkileyen faktörlerden ışık şiddeti, ışığın dalga boyu, sıcaklık, klorofil miktarı ve karbondioksit yoğunluğu verilir.
- Fotosentez hızını etkileyen faktörlerle ilgili kontrollü deney yaparken bilimsel yöntem basamakları kullanılır.
- Tarımsal ürün miktarını artırmada yapay ışıklandırma uygulamalarının araştırılması ve paylaşılması sağlanır.

-Fotosentetik bir hücrenin birim zamanda ortamdan aldığı CO₂ veya ürettiği O₂ miktarı fotosentez hızını gösterir.

-Fotosentez aynı anda birden çok faktörün etkisi altındadır. Bu durumda fotosentezin hızını, (bitkinin ihtiyacına göre) miktarı en az olan faktör belirler. Buna **minimum yasası** denir.

- Fotosentez hızını etkileyen faktörler çevresel ve genetik olmak üzere ikiye ayrılır.

Çevresel faktörler	Genetik (Kalıtsal) faktörler
-Işık şiddeti	- Kloroplast sayısı
-Işığın dalga boyu	-Stoma sayısı, konumu ve büyüklüğü
-CO ₂ miktarı	-Yaprak yapısı ve sayısı,
-Ortam sıcaklığı	-Epidermis ve kutikula kalınlığı
-Ortamın pH değeri	-Enzim miktarı
-Su miktarı	
-Mineraller	

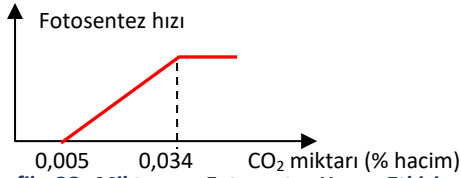
A. Çevresel Faktörler

1. CO₂ miktarı: CO₂, fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimelerinin başlaması için gereklidir.

CO₂ miktarı arttığında fotosentez hızı belirli bir değere kadar artar. Sonra da sabit kalır.

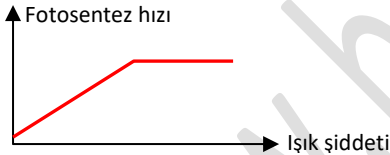
Havadaki CO₂ yoğunluğu belirli bir sınırın altına düşerse bitki CO₂ bağlayamaz ve fotosentez durur. Bu sınır yaklaşık %0,005'tir.

-Kalsiyum hidroksit Ca(OH)₂ veya potasyum hidroksit (KOH), Na(OH), Ba(OH)₂ gibi CO₂ bağlayan bileşiklerin ortamda bulunması fotosentez hızını düşürür. Sodada ve gazozda CO₂ ve mineral fazla olduğu için fotosentez hızını olumlu etkiler.



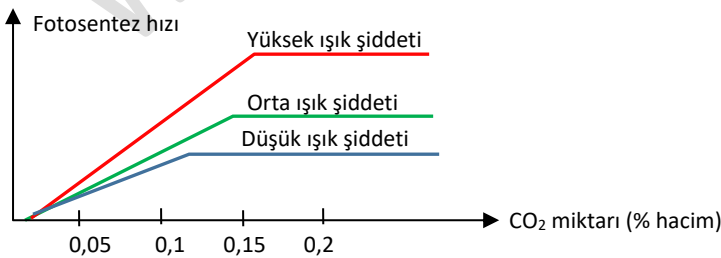
Grafik: CO₂ Miktarının Fotosentez Hızına Etkisi

2. Işık şiddeti: Bitkiler ışıksız ortamda fotosentez yapamaz. Işık, fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde ATP ve NADPH+H⁺ sentezlenmesinde kullanılır. Işık şiddeti arttıkça fotosentez hızı belirli bir seviyeye kadar artar, sonra sabit kalır.



