Bakteriler ve Arkeler

Prof. Dr. Bektaş TEPE

Genel Biyoloji

Bölüm 27

İZLE

Prokaryotların Olağanüstü Adaptasyon Yeteneği

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotlar, Dünya'nın en zorlu çevre koşullarında bile yaşamlarını sürdürebilen organizmalardır.
- İspanya'daki Laguna Salada de Torrevieja Gölü'nün pembe rengi, burada yaşayan milyarlarca prokaryottan kaynaklanır.
- Bu ortamda yaşayan *Halobacterium* cinsine ait arkeler, deniz suyundan çok daha yüksek tuzluluk koşullarına uyum sağlamıştır.
- Bazı *Halobacterium* türleri, zarlarındaki pigmentler sayesinde ışık enerjisini ATP üretiminde kullanır.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Ekstrem Koşullarda Yaşayan Prokaryotlar

- *Halobacterium* türleri, birçok organizma için ölümcül olan yüksek tuzluluk koşullarında yaşayabilir.
- Bu arkeler, hücre içindeki çözünmüş madde derişimini dış ortamla uyumlu tutarak su kaybını sınırlar.
- *Deinococcus radiodurans*, insan için ölümcül olabilecek radyasyon dozlarının yaklaşık 3.000 katına dayanabilir.
- *Picrophilus oshimae*, metalleri çözebilecek kadar asidik olan pH 0.03 koşullarında gelişebilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Yaşam Alanlarındaki Çeşitlilik

- Bazı prokaryotlar, diğer organizmaların çoğu için aşırı sıcak veya soğuk olan ortamlarda yaşayabilir.
- Bazı türlere, Dünya yüzeyinin yaklaşık 3.2 kilometre altındaki kayaçlarda bile rastlanmıştır.
- Prokaryotlar yalnızca ekstrem ortamlarda değil, diğer canlıların yaşadığı kara ve su ekosistemlerinde de yaygındır.
- Bu geniş yaşam alanı çeşitliliği, prokaryotların Dünya'nın en bol bulunan organizmaları arasında yer almasına katkı sağlar.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Evrimsel Başarısı

- Dünya'da ortaya çıkan ilk organizmalar, yaklaşık 3.5 milyar yıl önce yaşamış prokaryotlardır.
- Prokaryotlar, uzun evrimsel geçmişleri boyunca çok çeşitli çevresel koşullarda doğal seçilimin etkisi altında kalmıştır.
- Bu süreç, prokaryotlarda olağanüstü yapısal, işlevsel ve metabolik çeşitliliğin gelişmesini sağlamıştır.
- Günümüzde prokaryotlar, Dünya'nın ekosistemlerinde önemli roller üstlenen son derece başarılı organizmalardır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotik Hücrelerin Genel Özellikleri

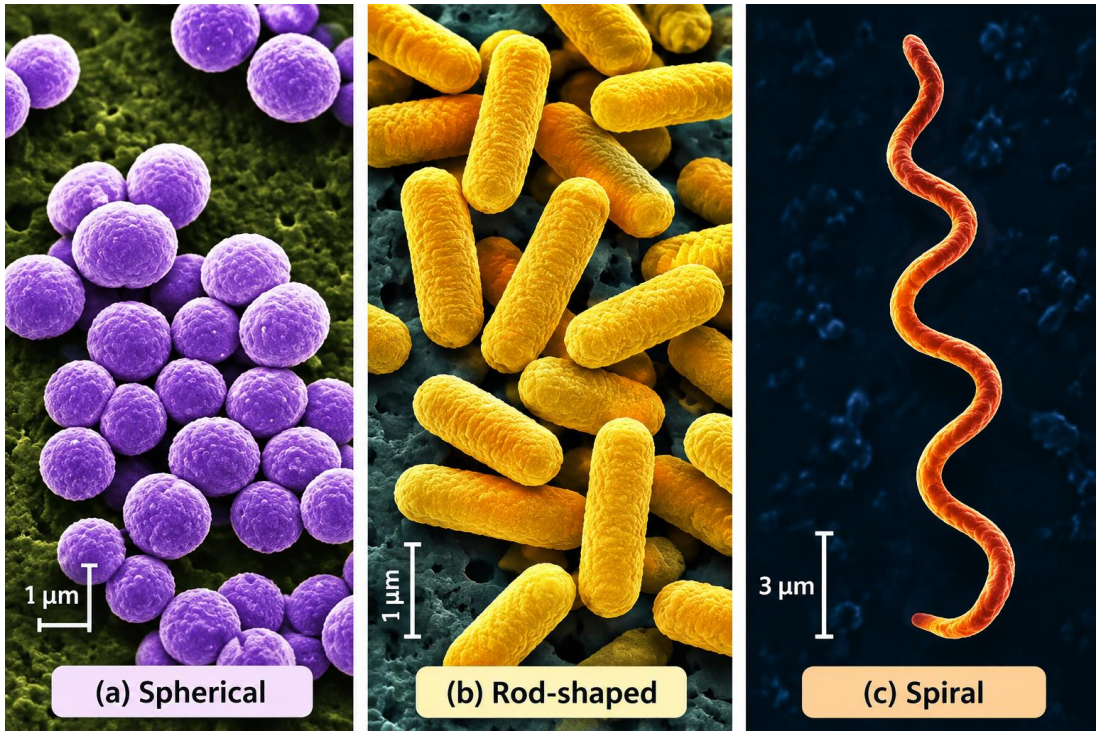
- Prokaryotlar, Bacteria ve Archaea domainlerinde sınıflandırılan tek hücreli organizmalardır.
- Çoğu prokaryotun hücre çapı 0.5–5 µm arasında değişir ve bu hücreler genellikle ökaryotik hücrelerden çok daha küçüktür.
- *Thiomargarita namibiensis*, yaklaşık 750 µm çapa ulaşabilen dikkat çekici bir istisnadır.
- Küçük ve tek hücreli olmalarına rağmen prokaryotlar, yaşamsal faaliyetlerini tek bir hücre içinde gerçekleştirebilen düzenli organizmalardır.

İZLE

Prokaryotlarda Hücre Şekilleri

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotik hücreler, küresel, çubuksu ve spiral olmak üzere çeşitli temel şekillerde bulunabilir.
- Küresel bakteriler kok (coccus) olarak adlandırılır ve tek başlarına, çiftler, zincirler veya kümeler hâlinde bulunabilir.
- Çubuksu bakteriler basil (bacillus) olarak adlandırılır ve tekli, zincir veya farklı dizilimler oluşturabilir.
- Spiral biçimli prokaryotlar arasında virgül şeklindeki vibrionlar ve daha belirgin kıvrımlara sahip spiroketler bulunur.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Hücre Duvarının Koruyucu İşlevleri

- Hücre duvarı, prokaryotik hücrelerin çoğunda bulunan ve hücrenin şeklini koruyan önemli bir yapıdır.
- Bu yapı, hücrenin hipotonik ortamda aşırı su alarak parçalanmasını önlemeye yardımcı olur.
- Hipertonik ortamda ise hücre su kaybedebilir ve plazma zarı hücre duvarından uzaklaşarak plazmoliz meydana gelebilir.
- Hücre duvarı, bazı gıda bozucu prokaryotların su kaybı nedeniyle çoğalmasının engellenmesinde de önem taşır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bakteri ve Arke Hücre Duvarlarının Farklılıkları

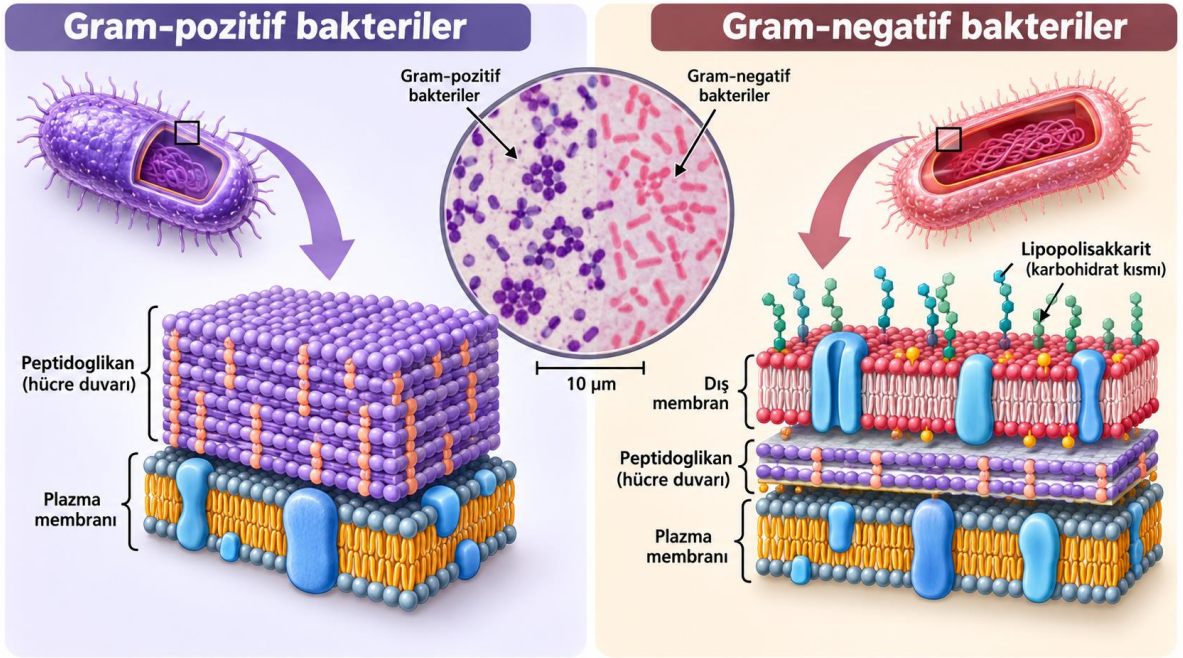
- Bakteri hücre duvarları, genellikle peptidoglikan adı verilen bir yapı içerir.
- Peptidoglikan, kısa peptitlerle birbirine bağlanan değişikliğe uğramış şeker zincirlerinden oluşur.
- Bu moleküler yapı, bakteriyi çevreleyen ve hücre yüzeyindeki diğer moleküllerin tutunmasını sağlayan bir ağ oluşturur.
- Arke hücre duvarları ise farklı polisakkaritler ve proteinler içerebilir ancak peptidoglikan bulundurmaz.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Gram Boyama Yönteminin Temeli

- Gram boyama, bakterileri hücre duvarlarının yapısal özelliklerine göre ayırt etmek için kullanılan bir yöntemdir.
- Hans Christian Gram tarafından geliştirilen bu yöntemde bakteriler önce kristal viyole ve iyotla işlem görür.
- Ardından alkol uygulanır ve son aşamada safranin kullanılarak karşıt boyama gerçekleştirilir.
- Bakterilerin hücre duvarı yapıları, boyama sonunda mor veya pembe-kırmızı görünmelerini belirler.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

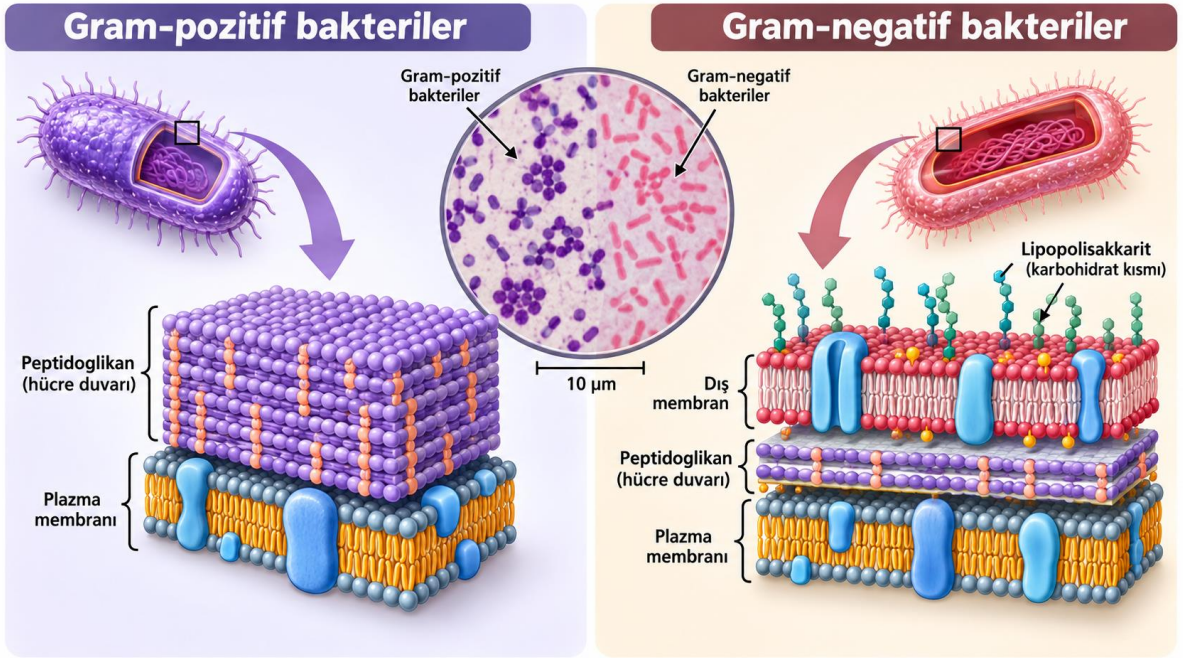
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Gram-Pozitif ve Gram-Negatif Bakteriler

- Gram-pozitif bakteriler, kalın peptidoglikan tabakası içeren görece basit bir hücre duvarı yapısına sahiptir.
- Kalın peptidoglikan tabakası, kristal viyole-iyot kompleksinin tutulmasını sağlayarak hücrelerin mor görünmesine neden olur.
- Gram-negatif bakterilerde peptidoglikan tabakası daha incedir ve plazma zarı ile dış zar arasında bulunur.
- Gram-negatif bakteriler kristal viyoleyi kaybettikten sonra safraninle boyanarak pembe veya kırmızı görünür.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Gram-Negatif Bakterilerin Dış Zarı

- Gram-negatif bakterilerin dış zarı, lipopolisakkarit adı verilen karmaşık moleküller içerir.
- Bazı gram-negatif bakterilerin lipopolisakkaritleri toksik etki göstererek ateş veya şoka neden olabilir.
- Dış zar, bakteriyi konak organizmanın bazı savunma mekanizmalarına karşı korur.
- Bu yapı, gram-negatif bakterilerin bazı antibiyotiklere karşı gram-pozitif bakterilerden daha dirençli olmasına katkıda bulunur.

İZLE

Hücre Duvarı ve Antibiyotiklerin Etkisi

Bi Dünya Biyoloji

- Gram boyama, enfeksiyonlara neden olan bakterilerin hızlı biçimde ayırt edilmesinde kullanılabilir.
- Gram-negatif ve gram-pozitif bakterilerin hücre duvarı farklılıkları, antibiyotik tedavisinin belirlenmesinde önem taşır.
- Penisilin gibi bazı antibiyotikler, peptidoglikan zincirleri arasındaki çapraz bağların oluşmasını engeller.
- Bu antibiyotikler, peptidoglikan içermeyen konak hücrelere doğrudan aynı mekanizmayla zarar vermeden birçok patojen bakteriyi etkileyebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bakterilerde Antibiyotik Direnci

- Bazı bakteriler, hücre duvarı yapıları veya diğer özellikleri sayesinde belirli antibiyotiklere karşı direnç gösterebilir.
- Gram-negatif bakterilerin dış zarı, bazı antibiyotiklerin hücreye girişini sınırlandırabilir.
- Bazı gram-pozitif bakteriler de belirli antibiyotiklere karşı direnç geliştirmiştir.
- Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA), yaşamı tehdit edebilen deri enfeksiyonlarına neden olabilen önemli bir örnektir.

