

C3 C4 ve CAM Fotosentez Mekanizmaları

Yazan: H. Zafer Can



Fotosentez Mekanizmaları C3 C4 CAM

C3 mekanizması

5 karbonlu ribulose difosfata bir karbondioksit eklenerek altı karbonlu kararsız bileşik oluşur...

Bu tepkime ribulose biphosphate carboxylase/oxygenase (RUBISCO) enzimi tarafından katalizlenir ve oluşan 6 karbonlu bileşikten 2 adet 3 karbonlu fosfoglisirik asit oluşur...

Bu 3 karbonlu bileşikler glikoz ve diğer organik moleküllerin sentezi için başlangıç molekülü olarak rol oynar ve bu yola da C3 yolu denir çünkü ilk oluşun bileşikler 3-karbon yapısındadır...

C3 bitkilerinin özellikleri

tipik olarak ılıman iklim bitkileridirler

verimlilik orta derecededir

serin, nemli koşullarda ve normal ışık altında daha verimlidirler

kloroplast içeren hücreler Kranz tip anatomi göstermezler

sadece tek tip kloroplast mevcuttur

CO₂ akseptörü Ribulose Bisphosphate (rubp) dır

CO₂ fiksasyonu sonucunda ilk ürün olarak 3C lu bileşik oluşur

sadece tek CO₂ fiksasyon mekanizması vardır

ışık solunumu (fotorespirasyon) çok yüksektir

su kullanım etkinliği ve tuz toleransı düşüktür

stomalar gündüz açıktır...

Işık solunumu

rubisco yazımından da anlaşılacağı gibi, 2 farklı tepkimeyi katalizleme özelliğine sahiptir:

C: karboksilaz; O: oksijenaz

fotosentezin ışık tepkimelerinde oksijen oluşur... Yüksek ışık ve yüksek sıcaklık koşullarında rubisco oksijen ile tepkimeye girer ve 3-karbonlu 3-fosfoglisirik asit ve 2-karbonlu glikolate oluşur... Glikolate peroksizomlara girer, O₂ kullanılır ve amino asit türevleri oluşur... Oluşan amino asitler mitokondriye geçerek burada CO₂ in açığa çıktığı reaksiyonlarla amino asit türevlerine dönüşürler... Yani O₂ kullanıp CO₂ açığa çıkar... Hücresel solunum yapılan bu olaya fotorespirasyon (Işık solunumu) adı verilir...

C3 bitkilerinde, yüksek sıcaklık ve ışık koşullarında ışık solunumu kaçınılmaz ve olumsuz bir süreçtir... Bitki fotosentez yapamadığı gibi, gereksiz yere solunum da yapmış olur...

Işık solunumunu önleyen mekanizmalar

C4 mekanizması

Stomadan alınan CO₂ önce mezofil hücreleri içine geçer... Bu hücrelerde RUBISCO bulunmaz yani fotorespirasyon ve karbon tutma tepkileri gerçekleşmez, reaksiyon PEP karboksilaz tarafından yürütülür... Reaksiyon sonunda 4 karbonlu bileşik (C4) oluşur ve oksaloasetik asit, 4 karbonlu malat veya aspartik asite dönüştürülür... Oluşan 4C lu bileşikler (Malat) destek doku hücrelerine iletilir... Bu hücreler yaprak yüzeyine uzaktırlar ve izole edilmişlerdir bu sebeple oksijen difüzyonu çok güçtür ve fotorespirasyon önlenmiş olur... 4C lu bileşik CO₂ ve pirüvik asit oluşturarak parçalanır ve karbon dioksit calvin döngüsüne girer... Pirüvik asit PEP e dönüştürülerek yeniden mezofil hücrelerine gönderilir...