Grafik: Işık Şiddetinin Fotosentez Hızına Etkisi

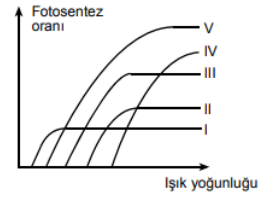
3. CO₂ ve ışık şiddetinin birlikte etkisi: CO₂ ve ışık şiddeti bir arada düşünülürse, CO₂ miktarı arttıkça fotosentez hızı da artmakta, ancak sonra sabit kalmaktadır. Işık şiddeti artırıldıkça CO₂ miktarındaki artış ile birlikte fotosentez hızı biraz daha artmakta, ancak sonra yine sabit kalmaktadır. Doyma noktasına kadar fotosentez hızını CO₂ belirlerken doyma noktasından itibaren ışık şiddeti belirleyici faktör olmaktadır.



Grafik: Işık Şiddeti ve CO₂ Miktarının Fotosentez Hızına Birlikte Etkisi

4. Işığın dalga boyu: Fotosentez, 350-780 nm dalga boyu aralığındaki görünür ışıkta gerçekleşir. Canlıların fotosentez yapabilmesi için öncelikle ışığın soğurulması gerekir. Klorofil mor, mavi ve kırmızı dalga boylarındaki ışığı en iyi soğurduğu için fotosentez bu dalga

SORU 1. (2010 YGS FEN)



Yukarıda verilen grafikteki eğriler beş bitkinin ışık yoğunluğuna göre değişen fotosentez oranlarını göstermektedir.

Buna göre I, II, III, IV ve V olarak numaralandırılan eğrilerin hangisi **en fazla ışığa gereksinim duyan bitkiye** aittir?
A) I B) II C) III D) IV E) V

SORU 2. (1997 ÖSS): Bitkiler genel olarak, uygun ışık şiddetinde ve ortalama 33 °C de yoğun biçimde fotosentez yapıp en fazla miktarda oksijen ve glukoz üretebilmektedir.

Buna göre, ılıman bölgede yaşayan ve yapraklarını döken bitkilerin, aşağıdaki dönemlerin hangisinde dışarıdan aldıkları oksijen miktarı **en fazladır**?

- A) Kışın, gündüz B) Sonbaharda, gündüz
C) Kışın, gece D) Yazın, gece
E) Yazın, gündüz

SORU 3. (1999 ÖSS): Fotosentez hızını etkileyen bir etken fotosentez için en yüksek değer üzerine çıktığında ya da fotosentez için en düşük değer altına düştüğünde, fotosentez süreci durur. Bu etken, fotosentez için en uygun değerde olduğunda, fotosentez sürecinin hızı en yüksektir. Aşağıdaki grafiklerde, bitkilerde fotosentez hızını etkileyen ışık şiddeti ve sıcaklığın bu değerleri, numaralarla gösterilmiştir.



Buna göre, aşağıdakilerin hangisinde verilen değişme yönlerinin her ikisi de fotosentez hızının artmasına neden olur?

(Işık şiddeti ve sıcaklığın fotosentez hızına etkilerinin birbiriyle ilişkisi olmadığı var sayılacaktır.)

	Işık şiddetinde değişme yönü	Sıcaklıktaki değişme yönü
A)	4'ten 5'e	1'den 2'ye
B)	1'den 2'ye	2'den 3'e
C)	2'den 3'e	3'ten 2'ye
D)	5'ten 6'ya	4'ten 5'e
E)	3'ten 2'ye	5'ten 6'ya

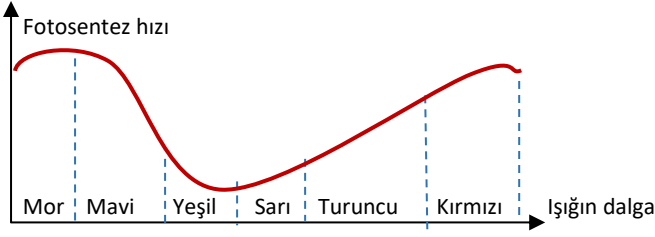
SORU 4. (1999 ÖSS): Işık şiddeti sabit tutulan bir ortamda, saydam bir fanus içinde bulunan yeşil bir bitkinin fotosentez hızını belirlemek için,

- Kloroplast miktarını ölçme
- Tüketilen CO₂ miktarını ölçme
- Toplam yaprak yüzeyini ölçme
- Ölçmede belirli bir süreyi birim olarak kullanma

uygulamalarının hangileri **gerekli ve yeterlidir**?