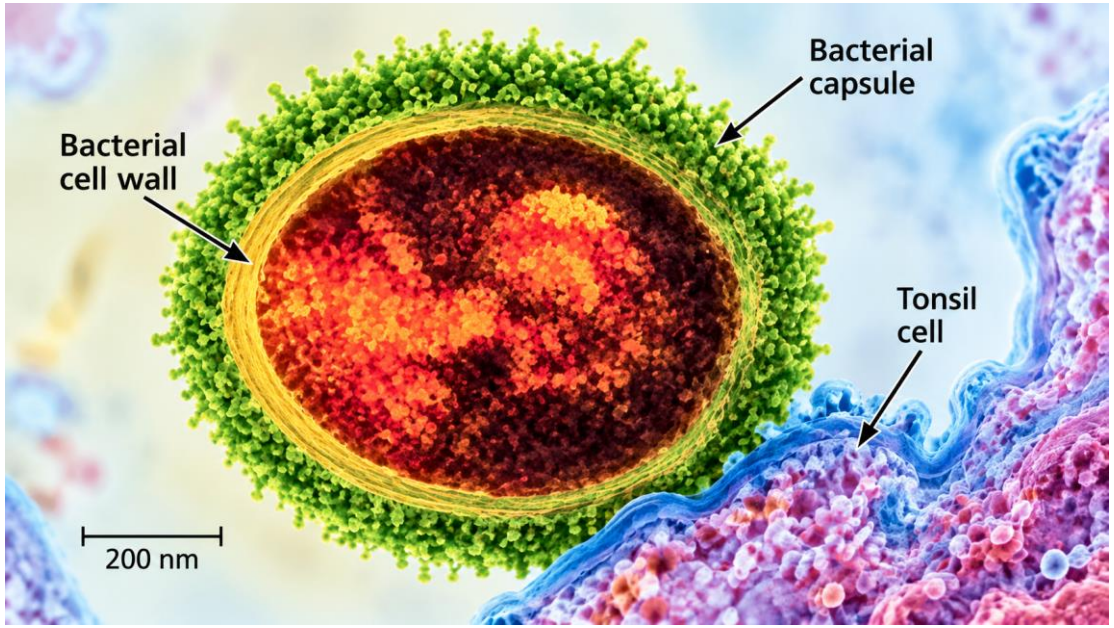
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Kapsül ve Sümüksü Tabakanın Özellikleri

Bi Dünya Biyoloji

- Birçok prokaryotun hücre duvarı, polisakkarit veya proteinlerden oluşan yapışkan bir dış tabakayla çevrilidir.
- Bu tabaka yoğun ve düzenli olduğunda kapsül, daha gevşek ve düzensiz olduğunda sümüksü tabaka olarak adlandırılır.
- Her iki yapı da prokaryotların yüzeylere veya kolonilerdeki diğer hücrelere tutunmasına yardımcı olur.
- Yandaki figürde, *Streptococcus* bakterisinin çevresindeki polisakkarit kapsül ve konak hücreyle ilişkisi gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Kapsülün Koruyucu Görevleri

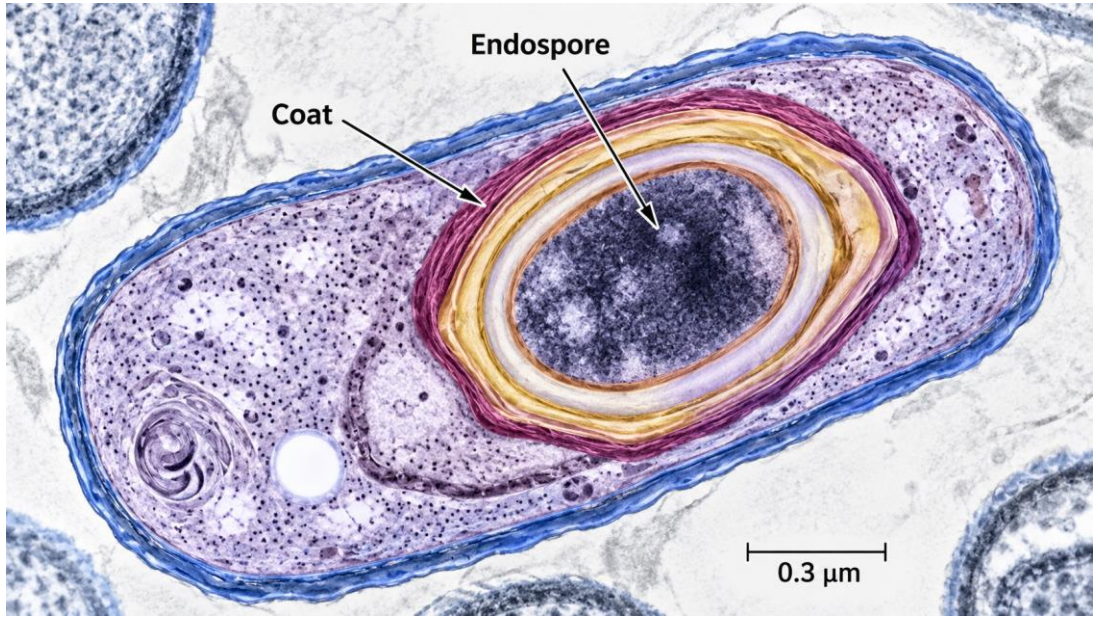
- Bazı kapsüller ve sümüksü tabakalar, bakterilerin su kaybına karşı korunmasına yardımcı olur.
- Bu dış yapılar, bakterilerin konak organizmanın bağışıklık sistemi tarafından gerçekleştirilen saldırılardan korunmasını sağlayabilir.
- Kapsül ve sümüksü tabakaların yapışkan özellikleri, bakterilerin yüzeylere tutunmasını kolaylaştırır.
- Böylece bu yapılar, prokaryotların hem çevresel koşullara dayanıklılığına hem de konakla etkileşimlerine katkıda bulunur.

İZLE

Endospor Oluşumu ve Hücresel Dayanıklılık

Bi Dünya Biyoloji

- Bazı bakteriler, su veya temel besin maddelerinin yetersiz olduğu zorlu koşullarda endospor oluşturabilir.
- Endospor oluşurken bakterinin kromozomu kopyalanır ve kopyalardan biri çok katmanlı koruyucu bir yapıyla çevrelenir.
- Ana hücre parçalandığında endospor serbest kalır ve metabolik faaliyetleri durma noktasına gelir.
- Yandaki figürde, *Bacillus anthracis* bakterisinin oluşturduğu endosporun yapısı gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Endosporların Olağanüstü Direnci

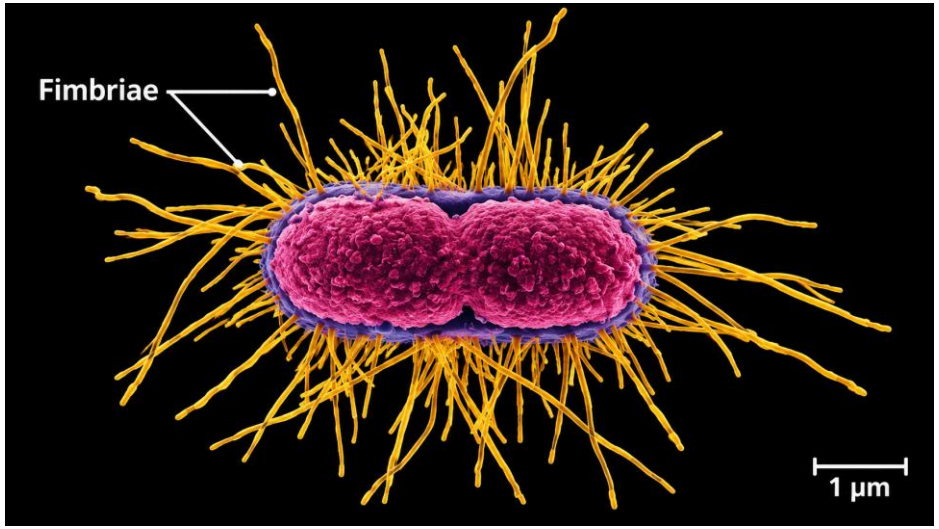
- Endosporlar, metabolik olarak etkin olmamalarına rağmen uygun koşullar oluşuncaya kadar canlılıklarını koruyabilir.
- Çoğu endospor, kaynar suda hayatta kalabilecek kadar yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır.
- Endosporların öldürülmesi, 121 °C sıcaklıkta ve basınç altında gerçekleştirilen sterilizasyon işlemlerini gerektirebilir.
- Bazı endosporlar yüzyıllarca canlı kalabilir ve çevre koşulları iyileştiğinde yeniden metabolik faaliyetlerine başlayabilir.

İZLE

Fimbrialar ve Hücre Yüzeyine Tutunma

Bi Dünya Biyoloji

- Bazı prokaryotlar, hücre yüzeylerinde fimbria adı verilen kısa ve ince uzantılar taşır.
- Fimbrialar, protein yapılı olup bakterilerin yüzeylere veya diğer hücrelere tutunmasını sağlar.
- *Neisseria gonorrhoeae*, konak organizmanın mukozal yüzeylerine tutunmak için fimbrialarını kullanır.
- Yandaki figürde, bir prokaryotun yüzeyinden uzanan çok sayıdaki fimbria gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Fimbria ve Pilus Arasındaki Farklar

- Fimbrialar, genellikle piluslardan daha kısa ve hücre yüzeyinde daha fazla sayıda bulunan yapılardır.
- Fimbriaların temel işlevi, bakterilerin yüzeylere veya başka hücrelere tutunmasını sağlamaktır.
- Piluslar ise bazı bakterilerde DNA'nın bir hücreden diğerine aktarılmasında görev alır.
- Pilus terimi, bazı durumlarda eşey pilusu olarak adlandırılan DNA aktarım uzantılarını ifade etmek için kullanılır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotlarda Hareket Yeteneği

- Prokaryotların yaklaşık yarısı, çevresel uyaranlara doğru veya bu uyaranlardan uzaklaşacak şekilde hareket edebilir.
- Bir organizmanın belirli bir uyarana bağlı olarak yönlendirilmiş hareketi taksi olarak adlandırılır.
- Kemotaksi, prokaryotların kimyasal maddelere yanıt olarak gerçekleştirdiği yönlendirilmiş harekettir.
- Bakteriler besin maddelerine veya oksijene doğru pozitif, zararlı maddelerden uzaklaşacak şekilde negatif kemotaksi gösterebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Hareket Hızı

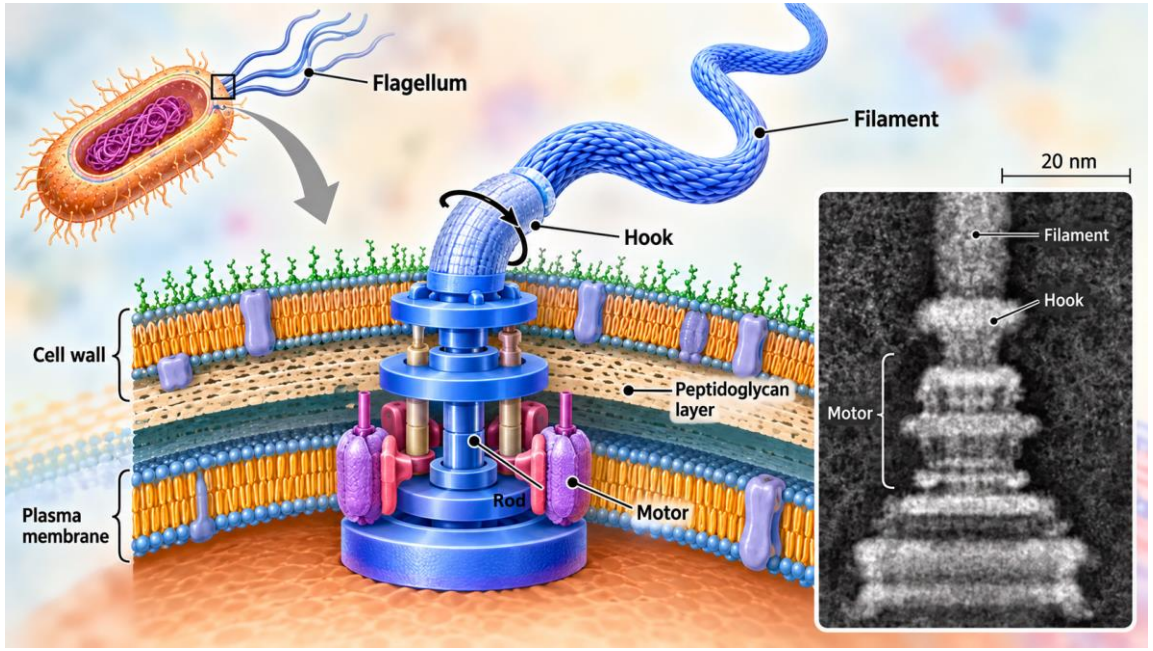
- Bazı prokaryotlar, saniyede 50 µm'den daha yüksek hızlarla hareket edebilir.
- Bu hız, bazı türlerin bir saniyede kendi vücut uzunluklarının yaklaşık 50 katı kadar yol alabilmesini sağlar.
- Aynı oransal hız, 1.7 metre boyundaki bir insanın saatte yaklaşık 306 kilometre hızla koşmasına karşılık gelir.
- Prokaryotların hareketinde en yaygın kullanılan yapılardan biri kamçıdır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotik Kamçıların Yapısı

- Prokaryotik kamçılar, hücre yüzeyine dağılmış hâlde veya hücrenin bir ya da iki ucunda bulunabilir.
- Prokaryotik kamçılar, ökaryotik kamçılardan yapısal olarak belirgin biçimde farklıdır.
- Bakteri kamçısı, temel olarak filament, kanca ve motor bölümlerinden oluşur.
- Yandaki figürde, gram-negatif bir bakterinin kamçı yapısı ve motor mekanizması gösterilmektedir.

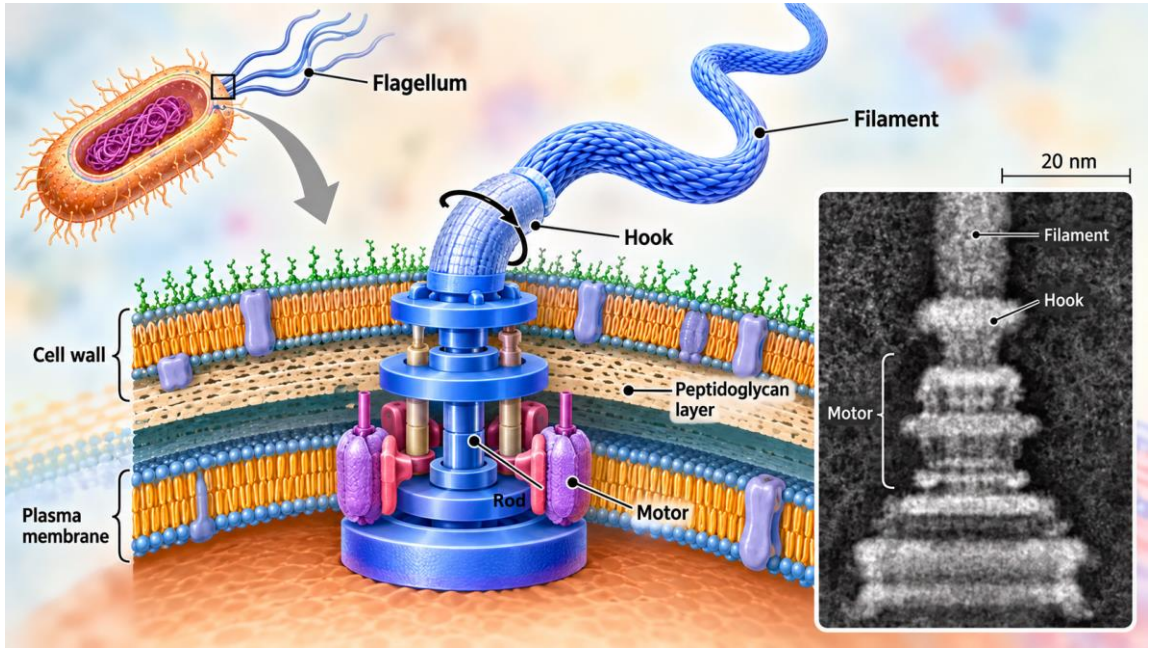


İZLE

Bakteri Kamçısının Çalışma Mekanizması

Bi Dünya Biyoloji

- Bakteri kamçısının motoru, hücre zarına yerleşmiş proteinlerden oluşan karmaşık bir yapıdır.
- Elektron taşıma zincirinin oluşturduğu proton gradyanı, kamçı motorunun dönmesi için gerekli enerjiyi sağlar.
- Protonların zar boyunca hareketi, motorun dönmesini ve kamçının bakteriyi ileri doğru itmesini sağlar.
- Yandaki figürde, kamçı motorunun hücre zarı ve hücre duvarıyla ilişkili bileşenleri gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bakteri ve Arke Kamçılarının Evrimsel Farklılıkları

Bi Dünya Biyoloji

- Bakteri ve arke kamçıları, boyutları ve dönme hareketleri bakımından birbirine benzer.
- Bununla birlikte, bu yapıların moleküler bileşimleri ve hareket mekanizmaları birbirinden farklıdır.
- Bakteri, arke ve ökaryot kamçıları farklı proteinlerden oluşur ve yapısal açıdan önemli farklılıklar gösterir.
- Bu kamçıların benzer işlevleri bağımsız evrimsel kökenlere dayanır ve yapılar analog özellik taşır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bakteri Kamçısının Evrimsel Kökeni

- Bakteri kamçısı, yaklaşık 42 farklı protein çeşidinden oluşabilen karmaşık bir yapıdır.
- Kamçının işlevinde görev alan proteinlerin bir bölümü, bakterilerdeki başka protein sistemleriyle benzerlik gösterir.
- Bu proteinlerden bazıları, hücre dışına makromolekül salgılanmasında görev alan salgılama sistemlerinin proteinleriyle ilişkilidir.
- Bu benzerlikler, bakteri kamçısının daha eski protein yapılarının değişerek yeni işlevler kazanmasıyla evrimleştiğini düşündürür.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Kamçı Evriminde Proteinlerin Yeniden Kullanılması

Bi Dünya Biyoloji

- İncelenen bakteri türlerinde kamçı için gerekli olan 21 proteinin 19'u, başka proteinlerin değişime uğramış biçimleridir.
- Bu proteinlerden 10'u, bakterilerde bulunan salgılama sistemlerinin proteinleriyle homologdur.
- Kamçının çubuk, kanca ve filament bileşenleri de birbirleriyle ilişkili proteinlerden oluşur.
- Bu özellikler, mevcut yapıların değişerek yeni işlevler kazanmasını ifade eden eksaptasyon sürecine örnek oluşturur.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotik Hücrelerin İç Organizasyonu

- Prokaryotik hücreler, ökaryotik hücrelere göre daha basit bir iç organizasyona sahiptir.
- Prokaryotlarda, ökaryotların zarla çevrili organellerinden oluşan karmaşık bölmelendirme sistemi bulunmaz.
- Bununla birlikte, bazı prokaryotlarda belirli metabolik işlevleri gerçekleştiren özelleşmiş zar yapıları vardır.
- Bu yapılar, genellikle plazma zarının içeri doğru kıvrılmasıyla oluşur.