C4 bitkilerinin özellikleri

tipik olarak tropik ve yarı tropik iklim bitkileridir
verimlilik çok yüksek derecededir
kloroplast içeren hücreler kranz tip anatomi gösterirler
iki tip kloroplast mevcuttur
CO₂ akseptörü phosphoenol pyruvate (PEP) dir
CO₂ fiksasyonu sonucunda ilk ürün olarak 4 C lu bileşik oluşur
farklı yerlerde iki CO₂ fiksasyon mekanizması vardır
ışık solunumu görülmez
su kullanım etkinliği ve tuz toleransı çok yüksektir
stomalar gündüz açıktır

cam mekanizması

C4 Bitkilerinde CO₂ fiksasyonu ve Calvin döngüsü mekansal olarak ayrılarak ışık solunumu önlenirken, CAM (Crassulacean Asit Metabolizması) bitkilerinde zamansal ayırım söz konusudur... Stomalar gece açıktır ve fikse edilen CO₂ PEP ile birleşerek 4-karbon oksaloasetik asit sentezlenir ve kofullarda bir gece boyunca malik asidi şeklinde birikir... Gündüz stomalar kapanır ve böylece su kaybı önlenir... Kofullarda gece boyunca biriken

malik asit CO₂ ve PEP e dönüşür, CO₂ Calvin (C3) döngüsü içine katılır...

Bu mekanizmadaki kilit konu, stomaların gündüz tamamen kapatılmak zorunda olmasıdır ki anlaşılacağı üzere, CAM mekanizması kurak koşullarda gelişmiş olan, özellikle çöl bitkilerinde görülen bir mekanizmadır...

CAM bitkilerinin özellikleri

tipik olarak kurak iklim bitkileridir

verimlilik çok düşüktür

kranz tip anatomi gözlenmez

sadece tek tip kloroplast mevcuttur

CO₂ akseptörü karanlıkta fosfoenol pyruvate, ışıқта ribulose bisphosphate dır

CO₂ fiksasyonu sonucunda ilk ürün karanlıkta oxaloasetat, ışıқта ise, phosphoglycerate dır

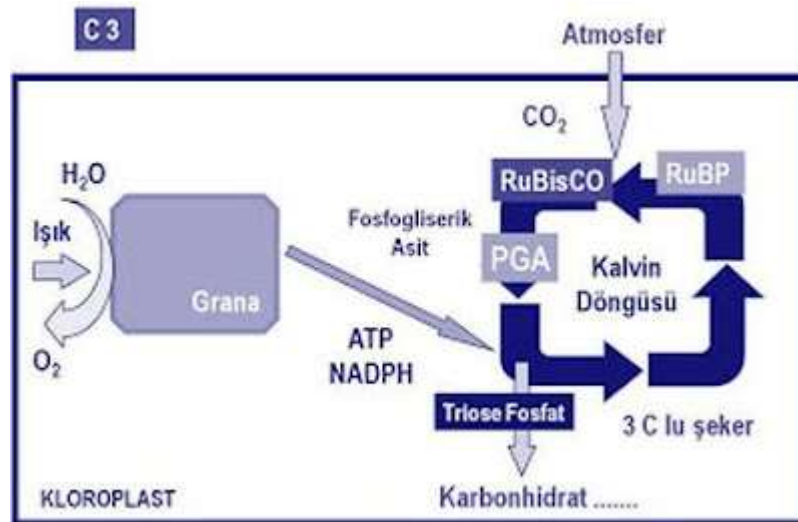
farklı zamanlarda iki CO₂ fiksasyon mekanizması vardır

ışık solunumu görülmez

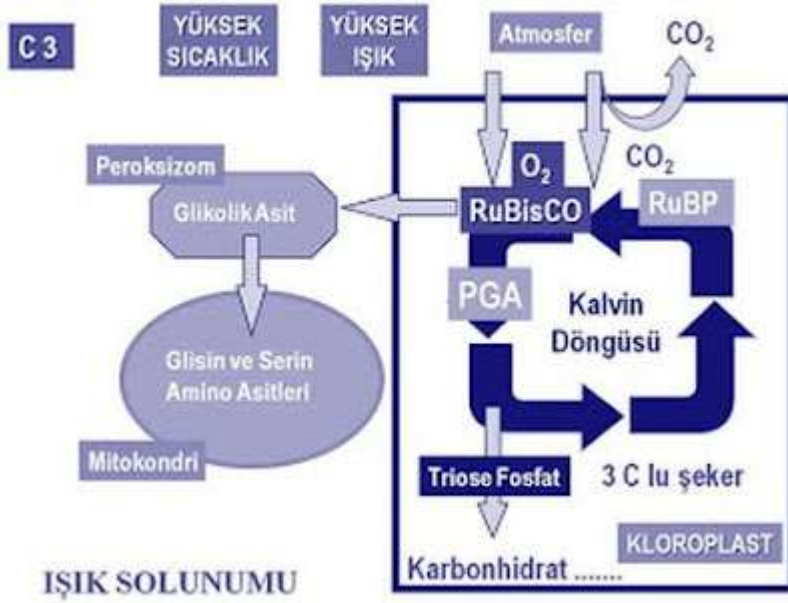
su kullanım etkinliği ve tuz toleransı çok yüksektir