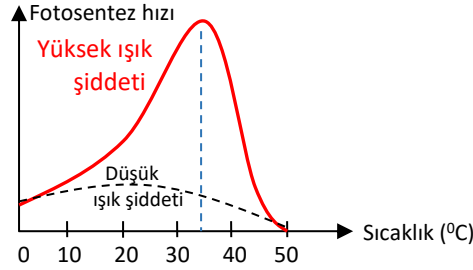
- A) I ve II B) I ve III C) II ve III

boylarında daha hızlıdır. Fotosentez hızının en düşük olduğu dalga boyu ise klorofil tarafından yansıtılan yeşil renge karşılık gelmektedir.



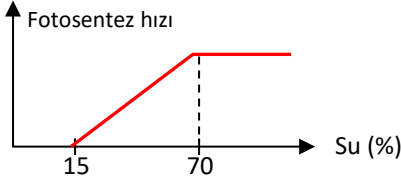
Grafik: Işığın Dalga Boyunun Fotosentez Hızına etkisi

5. Ortam sıcaklığı: Fotosentezin ışıktan bağımsız tepkimeleri üzerinde daha çok etkilidir. Çünkü bu tepkimelerde bir çok enzim görev yapmaktadır. Sıcaklık artışı tepkimelerin hızını da artırır; belirli bir noktadan sonra ise bu artış tepkimeleri durdurabilir. Fotosentezin ideal sıcaklık (optimum sıcaklık) derecesi 25-35°C arasındır. 35°C'un üstüne çıktığında genellikle enzim yapısı bozulacağından fotosentez hızı düşer ve durur.



Grafik: Sıcaklığın Fotosentez Hızına Etkisi

6. Su miktarı: Fotosentezin ışığa bağımlı tepkimelerinde su, iyonlarına ayrılarak FS II için elektron, NADP+ için hidrojen ve atmosfer için oksijen kaynağı olur. Fotosentezde kullanılan CO₂ bitkiye stomalardan girer. Stomaların açılması da bitkideki su oranına bağlıdır. Ayrıca fotosentez enzimlerinin çalışması için su oranının belirli bir değerinde olması gerekir. Bitkide su miktarı %15'in altına düşerse enzimler çalışmayacağı için fotosentez durur.



Grafik: Su Miktarının Fotosentez Hızına Etkisi

6. Mineraller: Mineraller hem biyokimyasal süreçlerde görev yapar hem de fotosentez elemanlarının yapısına katılır. Örneğin Fe, ETS elemanlarından ferredoksinin ve klorofil sentezini katalizyen bir enzimin yapısına katılır. Mg klorofilin yapısında bulunur. Mn, Ca, K ise fotosentezde rol oynayan bazı enzimlerin kofaktörüdür. Minimum yasanına göre fotosentez hızını miktarı en düşük olan mineral belirler.

8. Ortamın pH değeri: Fotosentez, özellikle ışığa bağımlı olmayan reaksiyonların enzimatik yönü yüksek olduğundan, enzimler de belirli pH aralıklarında çalıştıklarından dolayı ortam pH'ı fotosentez hızını etkiler.

B. Genetik Faktörler

1. Kloroplast Sayısı: Fotosentez, kloroplastlarda gerçekleşir. Yapraktaki kloroplast ve klorofil miktarı arttıkça fotosentez hızı da artar.

-Koyu yeşil yapraklı bitkilerde kloroplast miktarı fazladır.

-Yaprakta fotosentezin en yoğun gerçekleştiği bölüm kloroplast ve klorofil miktarı en fazla olan palizat parankimasıdır.

2. Yaprak yapısı ve sayısı: Bitkideki yaprakların yüzey genişliği ve sayısı arttıkça fotosentez hızı da artar.

-Ayrıca yaprak konumu da fotosentez hızını etkiler. Aynı bitkinin doğrudan ışık alabilen yaprakları, ışığı tam alamayan alt kısımdaki yapraklara oranla daha hızlı fotosentez yapar.