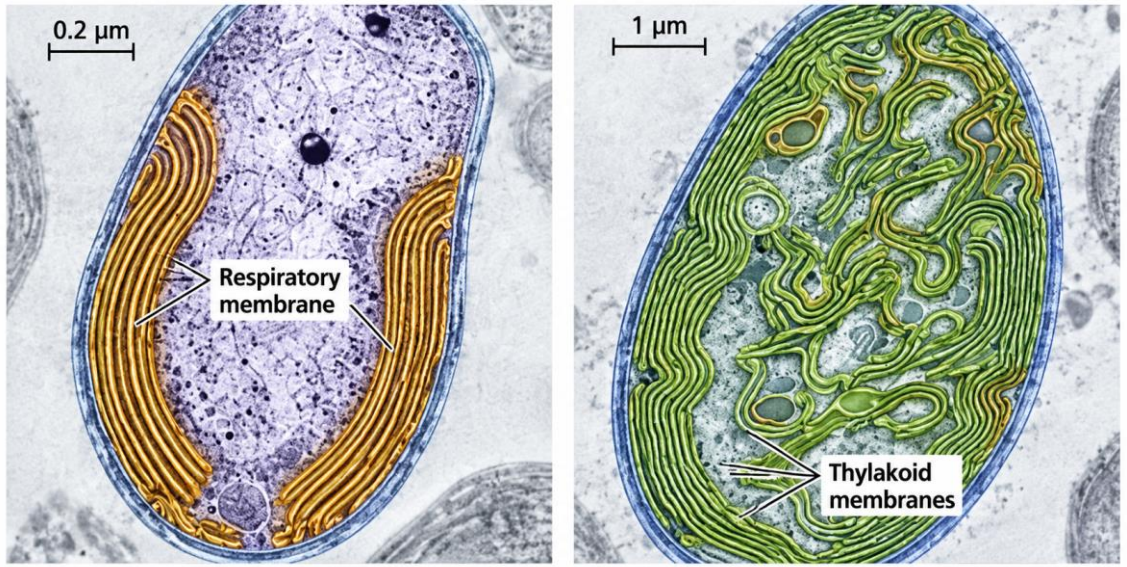
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotlarda Özelleşmiş Zar Sistemleri

- Bazı aerobik prokaryotlarda, hücresel solunumla ilişkili zar kıvrımları bulunur.
- Fotosentetik siyanobakterilerde ise fotosentezin gerçekleşmesini sağlayan tilakoit zarlar yer alır.
- Bu özelleşmiş zarlar, prokaryotik hücrelerde belirli metabolik süreçlerin yürütülmesine katkıda bulunur.
- Yandaki figürde, aerobik bir prokaryotun solunum zarları ile fotosentetik bir prokaryotun tilakoit zarları karşılaştırılmaktadır.



(a) Aerobic prokaryote

(b) Photosynthetic prokaryote

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotlarda DNA'nın Organizasyonu

- Prokaryotik genom, ökaryotik genomdan genellikle daha küçüktür ve daha az DNA içerir.
- Prokaryotların kromozomları genellikle halkasal, ökaryotların kromozomları ise doğrusal yapıdadır.
- Prokaryotlarda kromozom, ökaryotlardaki gibi çok sayıda proteinle ilişkili değildir.
- Prokaryotların DNA'sı, zarla çevrili bir çekirdek yerine nükleoit adı verilen sitoplazmik bölgede bulunur.

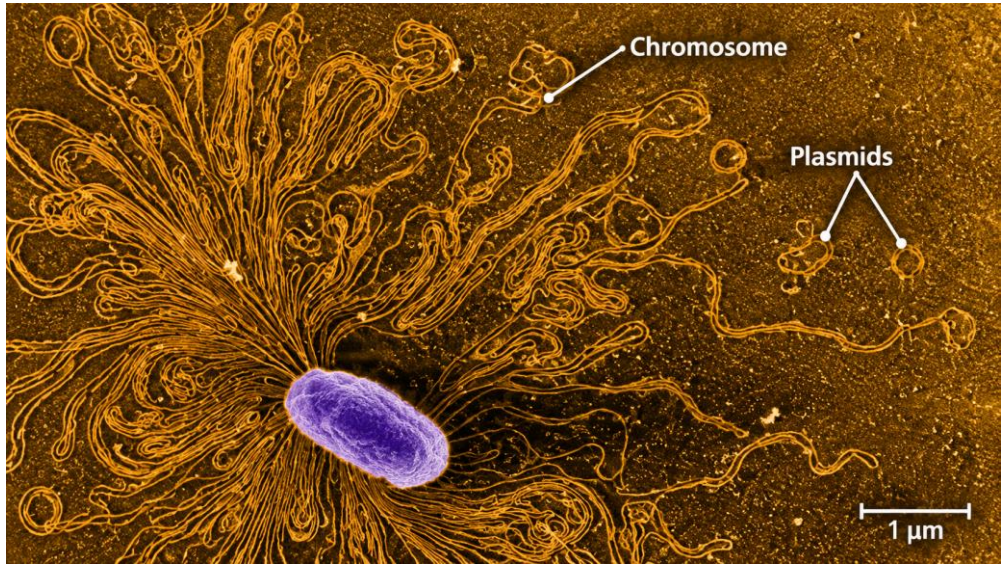
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotik Kromozom ve Plazmitler

- Tipik bir prokaryotik hücrede, nükleoit bölgede yer alan tek bir kromozom bulunur.
- Bazı prokaryotlarda kromozomdan bağımsız olarak çoğalabilen daha küçük DNA molekülleri de vardır.
- Plazmit adı verilen bu DNA molekülleri, genellikle az sayıda gen taşır.
- Yandaki figürde, parçalanmış bir *Escherichia coli* hücresinin kromozomu ve plazmidleri gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Prokaryotlarda Genetik Bilginin Kullanılması

Bi Dünya Biyoloji

- DNA replikasyonu, transkripsiyon ve translasyon süreçleri hem prokaryotlarda hem de ökaryotlarda gerçekleşir.
- Bununla birlikte, bu süreçlerin bazı moleküler ayrıntıları iki hücre grubu arasında farklılık gösterir.
- Prokaryotik ribozomlar, ökaryotik ribozomlardan biraz daha küçüktür.
- İki hücre grubunun ribozomları, protein ve RNA bileşimleri bakımından da farklı özellikler taşır.

İZLE

Ribozomal Farklılıklar ve Antibiyotikler

Bi Dünya Biyoloji

- Eritromisin ve tetrasiklin gibi bazı antibiyotikler, prokaryotik ribozomlara bağlanarak protein sentezini engeller.
- Bu antibiyotikler, bakterilerin büyümesini durdurabilir veya bakterilerin ölmesine neden olabilir.
- Prokaryotik ve ökaryotik ribozomlar arasındaki farklılıklar, bu antibiyotiklerin seçici etkisine katkıda bulunur.
- Böylece bakterilerin protein sentezi, konak organizmanın ribozomları aynı şekilde etkilenmeden baskılanabilir.

İZLE

Prokaryotlarda İkiye Bölünerek Üreme

Bi Dünya Biyoloji

- Birçok prokaryot, uygun çevresel koşullarda ikiye bölünme yoluyla hızla çoğalabilir.
- İkiye bölünme sırasında tek bir hücre ikiye ayrılır ve oluşan hücreler yeniden bölünmeye devam edebilir.
- Uygun koşullarda bazı prokaryotlar her 1–3 saatte bir bölünebilir.
- Bazı türlerde ise yeni bir neslin oluşması yalnızca 20 dakika sürebilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Prokaryotlarda Hızlı Popülasyon Artışı

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotların kısa nesil süreleri, uygun koşullarda popülasyon büyüklüğünün hızla artmasını sağlar.
- Bir hücreden başlayan bölünmeler sonucunda hücre sayısı sırasıyla 2, 4, 8 ve 16 şeklinde artabilir.
- Tek bir prokaryotik hücre, uygun koşulların kesintisiz sürmesi durumunda iki gün içinde yaklaşık 2^{144} hücre oluşturma potansiyeline sahiptir.
- Bu hızlı çoğalma kapasitesi, prokaryotların ekolojik başarısını açıklayan temel özelliklerden biridir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Prokaryot Popülasyonlarının Büyümesini Sınırlayan Etkenler

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotların teorik çoğalma kapasitesi, doğal ortamlarda genellikle tam olarak gerçekleşmez.
- Besin maddelerinin tükenmesi, hücrelerin büyümesini ve bölünmesini sınırlandırır.
- Metabolik atıkların birikmesi, prokaryot popülasyonlarının gelişmesini olumsuz etkileyebilir.
- Diğer mikroorganizmalar tarafından tüketilme veya başka organizmalarla rekabet, popülasyon büyüklüğünü sınırlar.

İZLE

Prokaryotların Başarısının Üç Temel Özelliği

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotların küçük hücre boyutları, çok farklı yaşam alanlarında bulunmalarına olanak tanır.
- İkiye bölünerek çoğalmaları, uygun koşullarda kısa sürede çok sayıda yeni hücre oluşmasını sağlar.
- Kısa nesil süreleri, prokaryot popülasyonlarının hızlı biçimde yeni nesiller oluşturmasına imkân verir.
- Bu özellikler sayesinde prokaryotlar, bitki ve hayvanlar gibi çok hücreli ökaryotlardan çok daha fazla sayıda birey içeren popülasyonlar oluşturabilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Prokaryotlarda Genetik Çeşitliliğin Kaynakları

Bi Dünya Biyoloji

- Evrimsel değişimin gerçekleşebilmesi için popülasyonlarda kalıtsal genetik çeşitliliğin bulunması gerekir.
- Prokaryotlar, eşeysiz çoğalmalarına rağmen oldukça yüksek düzeyde genetik çeşitlilik gösterebilir.
- Bu çeşitliliğin oluşmasında hızlı üreme, mutasyon ve genetik rekombinasyon olmak üzere üç temel süreç rol oynar.
- Bu mekanizmalar, prokaryot popülasyonlarının değişen çevre koşullarına uyum sağlamasına katkıda bulunur.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Hızlı Üreme ve Mutasyonların Birikmesi

- Eşeyli üreyen organizmalarda genetik çeşitliliğin önemli bir bölümü, mevcut allellerin yeni kombinasyonlar oluşturmasından kaynaklanır.
- Prokaryotlarda ise mayoz ve döllenme gerçekleşmediğinden genetik çeşitlilik farklı mekanizmalarla ortaya çıkar.
- Yeni mutasyonlar, hızlı hücre bölünmeleri sayesinde kısa sürede çok sayıda bireyin bulunduğu popülasyonlarda birikebilir.
- Böylece prokaryotların kısa nesil süreleri, mutasyonların evrimsel etkilerinin hızla ortaya çıkmasına olanak tanır.

İZLE

Bakterilerde Mutasyonların Ortaya Çıkışı

Bi Dünya Biyoloji

- *Escherichia coli*, insan bağırsağında yaşayabilen ve ikiye bölünerek çoğalan bir bakteridir.
- Tekrarlanan bölünmeler sonucunda oluşan yavru hücreler, genellikle ana hücreyle aynı genetik yapıya sahiptir.
- Ancak DNA replikasyonu sırasında meydana gelen hatalar, yavru hücrelerde yeni mutasyonların oluşmasına neden olabilir.
- *E. coli*'de belirli bir genin mutasyona uğrama olasılığı, her hücre bölünmesinde yaklaşık 10 milyonda birdir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Büyük Popülasyonlarda Mutasyonların Önemi

- İnsan bağırsağında bulunan yaklaşık 2 x 10^{10} *E. coli* hücresinin her gün bölündüğü düşünülebilir.
- Belirli bir gendeki mutasyon olasılığı 1 x 10^{-7} olduğunda, her gün yaklaşık 2.000 yeni mutasyon ortaya çıkabilir.
- *E. coli* genomundaki yaklaşık 4.300 gen birlikte değerlendirildiğinde, günlük yeni mutasyon sayısı 8 milyonu aşabilir.
- Bu durum, tek bir gen için düşük olan mutasyon olasılığının büyük popülasyonlarda önemli bir çeşitlilik kaynağına dönüşebildiğini gösterir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Mutasyonların Evrimsel Değişime Katkısı

Bi Dünya Biyoloji

- Yeni mutasyonlar, prokaryot popülasyonlarında daha önce bulunmayan genetik varyasyonların ortaya çıkmasını sağlar.
- Kısa nesil süreleri, mutasyonların sonraki nesillere hızla aktarılmasına olanak tanır.
- Büyük popülasyonlarda ortaya çıkan bazı mutasyonlar, belirli çevre koşullarında bireylere avantaj sağlayabilir.
- Avantajlı mutasyonları taşıyan bireylerin daha başarılı çoğalması, popülasyonun zaman içinde evrimleşmesine katkıda bulunur.

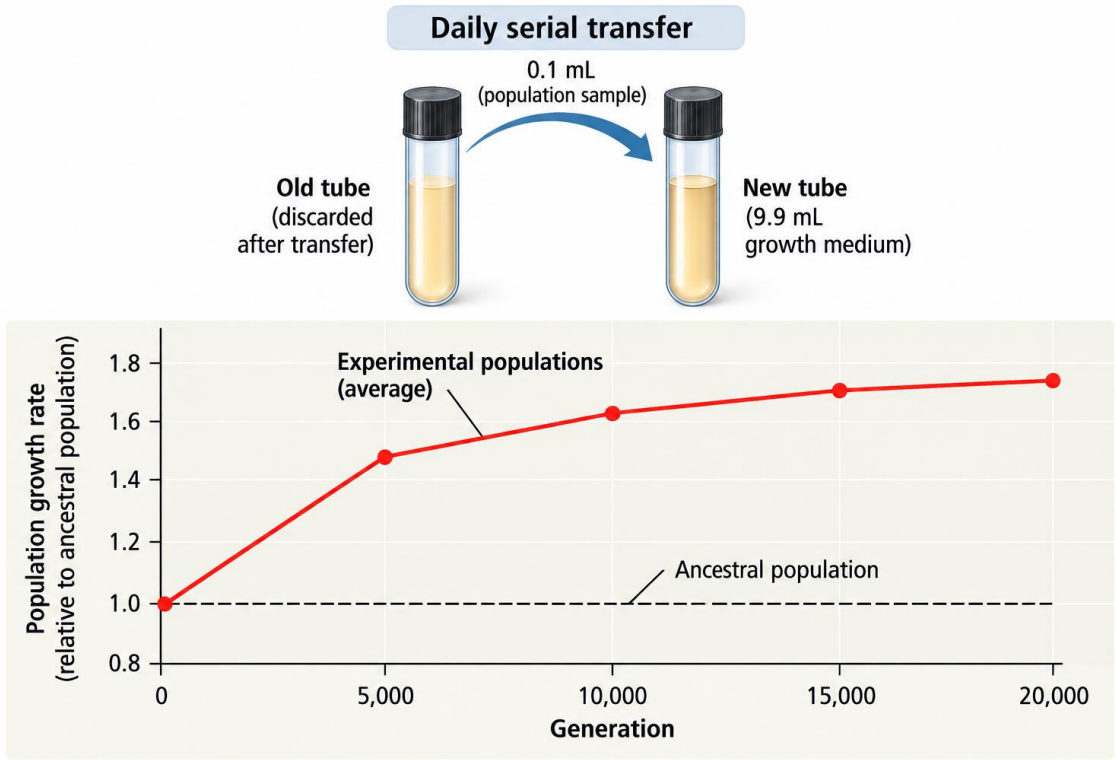
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bakterilerde Evrimin Deneysel Olarak İncelenmesi

Bi Dünya Biyoloji

- Richard Lenski ve çalışma arkadaşları, *E. coli* popülasyonlarının yeni çevre koşullarına uyum sağlama yeteneğini araştırmıştır.
- Deneyde, tek bir *E. coli* suşundan oluşturulan 12 ayrı bakteri popülasyonu kullanılmıştır.
- Bu popülasyonlar, 20.000 nesil boyunca izlenerek yaklaşık 3.000 günlük bir deneysel süreç değerlendirilmiştir.
- Deneyin temel amacı, bakterilerin uzun süreli çoğalma sırasında çevresel koşullara nasıl uyum sağladığını belirlemektir.