stomalar gece açıktır

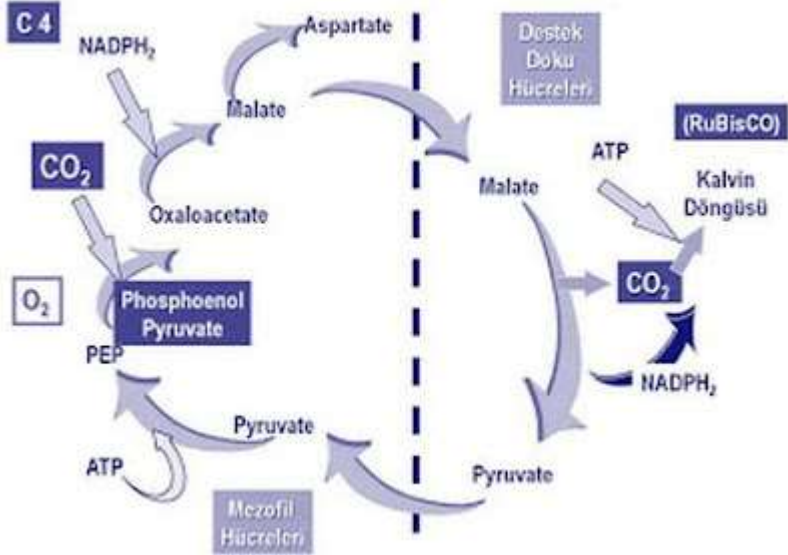
C3 bitkilerindeki temel sorun fotorespirasyondur ve önlenmesi amacıyla C4 mekanizması gelişmiştir... Tropik koşullarda su sıkıntısı olmadığı için stomalar herhangi bir risk söz konusu olmadan gündüzleri açık tutulabilmektedir, CAM bitkilerinde ise; asıl sorun su sıkıntısıdır ve bu nedenle gündüz stomalar kapalı tutulmak zorundadır... Bu sebeple, CAM metabolizması çöl bitkilerinde gelişmiştir... Birim su kaybı başına yapılan fotosentez olarak tanımlanabilecek su kullanım etkinliği bu nedenle CAM bitkilerinde çok yüksektir ancak verimlilik çok düşüktür... C4 metabolizmasının geliştiği tropik koşullarda yetişen bitkilerde ise; çift CO₂ fiksasyonu sebebiyle birim zamanda yüksek fotosentez kapasitesine ulaşılmaktadır ve bu sebeple hem su kullanım etkinliği yüksek olmakta, hem de verimlilik artmaktadır...