3. Stoma sayısı, konumu ve büyüklüğü: Stoma yaprakta gaz alışverişini sağlar. Stoma sayısı ne kadar fazla olursa bitki CO₂ den daha çok faydalanır. Bu durum da fotosentez hızını olumlu yönde etkiler. Ayrıca stomaların yapısı, büyüklüğü ve dağılışı da fotosentez hızı üzerinde etkilidir. Stomalar yüzeye yaklaştıkça gaz difüzyonu kolaylaşacağı için fotosentez hızını arttıracaktır. Nemli ortam bitkileri böyledir.

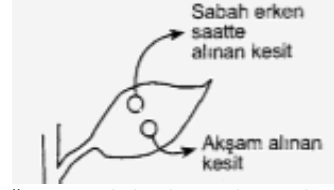
4. Epidermis ve kutikula kalınlığı: Yaprakların yüzeyini örten, epidermis hücreleri tarafından salgılanan mumsu tabakaya **kutikula** denir.

-Epidermis ve kutikula kalınlaştıkça güneş ışığını daha az geçireceğinden fotosentez hızı yavaşlar.

-Kurak ortam bitkilerinde yaprak yüzeyi dar, stoma sayısı az ve kutikula tabakası kalındır.

D) II ve IV E) III ve IV
SORU 5. (2001 ÖSS)

Yeşil bir bitkinin yaprağından sabah erken bir saatte şekildeki gibi belirli çapta dairesel bir kesit alınarak kurutulmuş ve tartılmıştır.

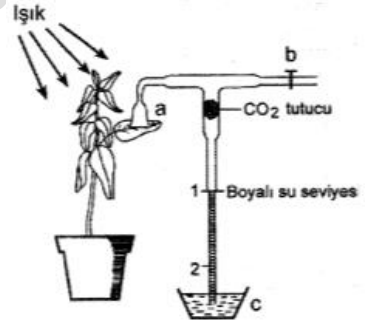


Yaprağın geriye kalan kısmı akşama kadar bırakılmış ve fotosenteze devam etmesi sağlanmıştır. Kalan kısımdan, akşam saatlerinde, aynı çapta dairesel bir kesit alınıp kurutulmuş, tartılmış ve içindeki bileşikler analiz edilmiştir.

Buna göre, sabah alınan dairesel kesit ile akşam alınan dairesel kesit arasındaki fark, bu yaprak için aşağıdakilerin hangisi hakkında bilgi vermez?

- Ortama verilen oksijen miktarı
- Üretilen organik madde miktarı
- Gün boyunca yitirilen su miktarı
- Organik maddenin üretiminde kullanılan ATP miktarı
- Tüketilen karbondioksit miktarı

SORU 6. (2003 ÖSS)



Fotosenteze uygun bir ortamda bir sakı bitkisiyle şekildeki gibi bir düzenek hazırlanmıştır. a hunisi dışarıdan hava almayacak şekilde yaprağın üzerine konmuş, CO₂ tutucu, düzeneğe şekildeki gibi yerleştirilmiş; b musluğu açılmış; sistemdeki hava emilerek c kabındaki boyalı suyun 1 numaralı düzeye kadar yükselmesi sağlandıktan sonra musluk kapatılmıştır. Bir süre sonra boyalı suyun 2 numaralı düzeye belirli bir hızla indiği gözlenmiştir.

Deney koşullarında;

- Deney ortamının karanlık hale getirilmesi
 - Ortam sıcaklığının fotosentez için en uygun (optimum) değere getirilmesi
 - Bitkinin sulanması
- değişikliklerden hangilerinin yapılması, boyalı suyun 2 numaralı düzeye daha büyük bir hızla inmesine neden olur?**
- Yalnız I
 - Yalnız II
 - Yalnız III
 - I ve III
 - II ve III

SORU 7. Aşağıdakilerden hangisi bir bitkinin birim zamandaki fotosentez hızıyla ilgili en doğru bilgiyi verir?

- Ortama verilen O₂ miktarı
- Ortama verilen CO₂ miktarı
- Ortamdan alınan O₂ miktarı
- Ortama verilen H₂O miktarı
- Ortamdan alınan CO₂ miktarı

A) I ve III B) I, II ve III C) I ve V

5. Enzim miktarı: Fotosentezde özellikle ışığa bağımlı olmayan tepkimelerinde pek çok enzim görev yapmaktadır. Fotosentez enzimleri ne kadar fazla ise fotosentez de o derece hızlı gerçekleşir.