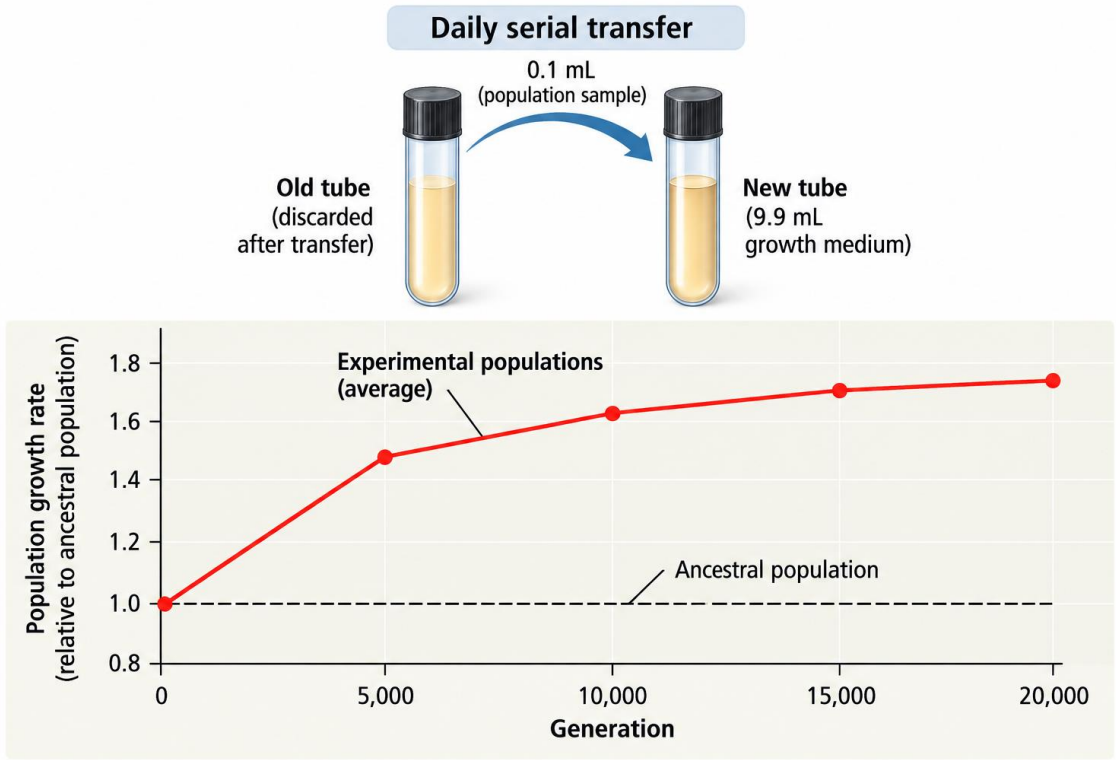
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Deneysel Evrim Çalışmasının Uygulanışı

Bi Dünya Biyoloji

- Araştırmacılar, 12 bakteri popülasyonunu büyümeleri için gerekli kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda yetiştirmiştir.
- Her gün her popülasyondan 0.1 mL örnek alınarak 9.9 mL taze büyüme ortamına aktarılmıştır.
- Bu günlük aktarma işlemi, bakterilerin nesiller boyunca aynı deneysel koşullarda çoğalmasını sağlamıştır.
- Popülasyonlardan belirli aralıklarla alınan örnekler, daha sonra karşılaştırılmak üzere dondurularak saklanmıştır.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

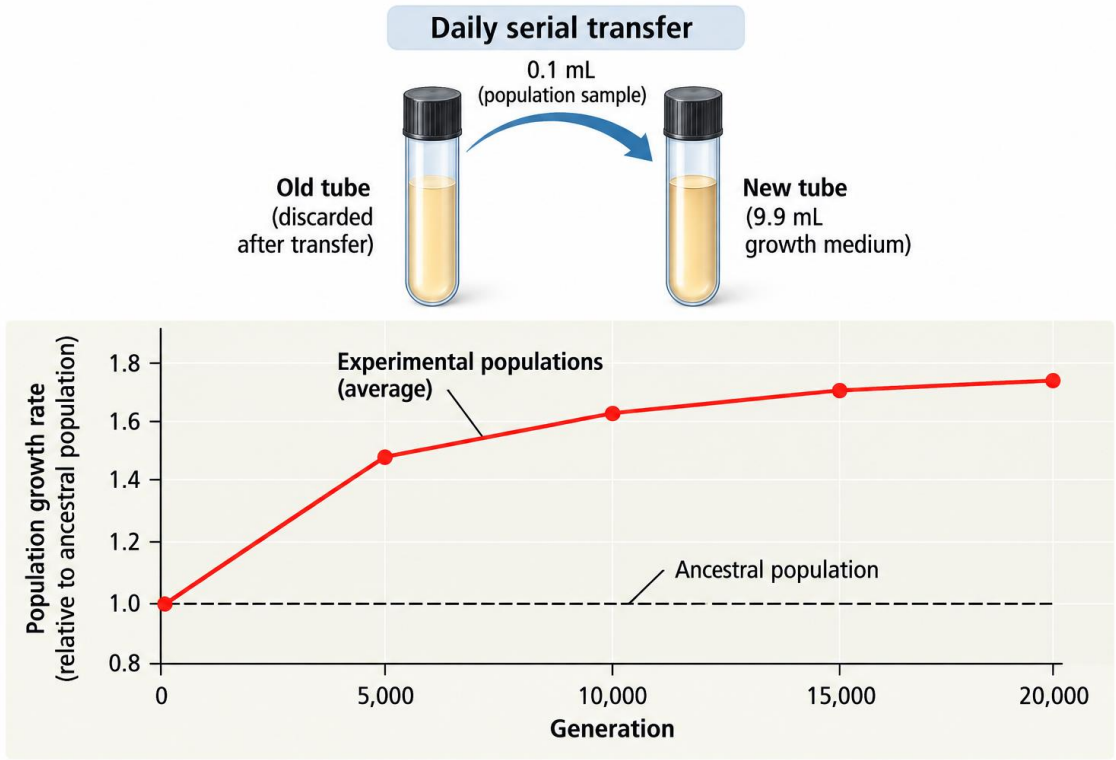
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Deneysel Evrimde Uyum Başarısının Ölçülmesi

- Deneysel popülasyonların uyum başarısı, düşük glikoz içeren ortamda gösterdikleri büyüme hızlarıyla değerlendirilmiştir.
- İlk 5.000 nesil boyunca popülasyonların ortalama büyüme hızı belirgin biçimde artmıştır.
- Sonraki 15.000 nesilde büyüme hızındaki artış devam etmiş ancak daha yavaş gerçekleşmiştir.
- Yandaki figürde, deneysel popülasyonların büyüme hızındaki değişim atasal popülasyonla karşılaştırılmaktadır.



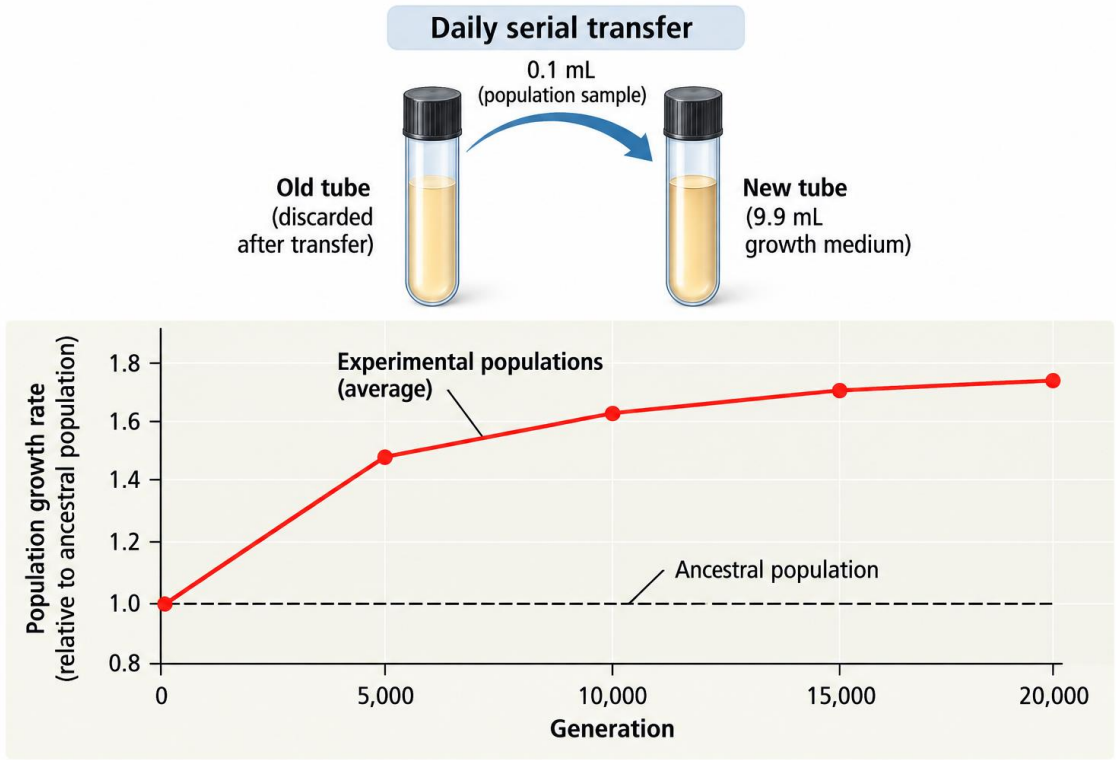
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Deneysel Evrim Çalışmasının Sonuçları

- *E. coli* popülasyonları, 20.000 nesil boyunca yararlı mutasyonlar biriktirmeye devam etmiştir.
- Bu mutasyonlar, bakterilerin deney ortamındaki koşullara uyum başarısını artırmıştır.
- Büyüme hızındaki artışın zamanla yavaşlaması, uyum sürecinin ilk nesillerde daha hızlı gerçekleştiğini göstermiştir.
- Deney, mutasyonların ve doğal seçilimin prokaryot popülasyonlarında hızlı evrimsel değişim oluşturabileceğini ortaya koymuştur.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Prokaryotların Evrimsel Uyum Yeteneği

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotların kısa nesil süreleri ve büyük popülasyonları, çevresel değişimlere hızlı yanıt verebilmelerini sağlar.
- Avantaj sağlayan genetik özellikleri taşıyan bireyler, belirli koşullarda daha yüksek hayatta kalma ve üreme başarısı gösterebilir.
- Prokaryotlar, ökaryotlardan daha basit hücresel yapıya sahip olmalarına rağmen evrimsel açıdan ilkel değildir.
- Yaklaşık 3.5 milyar yıllık evrimsel geçmişleri, çok farklı çevresel koşullara başarılı biçimde uyum sağlamalarını mümkün kılmıştır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Genetik Rekombinasyonun Çeşitliliğe Katkısı

- Prokaryotlarda mutasyonların yanı sıra genetik rekombinasyon da önemli bir çeşitlilik kaynağıdır.
- Genetik rekombinasyon, farklı kaynaklardan gelen DNA parçalarının bir araya gelmesini sağlar.
- Ökaryotlarda mayoz ve döllenme, farklı bireylerden gelen DNA'nın yeni kombinasyonlar oluşturmasına katkıda bulunur.
- Prokaryotlarda ise mayoz ve döllenme gerçekleşmediğinden genetik rekombinasyon farklı yollarla sağlanır.

İZLE

Prokaryotlarda DNA Aktarımının Üç Yolu

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotlarda genetik rekombinasyona katkıda bulunan üç temel mekanizma transformasyon, transdüksiyon ve konjugasyondur.
- Transformasyon, çevrede bulunan yabancı DNA'nın bir hücre tarafından alınmasıyla gerçekleşir.
- Transdüksiyon, bakteriyofajların DNA'yı bir bakteri hücresinden diğerine taşımasıyla oluşur.
- Konjugasyon ise geçici olarak birleşen iki prokaryotik hücre arasında doğrudan DNA aktarılmasını sağlar.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Yatay Gen Transferi

- Prokaryotlarda DNA, yalnızca ana hücreden yavru hücrelere aktarılmaz.
- Farklı bireyler arasında, hatta bazı durumlarda farklı türler arasında da genetik materyal aktarımı gerçekleşebilir.
- Bir organizmadan diğerine gen aktarılması, yatay gen transferi olarak adlandırılır.
- Transformasyon, transdüksiyon ve konjugasyon, prokaryotlarda yatay gen transferinin başlıca mekanizmalarıdır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Transformasyonun Temel Mekanizması

- Transformasyon sırasında prokaryotik hücre, çevresindeki serbest DNA parçalarını alabilir.
- Hücreye giren yabancı DNA, genotipte ve bazı durumlarda fenotipte değişikliklere neden olabilir.
- Alınan DNA'nın bir bölümü, homolog DNA bölgeleri arasında gerçekleşen değişimle bakterinin kromozomuna katılabilir.
- Böylece hücre, başlangıçtaki genetik yapısından farklı özellikler taşıyan rekombinant bir hücreye dönüşebilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Transformasyon ve Hastalık Yapıcı Özelliklerin Kazanılması

- *Streptococcus pneumoniae*, transformasyon yoluyla yeni genetik özellikler kazanabilen bakterilerden biridir.
- Zararsız bir *S. pneumoniae* suşu, patojen bir suştan gelen DNA'yı alarak hastalık yapıcı özellik kazanabilir.
- Yabancı DNA, homolog DNA değişimiyle bakterinin kromozomundaki mevcut bir allelin yerini alabilir.
- Bu olay sonucunda rekombinant hücre, iki farklı hücreden gelen genetik bilgileri birlikte taşır.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Transformasyonun Doğal Ortamlardaki Rolü

- Transformasyonun keşfinden sonraki uzun yıllar boyunca bu olayın doğal bakteri popülasyonlarında nadir gerçekleştiği düşünülmüştür.
- Daha sonraki çalışmalar, birçok bakterinin çevresindeki DNA'yı tanıyıp hücre içine alabilen yüzey proteinlerine sahip olduğunu göstermiştir.
- Hücreye alınan DNA, homolog bölgeler aracılığıyla bakterinin kromozomuna katılabilir.
- Böylece transformasyon, doğal bakteri popülasyonlarında genetik çeşitliliğin oluşmasına katkıda bulunur.