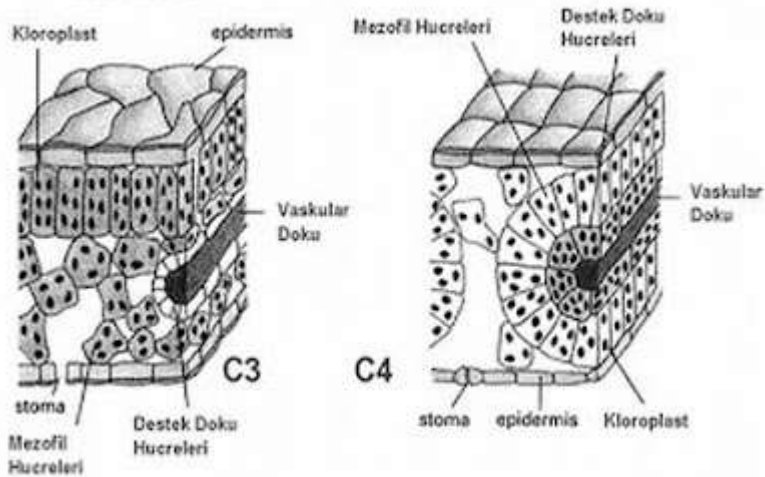
C3 FOTOSENTEZ MEKANİZMASI



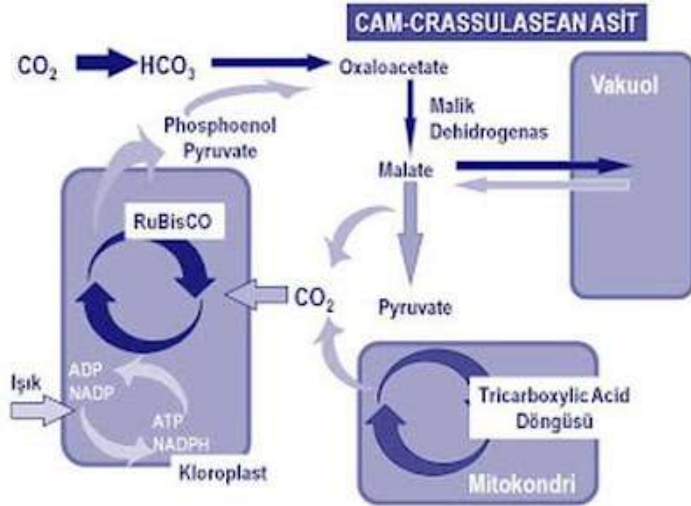
İŞIK SOLUNUMU (FOTORESPİRASYON)



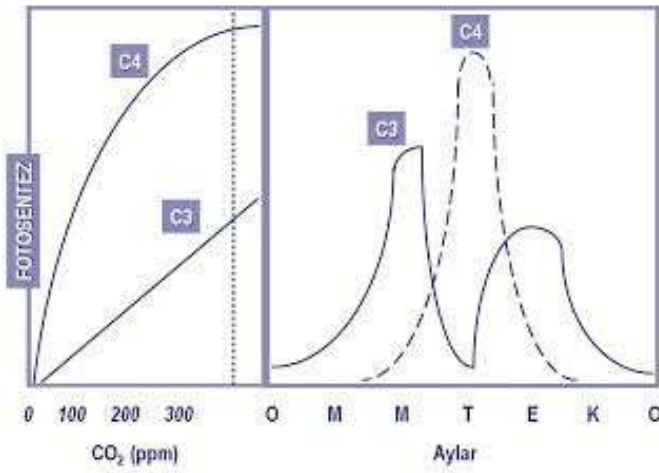
C4 FOTOSENTEZ MEKANİZMASI



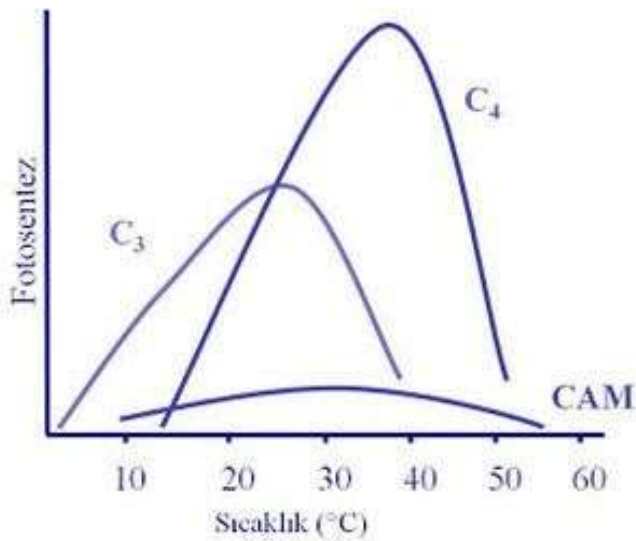
KRANTZ TİP YAPRAK ANATOMİSİ



CAM FOTOSENTEZ MEKANİZMASI



C3 C4 ve CAM MEKANİZMALARI



C3 C4 ve CAM MEKANİZMALARI

CAM>C₄>C₃

Bitki Grupları	Su Kullanım Etkinliği mmol mol ⁻¹
CAM Bitkileri	4-20
C4 Bitkileri	4-12
Odunsu C3 Bitkileri	2-11
Otsu C3 Bitkileri	2-5
Parazitik C3 Bitkileri	0.3-2.5

C3 C4 ve CAM MEKANİZMALARI