YAPAY IŞIKLANDIRMA

-Işığın fotosentez üzerindeki etkisi tarımsal ürün miktarını artırmada yapay ışık kullanımını gündeme getirmiştir.

-Işık şiddeti ve ışığın dalga boyu bitki gelişiminde oldukça önemlidir.

-Kış aylarındaki kısa gündenden ve ayrıca bulutlu gün sayısından kaynaklanan, doğal ışık miktarının azalmasından dolayı, bitkiler büyüme ve gelişmeleri için yeterli ışığı bulunmaz.

-Doğal ışığın azaldığı zamanlarda, azalan ışık miktarının yapay yoldan elektriksel yolla aydınlatma yaparak karşılanmasına "**YAPAY IŞIKLANDIRMA**" denir.

Resim: Mor ışık yayan LED (ışık yayan diyot) lambaları ile aydınlatılmış bir sera

-Yapay ışıklandırma sera yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle de mevsime bağlı olarak ışık yoğunluğunun azaldığı dönemlerde yapay ışıklandırmanın önemi büyüktür.



NOT:

-Yapay ışıklandırma bitki gelişiminin artırılması ve bitkilerin yetiştirilme mevsiminin uzatılması amacıyla kullanılmaktadır.

Yapay ışıklandırmada kullanılan yöntemler

1. Gün ışığına ilave ışık verilerek günlük ışık şiddetinin ve bitki için uygun ışık spektrumunun artırılmasıdır. Bunun için fotosentezde en etkili olan mavi, mor ve kırmızı ışık tercih edilmektedir.

2. Gün içinde ışık şiddeti yeterli olmuyorsa, gün boyunca ilave ışık verilerek, günlük ışık şiddeti artırılır.

3. Bitkilere hem gün uzunluğunu arttıracak ve hem de ışık şiddetini yükseltecek, müşterek "**gün uzunluğu ve ışık şiddeti**" uygulamasıdır.

4. Fotoperiyodik ışıklandırma ise çiçeklenme gibi bitkisel tepkilerin bağlı olduğu ışık aralıklarına müdahale edilir.

- Bugün yapay aydınlatma daha çok fide üretimi sırasında kullanılır. Çok sayıda bitkinin bir araya getirilmesi, dar bir alanda daha az elektrik enerjisi kullanarak rasyonel bir ışıklandırma yapmayı mümkün kılar.

-Fide üretimi dışında, nadide olan ve satışından büyük gelir elde edilen bazı çiçek ve sebze türlerine uzun gün uygulaması yapılabilmektedir.

CO₂ ZENGİNLEŞTİRME UYGULAMALARI

-Bitkilerin sera gibi kapalı ortamlarda yetiştirildiği durumlarda CO₂ miktarı azalarak ürün verimi düşebilir.

- Bitkilerin gece sadece solunum yapması sonucunda artan CO₂ miktarı gündüz fotosentezde kullanıldığından azalmaya başlar.

-Ayrıca sera koşullarında bitkiye verilen su ve mineral miktarı artırıldığında fotosentez hızının artması için ortamdaki CO₂ miktarının da artması gerekir.

-CO₂ zenginleştirme uygulamalarıyla ortamdaki CO₂ miktarı artırılarak bitki gelişimi ve böylece ürün miktarı artırılabilir.

Seralarda kullanılan CO₂ kaynakları

1. Organik gübre kullanımı: Seralarda organik gübre kullanımı ortamdaki CO₂ miktarını artırır. Organik gübrenin topraktaki mikroorganizmalar tarafından parçalanması sonucunda CO₂ açığa çıkacak ve havadaki CO₂ oranı yükselecektir.

2. Petrol, bütan, propan gazı, parafin gibi karbon içeriği zengin organik maddelerin yakılması: Bu tür maddelerin yakılması, ortamdaki CO₂ oranı artırılabilir. Ancak bu sırada ortaya çıkan kömür ve sıcaklık artışı bitkiler için tehlikeli olabilir.