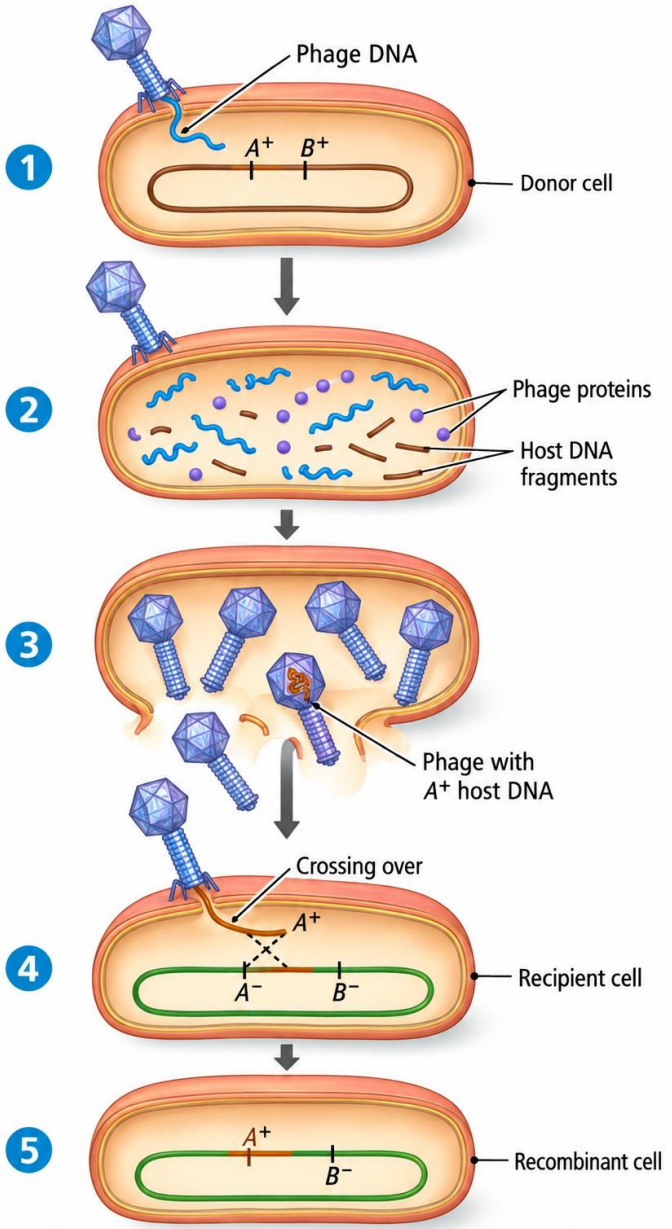
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Transdüksiyon ve Bakteriyofajların Rolü

- Transdüksiyon, bakterileri enfekte eden bakteriyofajların DNA'yı bir hücreden diğerine taşımasıdır.
- Bakteriyofajlar, çoğalma süreçleri sırasında konak bakterinin DNA parçalarını kapsitleri içine alabilir.
- Bu DNA parçaları, fajın başka bir bakteriyi enfekte etmesi sırasında yeni hücreye aktarılabilir.
- Yandaki figürde, bakteriyofaj aracılığıyla gerçekleşen transdüksiyonun aşamaları gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

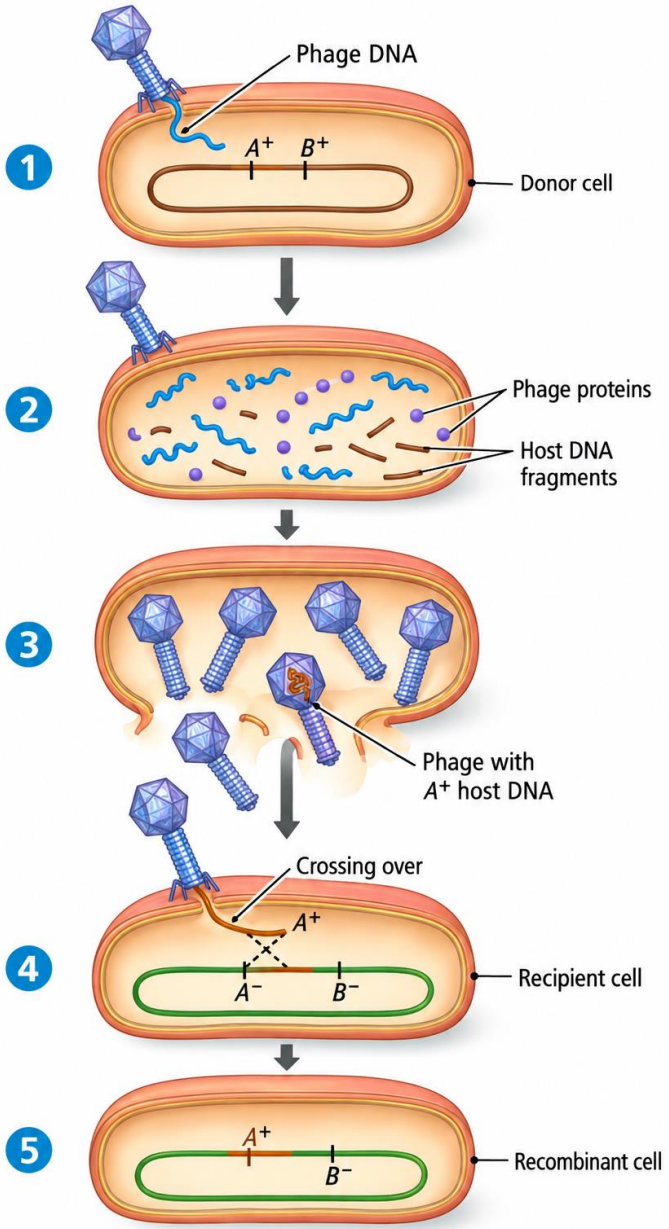
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Transdüksiyonun İlk Aşamaları

- Bir bakteriyofaj, kromozomunda belirli alleller taşıyan donör bakteriyi enfekte eder.
- Faj DNA'sı hücre içinde çoğalırken bakterinin kromozomal DNA'sı parçalanabilir.
- Yeni faj parçacıkları oluşturulurken bazı kapsitlerin içine yanlışlıkla bakteri DNA'sı yerleşebilir.
- Böylece bazı fajlar, kendi genetik materyalleri yerine donör bakteriye ait DNA parçalarını taşır.



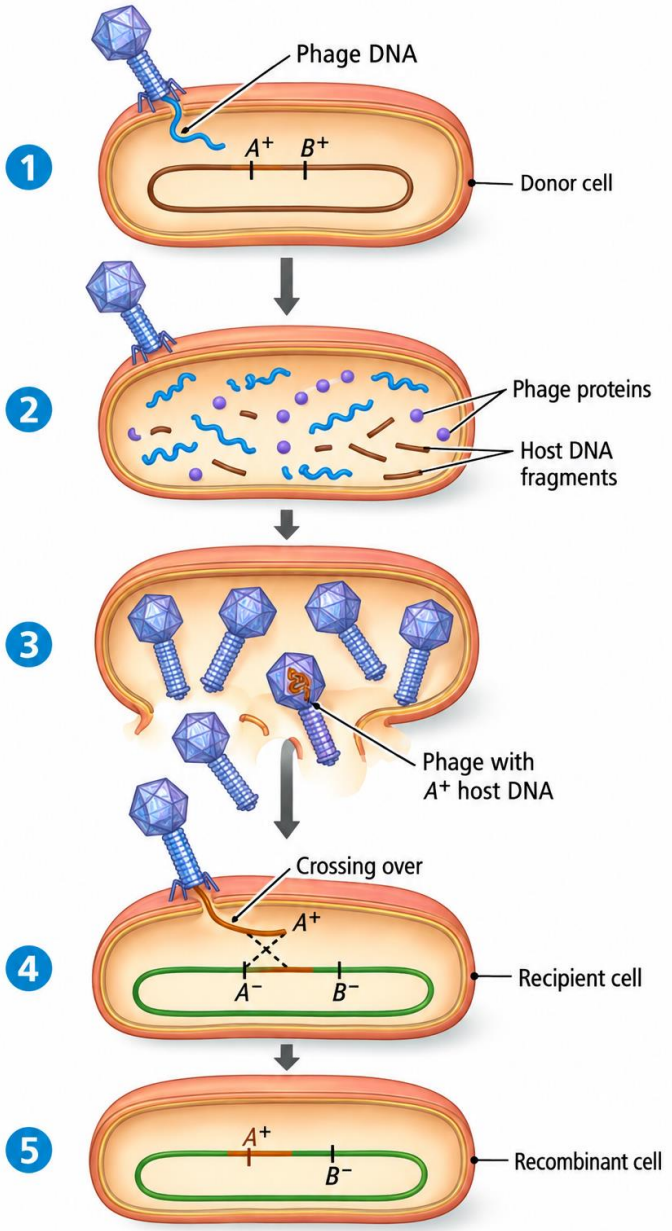
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Transdüksiyonla Rekombinant Hücre Oluşumu

- Donör bakteriden DNA taşıyan faj, başka bir bakteriye bağlanarak bu DNA'yı alıcı hücreye aktarabilir.
- Aktarılan DNA, alıcı bakterinin kromozomundaki homolog bölgelerle eşleşebilir.
- Homolog DNA bölgeleri arasında gerçekleşen parça değişimi, donör DNA'sının alıcı kromozoma katılmasını sağlayabilir.
- Yandaki figürde, bu süreç sonucunda iki farklı bakteriden gelen allelleri taşıyan rekombinant hücre gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bakterilerde Konjugasyonun Temel Özellikleri

- Konjugasyon, iki prokaryotik hücrenin geçici olarak birleşmesi sırasında gerçekleşen DNA aktarımıdır.
- Bu süreçte DNA, donör hücreden alıcı hücreye doğru tek yönlü olarak aktarılır.
- Konjugasyon genellikle aynı türe ait hücreler arasında gerçekleşse de farklı türler arasında da görülebilir.
- *E. coli*, konjugasyon mekanizmasının ayrıntılı biçimde incelendiği bakterilerden biridir.

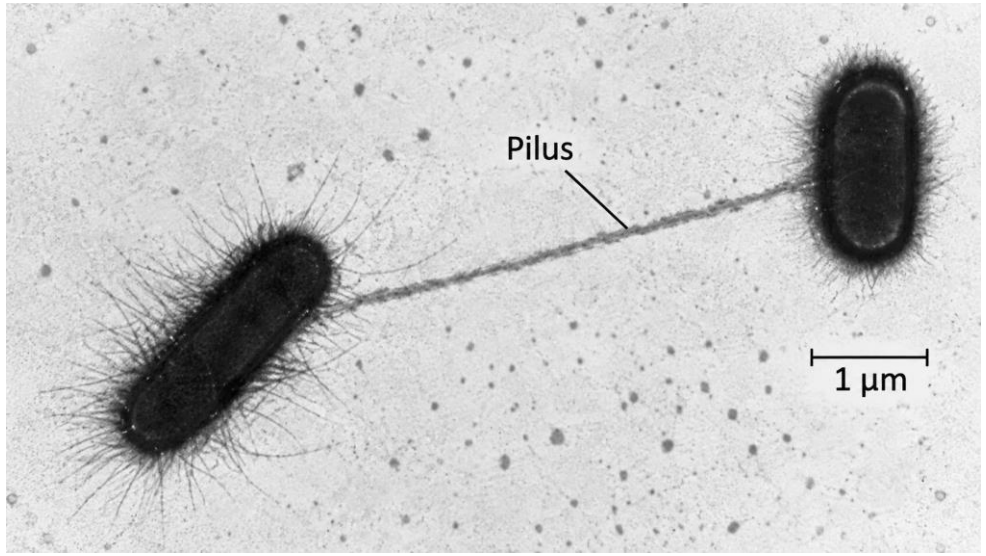
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Konjugasyonda Pilusun Görevi

- Konjugasyonun başlangıcında donör bakterinin pilusu, alıcı hücrenin yüzeyine tutunur.
- Pilus, iki hücrenin birbirine yaklaşmasını sağlayan bir bağlantı oluşturur.
- Hücreler arasında daha sonra çiftleşme köprüsü olarak adlandırılan geçici bir yapı meydana gelir.
- Yandaki figürde, iki *E. coli* hücresi arasında uzanan pilus ve hücrelerin bağlantısı gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Konjugasyonda DNA'nın Aktarılması

- Konjugasyon sırasında DNA, donör hücreden alıcı hücreye doğru aktarılır.
- DNA aktarımının çiftleşme köprüsü üzerinden gerçekleştiği düşünülmektedir.
- Bununla birlikte, DNA'nın doğrudan pilusun içinden geçebileceğine ilişkin kanıtlar da bulunmaktadır.
- Bu süreç, prokaryotların eşeyli üreme gerçekleştirmeden genetik materyal paylaşabilmesini sağlar.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

F Faktörü ve Konjugasyon Yeteneği

- *E. coli* bakterilerinde DNA aktarma yeteneği, F faktörü adı verilen özel bir DNA parçasıyla ilişkilidir.
- F faktörü, yaklaşık 25 gen içerir ve bu genlerin çoğu pilus oluşumu için gereklidir.
- F faktörünü taşıyan hücreler F^+, bu faktörü taşımayan hücreler ise F^- olarak adlandırılır.
- F^+ hücreler konjugasyonda donör, F^- hücreler ise alıcı olarak görev yapabilir.

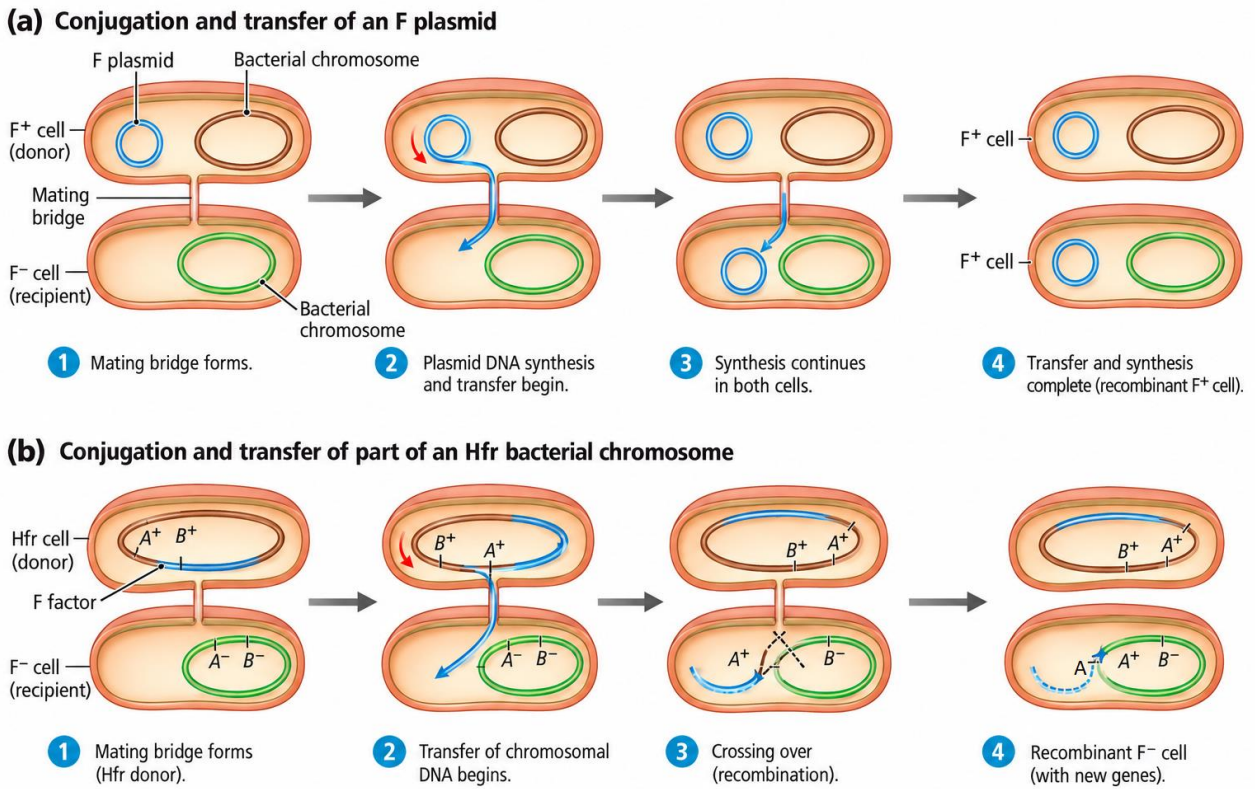
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

F Faktörünün Hücrede Bulunma Biçimleri

- F faktörü, bakterinin kromozomundan bağımsız bir plazmit olarak bulunabilir.
- Bazı durumlarda ise F faktörü, bakterinin kromozomuna katılmış hâlde bulunur.
- Bu iki farklı durum, konjugasyon sırasında aktarılan genetik materyalin özelliklerini etkiler.
- Yandaki figürde, F plazmidinin aktarılması ve kromozoma katılmış F faktörüyle gerçekleşen konjugasyon karşılaştırılmaktadır.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

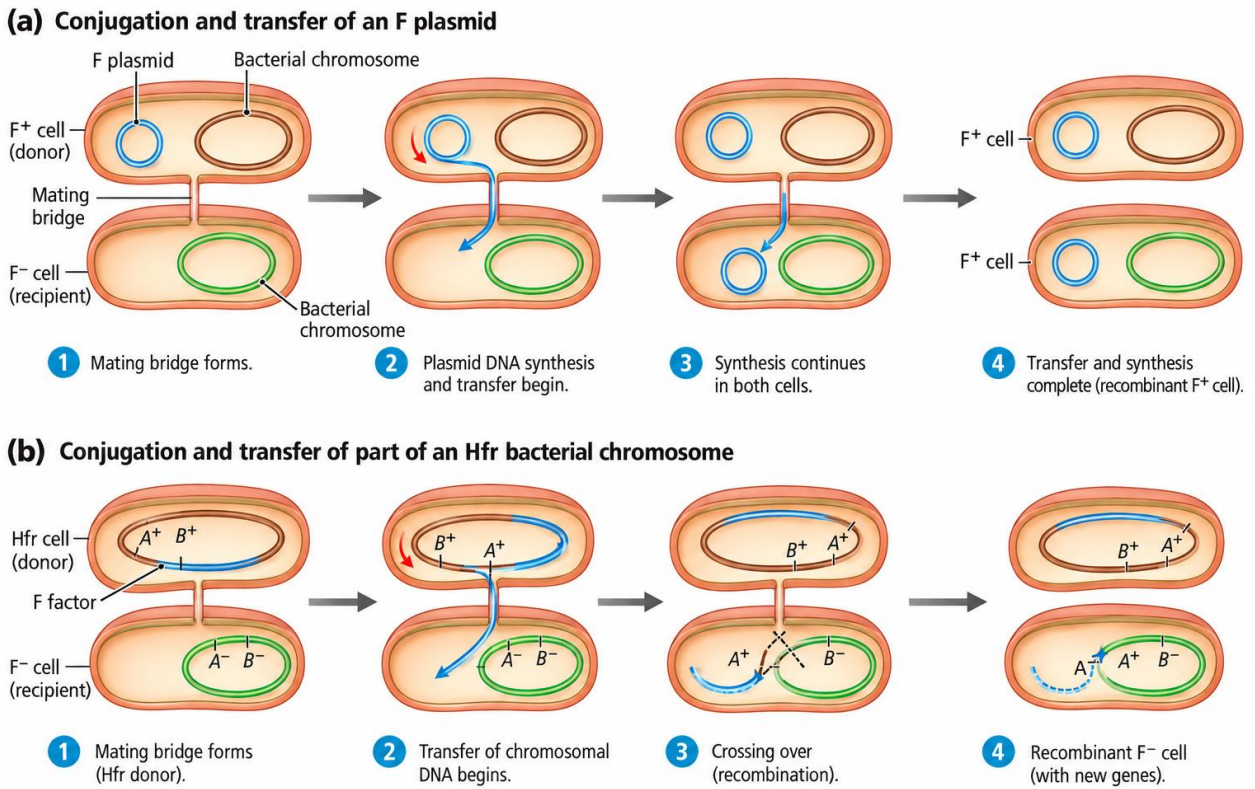
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

F Plazmidinin Aktarılması

- F plazmidini taşıyan F^+ hücre, F^- hücreyle çiftleşme köprüsü oluşturarak konjugasyonu başlatır.
- F plazmidinin DNA zincirlerinden biri belirli bir noktadan kesilir ve alıcı hücreye aktarılmaya başlar.
- Aktarım sırasında hem donör hem de alıcı hücrede tamamlayıcı DNA zincirleri sentezlenir.
- Figür a'da, F plazmidinin donör hücreden alıcı hücreye aktarılma aşamaları gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

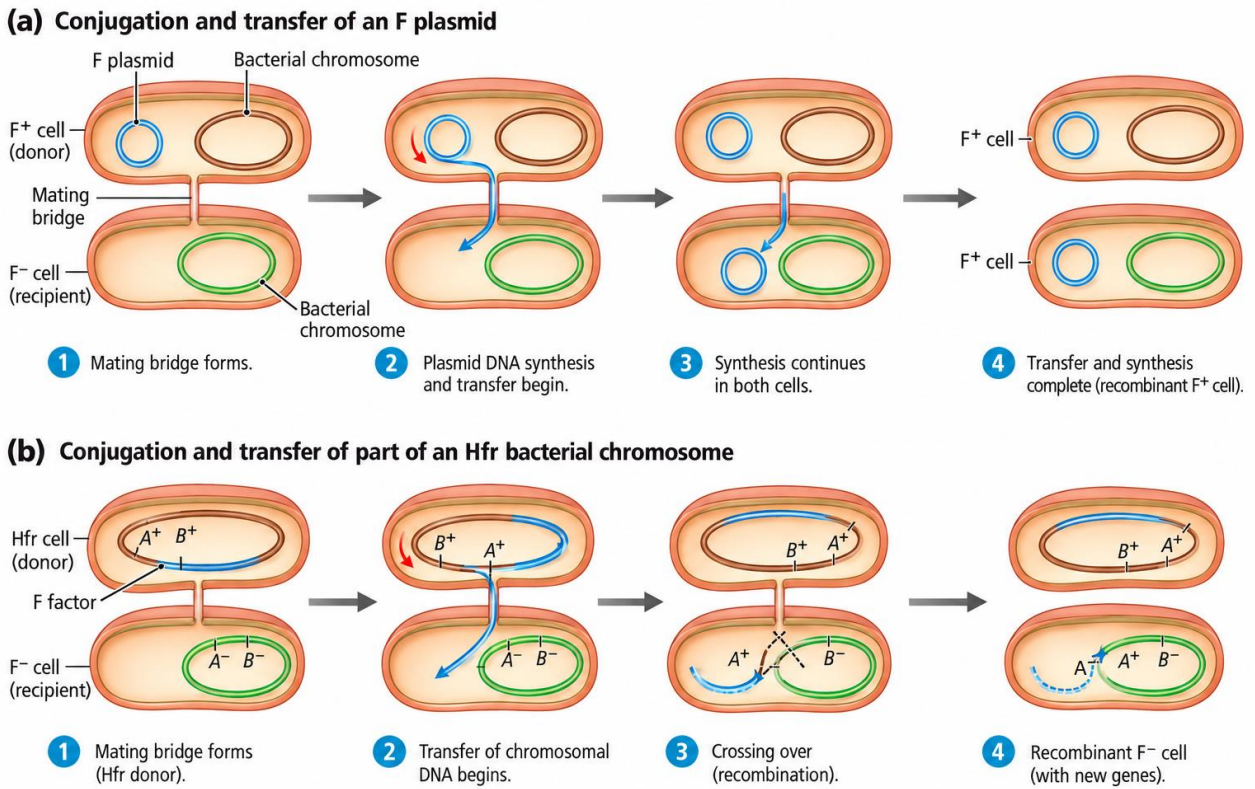
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

F Plazmidi Aktarımının Sonucu

- F plazmidinin aktarılması sırasında DNA replikasyonu her iki hücrede de devam eder.
- Aktarılan DNA'nın tamamlanmasıyla alıcı hücrede halkasal F plazmidi oluşur.
- Başlangıçta F^- olan alıcı hücre, F plazmidini kazandıktan sonra F^+ hâline gelir.
- Böylece alıcı hücre de sonraki konjugasyonlarda DNA verebilme yeteneği kazanır (Figür a).



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

F Plazmidinin Genetik Rekombinasyondaki Yeri

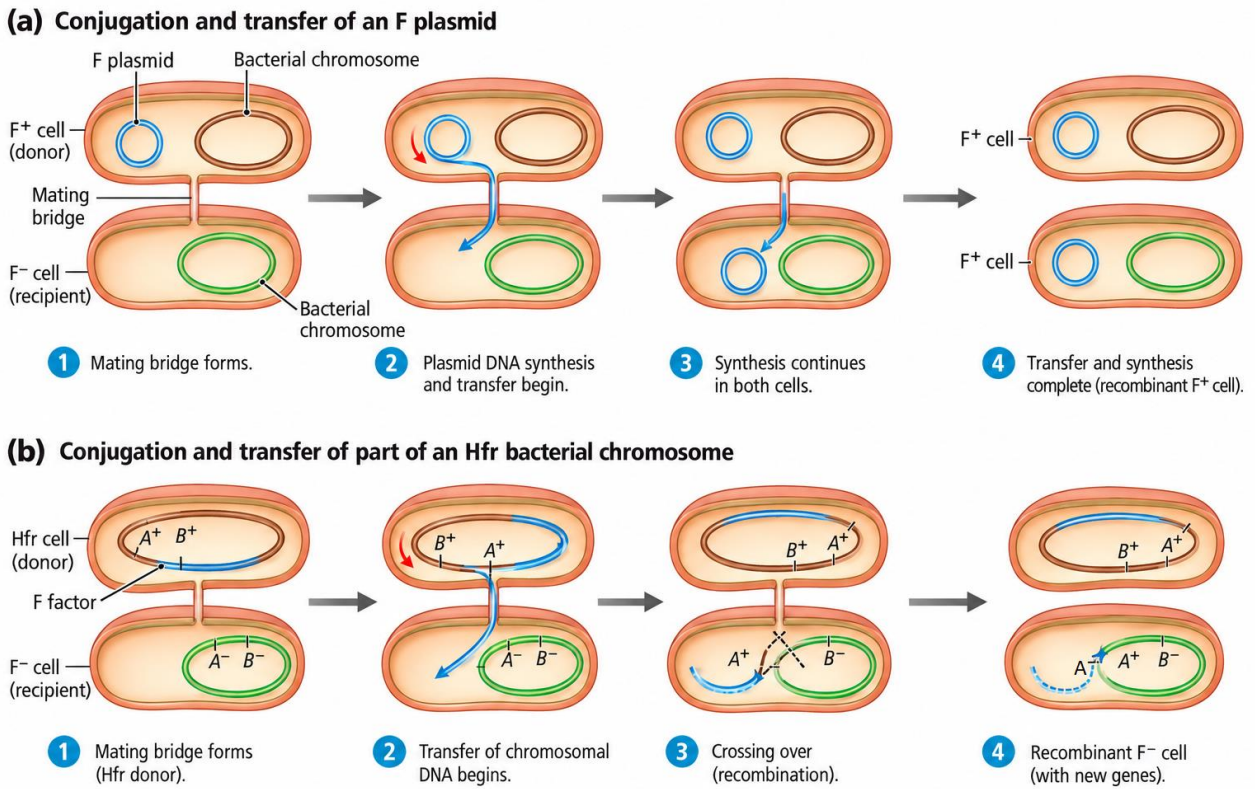
- F plazmidi, bakteriler arasında konjugasyon yeteneğinin aktarılmasını sağlar.
- F^+ hücreden F^- hücreye plazmid aktarılması, alıcının F faktörünü kazanmasıyla sonuçlanır.
- Bu süreç, F plazmidinin bakteriyel popülasyon içinde yayılmasına olanak tanır.
- F faktörünün kromozoma katılması ise konjugasyon sırasında kromozomal genlerin aktarılabilmesini mümkün kılar.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Hfr Hücrelerinin Oluşumu

- F faktörü, bazı bakterilerde kromozomdan bağımsız kalmak yerine kromozomal DNA'ya katılabilir.
- F faktörünün kromozoma katıldığı hücreler, yüksek rekombinasyon sıklığına sahip Hfr hücreler olarak adlandırılır.
- Hfr hücreler, F^- hücrelerle konjugasyon gerçekleştirerek kromozomal DNA aktarabilir.
- Figür b'de, Hfr hücresinden F^- hücreye gerçekleşen DNA aktarımı gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

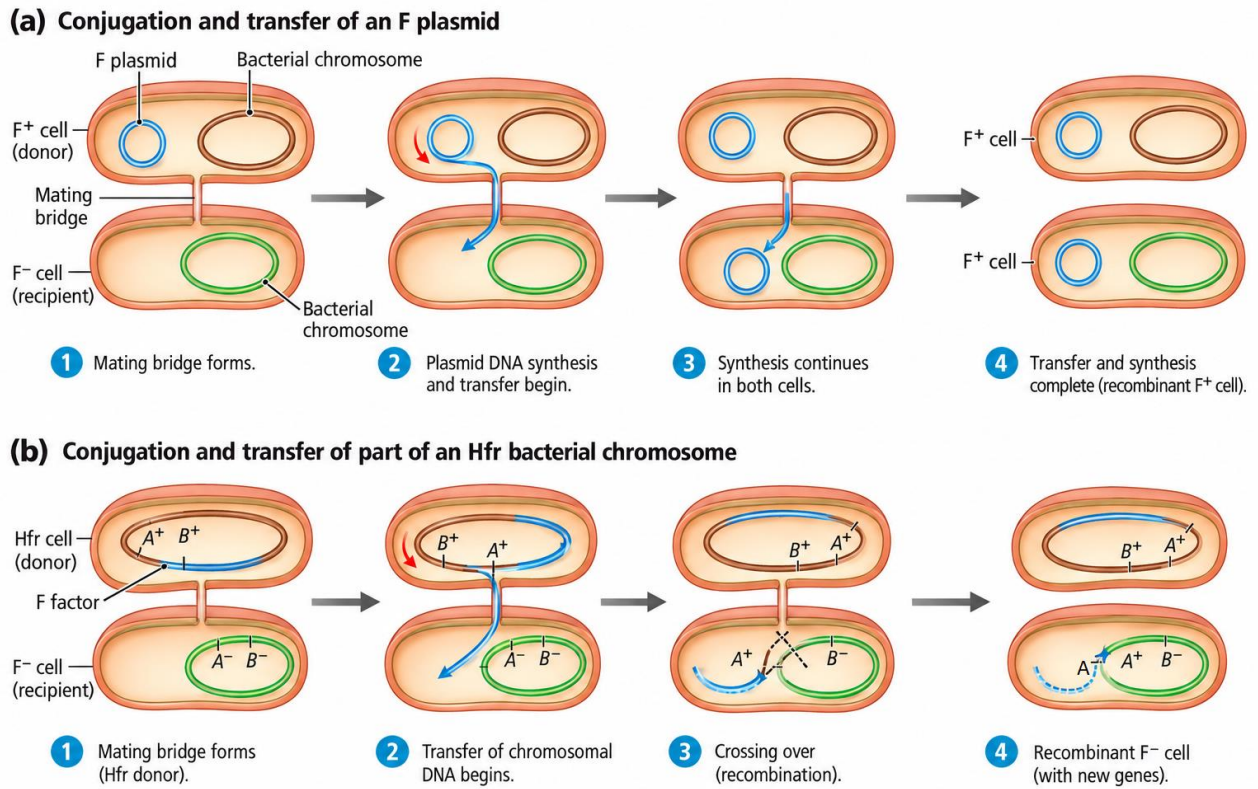
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Hfr Hücrelerinde Kromozomal DNA Aktarımı

Bi Dünya Biyoloji

- Hfr hücrede kromozoma katılmış F faktörünün bir DNA zinciri kesilerek alıcı hücreye aktarılmaya başlar.
- F faktörünün ardından donör bakterinin kromozomal DNA'sının bir bölümü de alıcı hücreye geçebilir.
- Aktarım devam ederken hem donör hem de alıcı hücrede tamamlayıcı DNA zincirleri sentezlenir.
- Bu mekanizma, bakteriler arasında kromozomal genlerin aktarılmasına olanak tanır (Figür b).



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

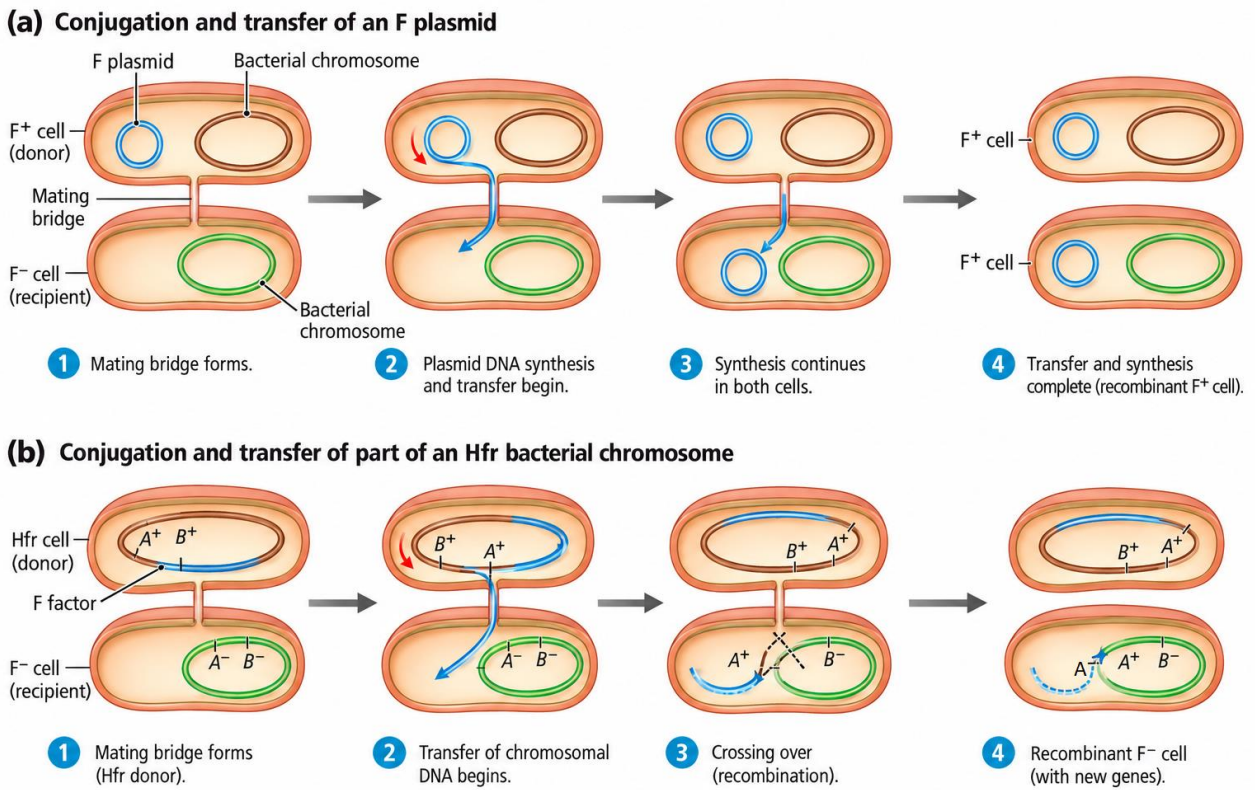
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Hfr Konjugasyonunda Rekombinasyon

- Hfr hücreden aktarılan DNA, alıcı bakterinin kromozomundaki homolog bölgelerle eşleşebilir.
- Homolog DNA bölgeleri arasında gerçekleşen parça değişimi, donör genlerinin alıcı kromozoma katılmasını sağlayabilir.
- Alıcı kromozoma katılmayan doğrusal DNA parçaları, hücresel enzimler tarafından parçalanır.
- Figür b'de, farklı allel kombinasyonlarına sahip rekombinant bakterinin oluşumu gösterilmektedir.