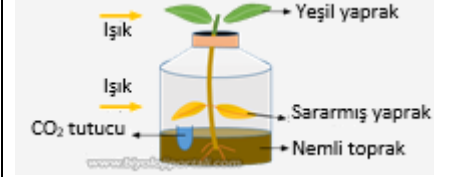
3. Sıvı ya da katı CO₂ kullanımı: Sıvı ya da katı CO₂ kaplar içerisinde ortama konularak CO₂ gazı çıkışı sağlanır.

4. Sera havalandırılmasının sabah geciktirilmesi: Bitkiler geceleri sadece solunum yaptıklarından ortamdaki CO₂ miktarı artar. Serayı havalandırmak için güneş doğduktan 1-2 saat sonrası beklendiğinde gece bitkilerin solunumları sonucunda artan CO₂'in dışarı kaçması engellenir. Çünkü bu süre içerisinde bitkiler ortamda birikmiş olan CO₂'i kullanabilecektir. Böylece doğal yollarla oluşan CO₂'ten optimum düzeyde yararlanılmış olur.

5. Seralara ıslak saman balyalarının yerleştirilmesi: Bu uygulama ile samandaki çürükçül bakterilerin ayrıştırma yapmaları sırasında açığa çıkan CO₂ fotosentezi arttıracak dolayısıyla ürün miktarında artış sağlanabilecektir.

D) II ve IV E) II, III ve IV

SORU 8.



Yukarıdaki düzenekte kabın dışında kalan yapraklar sararmadığı halde, ağzı hava almayacak şekilde kapatılan cam kabın içinde kalan yapraklarının sararmasının sebebi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Topraktaki suyun yetersizliği
- B) Işığın yetersizliği
- C) Genetik faktörler
- D) Oksijen yetersizliği
- E) Karbondioksit yetersizliği

CEVAPLAR ve ÇÖZÜMLERİ

1. Işık yoğunluğunun en yüksek olduğunda fotosentez yapmaya başlayan bitki ışığa en fazla gereksinimi olan bitkidir. Grafikte bu bitki IV ile gösterilmiştir.

Cevap: D

2. Bitkiler gündüz hem fotosentez hem de solunum yaparken geceleri sadece solunum yapar. Bir bitki en fazla oksijeni fotosentez yapmadığı gece alır. Bir de metabolizma yazın hızlıdır. Yaz ve gece en fazla oksijen almaya neden olur.

Cevap: D

3. Grafikler incelendiğinde ışık şiddetinin 4'ten 5'e doğru olduğunda en uygun değere ulaşmaktadır. Sıcaklık ise 1'den 2'ye olduğunda en uygun değere ulaşmaktadır.

Cevap: A

4. Fotosentetik bir hücrenin birim zamanda kullandığı CO₂ veya ürettiği O₂ miktarı fotosentez hızını gösterir.

Cevap: D

5. Yapraktan alınan dairesel kesitlerin kuru ağırlığı karşılaştırılmıştır. Aradaki fark fotosentez ile üretilen besin miktarını verir. Besin miktarı biliniirse ortama verilen oksijen miktarı, üretilen organik madde miktarı, kullanılan ATP miktarı ve tüketilen karbondioksit miktarı belirlenebilir. Ancak yitirilen su miktarı belirlenemez. Çünkü bitki gün boyu terleme ile de su yitirir.

Cevap: C

6. Kullanılan CO₂ tutucu, karanlıkta bitki tarafından üretilen CO₂'leri tutar. Dolayısıyla sıvı seviyesi değişmez. (**I. öncül yanlış**)

-Bitkinin sulanması terlemeyle çıkacak gaz çıkışını arttıracığından boyalı su 2'ye düşer.

-Ortam sıcaklığının fotosentez için uygun değere getirilmesi üretilen oksijen miktarını artıracığından boyalı su 2'ye düşecektir.

Cevap: E

7. Fotosentetik bir hücrenin birim zamanda ortamdan aldığı CO₂ veya ürettiği O₂ miktarı fotosentez hızını gösterir.

Cevap: C

8. Cam kap hava almadığı ve içindeki CO₂ de KOH tarafından tutulacağı için fotosentez için gerekli CO₂ bulamayacak ve buna bağlı olarak yapraklar sararacaktır.

Cevap: E