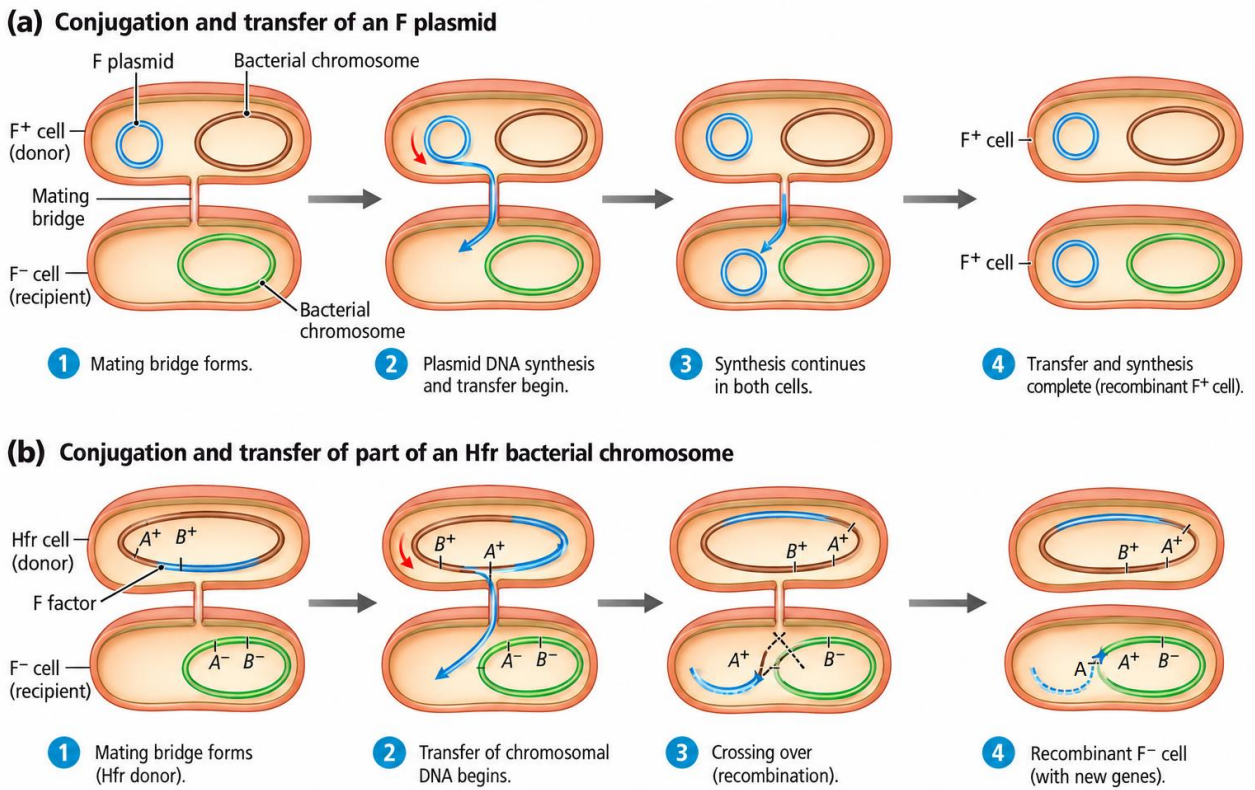
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Hfr Konjugasyonunun Genetik Sonuçları

- Hfr hücreleri, F^- hücrelere kromozomal genler aktararak yeni genetik kombinasyonların oluşmasını sağlar.
- DNA aktarımı çoğunlukla tüm F faktörü alıcı hücreye geçmeden sona erer.
- Bu nedenle alıcı hücre, donör kromozomundan genler kazanmasına rağmen genellikle F^- olarak kalır.
- Ortaya çıkan rekombinant bakteri, farklı hücrelerden gelen genleri bir arada taşıyabilir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bakterilerde Antibiyotik Direncinin Ortaya Çıkışı

- 1950'li yıllarda Japonya'da, daha önce etkili olan antibiyotiklere yanıt vermeyen bakteriyel dizanteri vakaları gözlenmiştir.
- Bu hastalığa neden olan bazı *Shigella* suşları, birden fazla antibiyotiğe karşı direnç kazanmıştır.
- Antibiyotik direnci, bakterilerin genetik yapılarında meydana gelen değişikliklerle ortaya çıkabilir.
- Direnç sağlayan genetik özellikler, bakterilerin antibiyotik bulunan ortamlarda hayatta kalmasına katkıda bulunur.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Mutasyonların Antibiyotik Direncindeki Rolü

Bi Dünya Biyoloji

- Bakteri kromozomunda meydana gelen mutasyonlar, belirli antibiyotiklere karşı direnç oluşmasını sağlayabilir.
- Bazı mutasyonlar, antibiyotiğin hücre içine alınmasını azaltabilir.
- Diğer mutasyonlar, antibiyotiğin hücre içindeki hedef proteinini değiştirerek etkisini azaltabilir.
- Böylece antibiyotik, dirençli bakteride normal işlevini yerine getiremeyebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Antibiyotik Direnç Genlerinin İşlevleri

- Bazı bakteriler, antibiyotiklere karşı koruma sağlayan özel direnç genleri taşır.
- Bu genler, antibiyotikleri parçalayan veya etkisiz hâle getiren enzimlerin sentezlenmesini sağlayabilir.
- Streptomisin ve ampisilin gibi antibiyotiklere karşı direnç, bu tür genetik mekanizmalarla ilişkili olabilir.
- Direnç genleri, bakterinin kromozomunda veya plazmitlerinde bulunabilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

R Plazmitlerinin Özellikleri

- Antibiyotik direnci sağlayan genleri taşıyan plazmitler, R plazmitleri olarak adlandırılır.
- R plazmitleri, bakterilere belirli antibiyotiklerin etkisinden korunma yeteneği kazandırabilir.
- Bazı R plazmitleri, konjugasyon yoluyla bir bakteriden diğerine aktarılmalarını sağlayan genler de taşır.
- Böylece antibiyotik direnci, farklı bakteri hücreleri arasında yayılabilir.

İZLE

Antibiyotik Kullanımı ve Doğal Seçilim

Bi Dünya Biyoloji

- Antibiyotik uygulandığında, duyarlı bakteriler ölürken dirençli bakteriler hayatta kalabilir.
- Direnç genleri taşıyan bakterilerin hayatta kalması, bu bireylerin popülasyon içindeki oranını artırabilir.
- Antibiyotiklerin varlığı, dirençli bakterilerin seçilmesine neden olan bir çevresel baskı oluşturur.
- Bu süreç, antibiyotik direncinin bakteri popülasyonlarında giderek yaygınlaşmasını sağlayabilir.

İZLE

Çoklu Antibiyotik Direncinin Yayılması

Bi Dünya Biyoloji

- Bazı R plazmitleri, birden fazla antibiyotiğe karşı direnç sağlayan genleri birlikte taşır.
- Bu plazmitler, konjugasyon yoluyla farklı bakteri hücrelerine aktarılabilir.
- Bir bakterinin birden fazla direnç geni kazanması, farklı antibiyotiklere karşı aynı anda direnç göstermesine neden olabilir.
- Çoklu antibiyotik direncine sahip patojenlerin yaygınlaşması, bakteriyel enfeksiyonların tedavisini güçleştirebilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Genetik Çeşitlilik ve Prokaryotların Evrimsel Başarısı

Bi Dünya Biyoloji

- Hızlı üreme, prokaryot popülasyonlarında kısa sürede çok sayıda yeni neslin oluşmasını sağlar.
- Mutasyonlar, daha önce bulunmayan genetik varyasyonların ortaya çıkmasına katkıda bulunur.
- Transformasyon, transdüksiyon ve konjugasyon, farklı hücreler arasında genetik materyal aktarılmasına olanak tanır.
- Bu mekanizmaların birlikte etkisi, prokaryotların değişen çevre koşullarına uyum sağlama ve evrimleşme kapasitesini artırır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotlarda Metabolik Çeşitlilik

- Prokaryotların sahip olduğu geniş genetik çeşitlilik, farklı beslenme ve metabolizma biçimlerinin gelişmesini sağlamıştır.
- Prokaryotlar, enerji kaynakları ve organik moleküllerin sentezinde kullandıkları karbon kaynaklarına göre sınıflandırılabilir.
- Ökaryotlarda görülen bütün temel beslenme biçimleri, prokaryotlar arasında da bulunmaktadır.
- Bununla birlikte, bazı prokaryotlar ökaryotlarda görülmeyen metabolik adaptasyonlara sahiptir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Enerji Kaynağına Göre Beslenme Biçimleri

- Enerjilerini ışıktan sağlayan organizmalar fototrof olarak adlandırılır.
- Enerjilerini kimyasal maddelerden elde eden organizmalar ise kemotrof olarak tanımlanır.
- Fototroflar ışık enerjisinden yararlanırken kemotroflar kimyasal bileşiklerin sağladığı enerjiyi kullanır.
- Bu iki farklı enerji elde etme biçimi, prokaryotların çeşitli çevresel koşullarda yaşayabilmesine katkıda bulunur.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Karbon Kaynağına Göre Beslenme Biçimleri

- Organik moleküllerini oluşturmak için yalnızca CO_2 veya ilişkili inorganik karbon bileşiklerini kullanan organizmalar ototrof olarak adlandırılır.
- Heterotroflar ise karbon gereksinimlerini karşılamak için glikoz gibi en az bir organik besin maddesine ihtiyaç duyar.
- Enerji kaynağı ve karbon kaynağı, organizmaların beslenme özelliklerini belirleyen iki ayrı ölçüttür.
- Bu ölçütlerin farklı kombinasyonları, prokaryotlarda dört temel beslenme biçiminin ortaya çıkmasını sağlar.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotlarda Dört Temel Beslenme Biçimi

- Fotoototroflar, enerjilerini ışıktan sağlarken karbon kaynağı olarak CO_2 veya ilişkili inorganik bileşikleri kullanır.
- Kemoototroflar, inorganik kimyasal maddelerden enerji elde eder ve karbon gereksinimlerini inorganik karbon kaynaklarından karşılar.
- Fotoheterotroflar, ışık enerjisinden yararlanırken karbon kaynağı olarak organik bileşiklere ihtiyaç duyar.
- Kemoheterotroflar ise hem enerji hem de karbon gereksinimlerini organik bileşiklerden karşılar.

Beslenme Şekli	Enerji Kaynağı	Karbon Kaynağı	Organizma Türleri
OTOTROF			
Fotoototrof	Işık	CO_2, HCO_3^- veya ilişkili bileşikler	Fotosentetik prokaryotlar (örneğin, siyanobakteriler); bitkiler; bazı protistler (örneğin, algler)
Kemoototrof	İnorganik kimyasallar (örneğin, H_2S, NH_3 veya Fe^{2+})	CO_2, HCO_3^- veya ilişkili bileşikler	Belirli prokaryotlara özgüdür (örneğin, *Sulfolobus*)
HETEROTROF			
Fotoheterotrof	Işık	Organik bileşikler	Belirli sucul ve tuz seven prokaryotlara özgüdür (örneğin, *Rhodobacter, Chloroflexus*)
Kemoheterotrof	Organik bileşikler	Organik bileşikler	Birçok prokaryot (örneğin, *Clostridium*) ve protistler; mantarlar; hayvanlar; bazı bitkiler

Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Fotoototrof ve Kemoototrof Organizmalar

- Fotoototrof beslenme, siyanobakteriler gibi fotosentetik prokaryotlarda görülür.
- Bitkiler, belirli protistler ve algler de fotoototrof beslenme biçimine sahip organizmalar arasındadır.
- Kemoototroflar, H_2S, NH_3 veya Fe^{2+} gibi inorganik maddelerden enerji elde edebilir.
- Kemoototrof beslenme, belirli prokaryotlara özgü bir metabolik özelliktir.

Beslenme Şekli	Enerji Kaynağı	Karbon Kaynağı	Organizma Türleri
OTOTROF			
Fotoototrof	Işık	CO_2, HCO_3^- veya ilişkili bileşikler	Fotosentetik prokaryotlar (örneğin, siyanobakteriler); bitkiler; bazı protistler (örneğin, algler)
Kemoototrof	İnorganik kimyasallar (örneğin, H_2S, NH_3 veya Fe^{2+})	CO_2, HCO_3^- veya ilişkili bileşikler	Belirli prokaryotlara özgüdür (örneğin, *Sulfolobus*)
HETEROTROF			
Fotoheterotrof	Işık	Organik bileşikler	Belirli sucul ve tuz seven prokaryotlara özgüdür (örneğin, *Rhodobacter, Chloroflexus*)
Kemoheterotrof	Organik bileşikler	Organik bileşikler	Birçok prokaryot (örneğin, *Clostridium*) ve protistler; mantarlar; hayvanlar; bazı bitkiler

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Fotoheterotrof ve Kemoheterotrof Organizmalar

- Fotoheterotroflar, ışığı enerji kaynağı olarak kullanırken organik bileşikleri karbon kaynağı olarak değerlendirir.
- Bu beslenme biçimi, *Rhodobacter* ve *Chloroflexus* gibi bazı sucul ve tuza dayanıklı prokaryotlarda görülür.
- Kemoheterotroflar, enerji ve karbon gereksinimlerini organik bileşiklerden karşılar.
- Birçok prokaryotun yanı sıra mantarlar, hayvanlar, bazı protistler ve bazı bitkiler de kemoheterotroftur.

Beslenme Şekli	Enerji Kaynağı	Karbon Kaynağı	Organizma Türleri
OTOTROF			
Fotoototrof	Işık	CO_2, HCO_3^- veya ilişkili bileşikler	Fotosentetik prokaryotlar (örneğin, siyanobakteriler); bitkiler; bazı protistler (örneğin, algler)
Kemoototrof	İnorganik kimyasallar (örneğin, H_2S, NH_3 veya Fe^{2+})	CO_2, HCO_3^- veya ilişkili bileşikler	Belirli prokaryotlara özgüdür (örneğin, *Sulfolobus)*
HETEROTROF			
Fotoheterotrof	Işık	Organik bileşikler	Belirli sucul ve tuz seven prokaryotlara özgüdür (örneğin, *Rhodobacter, Chloroflexus)*
Kemoheterotrof	Organik bileşikler	Organik bileşikler	Birçok prokaryot (örneğin, *Clostridium*) ve protistler; mantarlar; hayvanlar; bazı bitkiler

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Oksijen Gereksinimine Göre Prokaryotlar

- Prokaryotların metabolik çeşitliliği, oksijenin kullanımı ve oksijene karşı gösterilen tolerans bakımından da farklılıklar içerir.
- Bazı prokaryotlar, hücresel solunumda oksijen kullanmak zorundadır.
- Bazı türler oksijensiz ortamlarda yaşayabilirken oksijenin varlığı belirli prokaryotlar için zararlı olabilir.
- Diğer bazı prokaryotlar ise ortamda oksijen bulunup bulunmamasına göre farklı metabolik yollar kullanabilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Zorunlu Aeroblar ve Zorunlu Anaeroblar

- Zorunlu aeroblar, hücresel solunum gerçekleştirmek için oksijene ihtiyaç duyan prokaryotlardır.
- Zorunlu anaeroblar ise oksijenin varlığından olumsuz etkilenir ve oksijensiz koşullarda yaşar.
- Bazı zorunlu anaeroblar, enerji gereksinimlerini yalnızca fermantasyon yoluyla karşılar.
- Diğer zorunlu anaeroblar ise oksijen dışındaki maddeleri elektron alıcısı olarak kullanarak anaerobik solunum gerçekleştirir.

İZLE

Anaerobik Solunum ve Fakültatif Anaeroblar

Bi Dünya Biyoloji

- Anaerobik solunumda nitrat (NO_3^-) veya sülfat (SO_4^{2-}) gibi maddeler, elektron taşıma zincirinde son elektron alıcısı olarak görev yapabilir.
- Bu metabolik süreçte enerji üretimi, oksijen kullanılmadan gerçekleştirilebilir.
- Fakültatif anaeroblar, oksijen bulunduğunda oksijenli solunum yapabilen prokaryotlardır.
- Oksijensiz koşullarda ise fermantasyon veya anaerobik solunum yoluyla enerji elde etmeyi sürdürebilirler.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Azotun Canlılar İçin Önemi

- Azot, bütün canlılarda amino asitlerin ve nükleik asitlerin sentezi için gerekli temel elementlerden biridir.
- Ökaryotlar, azot gereksinimlerini sınırlı sayıdaki azotlu bileşiklerden karşılayabilir.
- Prokaryotlar ise çok daha geniş çeşitlilikte azotlu bileşikleri metabolizmalarında kullanabilir.
- Bazı prokaryotlar, atmosferdeki moleküler azotu doğrudan kullanabilecek metabolik özelliklere sahiptir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Azot Fiksasyonu

- Bazı siyanobakteriler ve metanojen arkeler, atmosferdeki azotu (N_2) amonyağa (NH_3) dönüştürebilir.
- Azot fiksasyonu olarak adlandırılan bu süreç, atmosferik azotun canlılar tarafından kullanılabilir hâle gelmesini sağlar.
- Oluşan amonyaktan elde edilen azot, amino asitlerin ve diğer organik moleküllerin yapısına katılabilir.
- Böylece azot fikse eden prokaryotlar, azotun ekosistemlerdeki dolaşımında önemli rol oynar.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Azot Fiksasyonunun Ekolojik Önemi

- Azot fikse eden bazı siyanobakteriler, beslenme bakımından oldukça bağımsız özellikler gösterir.
- Bu organizmalar, gelişmeleri için ışık, CO_2, N_2, su ve bazı minerallere ihtiyaç duyar.
- Azot fikse eden prokaryotlar, bitkilerin kullanabileceği azotlu bileşiklerin oluşmasına katkıda bulunur.
- Bu özellikleri sayesinde prokaryotlar, ekosistemlerin azot döngüsünde vazgeçilmez işlevler üstlenir.

İZLE

Prokaryotların Azot Döngüsündeki Diğer Rolleri

Bi Dünya Biyoloji

- Azot fikse eden prokaryotlar, atmosferik azotun canlıların kullanabileceği bileşiklere dönüşmesini sağlar.
- Bazı prokaryotlar ise azotlu bileşikleri yeniden atmosferik azota dönüştürebilir.
- Bu dönüşümler, azotun farklı kimyasal biçimler arasında dolaşmasına katkıda bulunur.
- Prokaryotların azot metabolizmasındaki çeşitliliği, ekosistemlerdeki temel madde döngülerinin sürdürülmesinde önemlidir.

İZLE

Prokaryotlar Arasında Metabolik İş Birliği

Bi Dünya Biyoloji

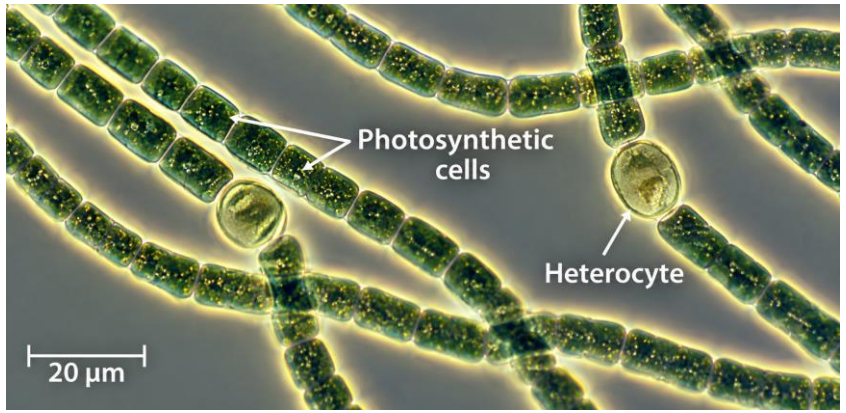
- Prokaryotik hücreler arasındaki metabolik iş birliği, tek bir hücrenin kullanamayacağı çevresel kaynaklardan yararlanılmasını sağlayabilir.
- Bu iş birliği, bazı durumlarda aynı filament içerisinde özelleşmiş hücreler arasında gerçekleşir.
- Farklı metabolik görevleri üstlenen hücreler, birbirlerinin ihtiyaç duyduğu maddeleri sağlayabilir.
- Böylece prokaryotlar, metabolik faaliyetlerini hücreler arasında paylaşarak belirli çevresel sınırlamaların üstesinden gelebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Anabaena'da Metabolik Görev Dağılımı

- Filament oluşturan *Anabaena* siyanobakterisi, hem fotosentez hem de azot fiksasyonu için gerekli genlere sahiptir.
- Bununla birlikte, fotosentez sırasında açığa çıkan O_2, azot fiksasyonunda görev alan enzimleri etkisiz hâle getirir.
- Bu nedenle *Anabaena* filamentlerinde farklı metabolik görevleri üstlenen özelleşmiş hücreler bulunur.
- Aşağıdaki figürde, fotosentetik hücreler ile azot fiksasyonu gerçekleştiren heterosistler gösterilmektedir.



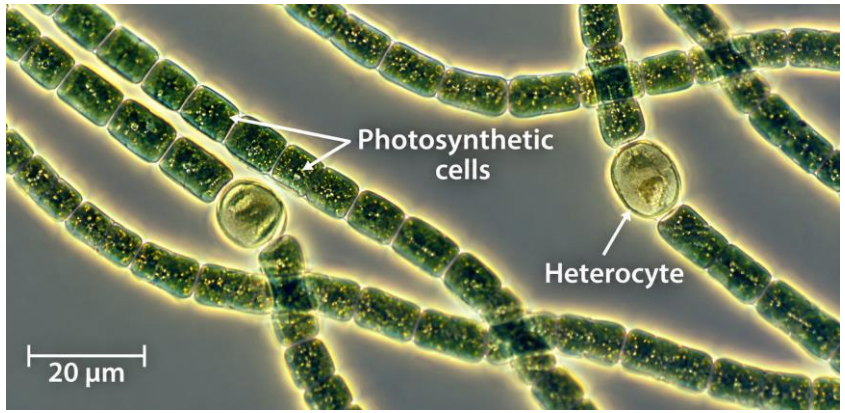
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Heterosistlerin Azot Fiksasyonundaki Rolü

- *Anabaena* filamentlerindeki hücrelerin çoğu fotosentez gerçekleştirirken heterosistler azot fiksasyonunda uzmanlaşmıştır.
- Heterosistler, çevrelerindeki kalınlaşmış hücre duvarı sayesinde oksijenin hücre içine girişini sınırlar.
- Böylece azot fiksasyonu için gerekli enzimlerin işlevini sürdürebileceği koşullar oluşur.
- Aşağıdaki figürde, heterosistlerin fotosentetik hücrelerle aynı filament üzerindeki konumları gösterilmektedir.



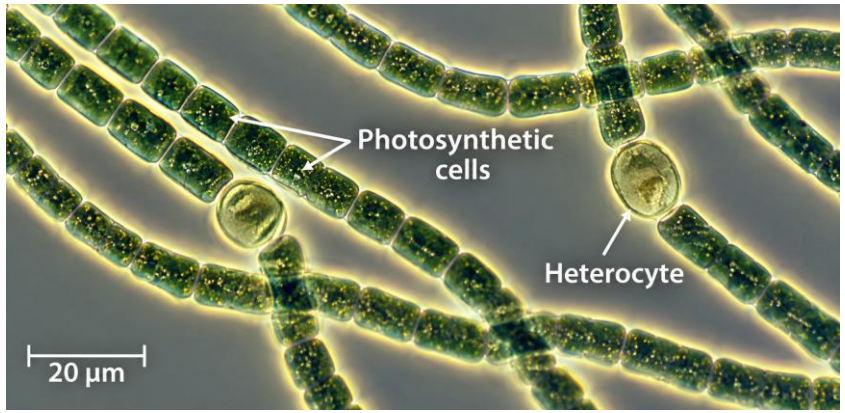
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Anabaena Hücreleri Arasında Madde Alışverişi

- *Anabaena* filamentlerinde heterosistler, komşu fotosentetik hücrelerden karbonhidrat alır.
- Fotosentetik hücreler ise azot gereksinimlerini karşılamak için heterosistlerin fikse ettiği azottan yararlanır.
- Hücreler arasındaki bağlantılar, bu maddelerin filament boyunca taşınmasını sağlar.
- Böylece farklı görevlerde uzmanlaşmış hücreler, karşılıklı madde alışverişiyle metabolik faaliyetlerini sürdürebilir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Biyofilmlerin Oluşumu

- Farklı prokaryot türleri arasındaki metabolik iş birliği, biyofilm adı verilen yüzey kaplama kolonilerinde de gerçekleşebilir.
- Biyofilmlerde bazı hücreler, çevredeki diğer hücreleri kendilerine çeken sinyal molekülleri salgılar.
- Hücreler ayrıca birbirlerine ve bulundukları yüzeye tutunmalarını sağlayan polisakkaritler ve proteinler üretir.
- Bu maddeler, biyofilm içerisindeki hücrelerin bir arada kalmasına yardımcı olan yapışkan bir ortam oluşturur.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Biyofilmlerin İç Organizasyonu

- Biyofilmlerdeki hücreler, birbirleriyle ilişkili ve belirli bir düzen içerisinde bulunan topluluklar oluşturur.
- Bazı biyofilmlerde iç kısımlardaki hücreler arasında suyun ve atık maddelerin uzaklaştırılmasını sağlayan kanallar bulunur.
- Hücrelerin salgıladığı polisakkaritler ve proteinler, biyofilmin yapısal bütünlüğüne katkıda bulunur.
- Bu organizasyon, prokaryotların yüzeylerde bir arada yaşayarak metabolik faaliyetlerini sürdürmesini sağlar.

İZLE

Biyofilmlerin İnsan Yaşamındaki Etkileri

Bi Dünya Biyoloji

- Biyofilmler, endüstriyel ürünlerin ve tıbbi ekipmanların kirlenmesine neden olabilir.
- Diş çürükleri ve bazı ciddi sağlık sorunları, biyofilm oluşumuyla ilişkili olabilir.
- Biyofilmler, endüstriyel sistemlerde önemli ekonomik kayıplara yol açabilir.
- Bu yapıların neden olduğu zararların giderilmesi, her yıl milyarlarca dolarlık maliyet oluşturabilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Deniz Tabanında Metabolik İş Birliği

- Deniz tabanında bazı sülfat tüketen bakteriler, metan tüketen arkelerle bir arada yaşayabilir.
- Bu bakteriler, organik bileşikler ve hidrojen kaynağı olarak arkelerin metabolik atıklarından yararlanabilir.
- Metan tüketen arkeler ise oksijen bulunmayan koşullarda metanı tüketirken bakterilerin metabolik faaliyetlerinden yararlanır.
- Bu karşılıklı ilişki, farklı prokaryot gruplarının metabolik iş birliği gerçekleştirmesine örnek oluşturur.

İZLE

Metan Tüketen Prokaryotların Ekolojik Önemi

Bi Dünya Biyoloji

- Metan tüketen arkeler ile sülfat tüketen bakteriler arasındaki iş birliği, deniz tabanındaki metanın tüketilmesine katkıda bulunur.
- Bu metabolik ilişki, metanın çevredeki dolaşımını etkileyen önemli biyolojik süreçlerden biridir.
- Metan, güçlü bir sera gazı olduğundan bu tüketim sürecinin küresel çevresel etkileri bulunmaktadır.
- Söz konusu arkelerin yılda yaklaşık 300 milyar kilogram metan tükettiği tahmin edilmektedir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Evrimsel Çeşitliliği

- Prokaryotlar, yaklaşık 3.5 milyar yıllık evrimsel geçmişleri boyunca çok çeşitli yapısal ve metabolik adaptasyonlar geliştirmiştir.
- Bu adaptasyonlar, prokaryotların yaşamı destekleyen hemen her çevresel ortamda bulunabilmesini sağlamıştır.
- Dünya'da ökaryotik organizmaların bulunduğu bütün yaşam alanlarında prokaryotlara da rastlanır.
- Prokaryotların evrimsel çeşitliliğinin gerçek boyutları, moleküler araştırmalarla giderek daha ayrıntılı biçimde ortaya çıkarılmaktadır.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Sınıflandırılmasında Moleküler Veriler

- 1970'li yıllarda mikrobiyologlar, küçük ribozomal alt birime ait RNA dizilerini kullanarak prokaryotların evrimsel ilişkilerini incelemeye başlamıştır.
- Bu çalışmalar, daha önce bakteri olarak sınıflandırılan bazı prokaryotların ökaryotlarla daha yakın evrimsel ilişkiler taşıdığını göstermiştir.
- Böylece prokaryotların Bacteria ve Archaea olmak üzere iki ayrı domainde sınıflandırılması mümkün olmuştur.
- Moleküler veriler, prokaryotların yalnızca hücresel görünümlerine dayanılarak anlaşılamayacak kadar büyük bir çeşitliliğe sahip olduğunu ortaya koymuştur.

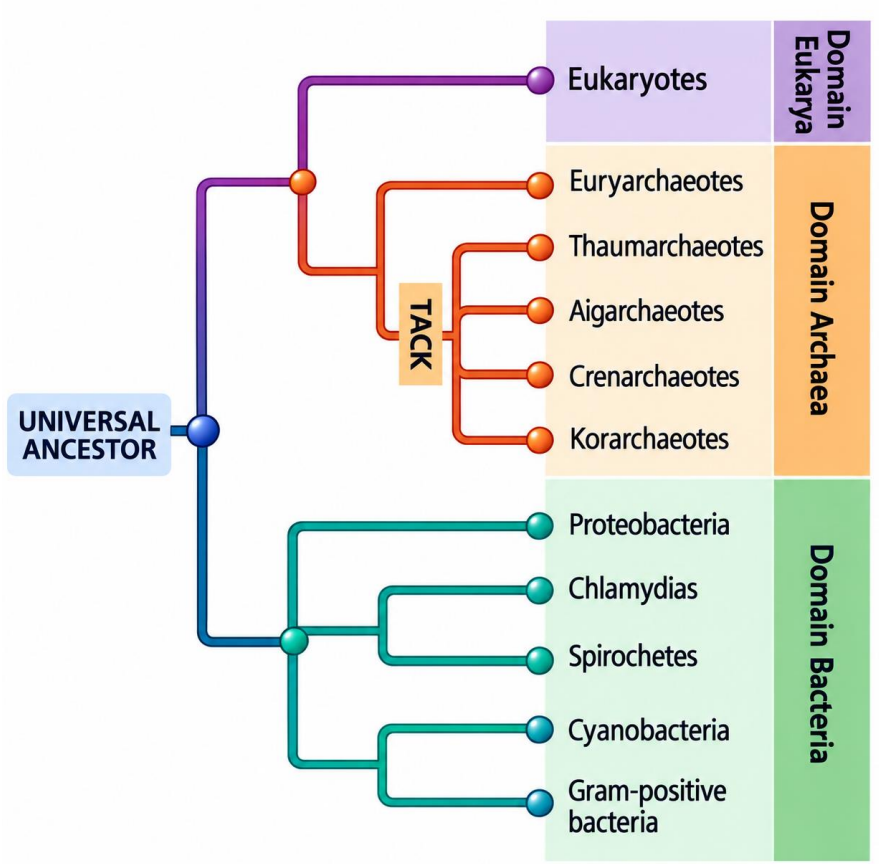
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Genomik Araştırmalar ve Prokaryot Çeşitliliği

- Mikrobiyologlar, siyanobakteriler ve monofiletik olmayan gram-negatif bakteriler gibi geleneksel grupları uzun süre sınıflandırmada kullanmıştır.
- Ancak moleküler sistematik çalışmalar, prokaryotların evrimsel ilişkilerinin daha ayrıntılı biçimde incelenmesini sağlamıştır.
- Günümüzde 1.700'den fazla genomu içeren büyük genetik veri kümeleri, prokaryotların sınıflandırılmasında kullanılmaktadır.
- Yandaki figürde, moleküler veriler temelinde oluşturulmuş başlıca prokaryotik grupların olası filogenetik ilişkileri gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Prokaryot Çeşitliliğinin Araştırılmasındaki Güçlükler

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotların büyük bölümü, laboratuvar ortamında kolaylıkla kültüre alınamamaktadır.
- Bu nedenle yalnızca kültüre alınabilen türlerin incelenmesi, prokaryotik çeşitliliğin tamamını ortaya koymak için yeterli değildir.
- PCR gibi moleküler yöntemler, toprak ve su örneklerinden elde edilen genetik materyalin doğrudan incelenmesini sağlamıştır.
- Metagenomik çalışmalar sayesinde, laboratuvarda yetiştirilemeyen prokaryotların genomları da araştırılabilmektedir.

İZLE

Keşfedilmeyi Bekleyen Prokaryotik Türler

Bi Dünya Biyoloji

- Moleküler yöntemlerin gelişmesi, daha önce bilinmeyen çok sayıda prokaryotik soyun keşfedilmesine olanak tanımıştır.
- Yaklaşık 10.600 prokaryotik tür bilimsel olarak adlandırılmış olmasına rağmen gerçek tür sayısının çok daha yüksek olduğu düşünülmektedir.
- Bazı tahminlere göre yalnızca bir avuç toprakta 10.000 kadar prokaryotik tür bulunabilir.
- Prokaryotik çeşitliliğin kapsamlı biçimde belirlenmesi, uzun yıllar sürecek araştırmalar gerektirmektedir.

İZLE

Yatay Gen Transferinin Evrimsel İlişkilere Etkisi

Bi Dünya Biyoloji

- Yatay gen transferi, prokaryotların evrimsel geçmişinde önemli rol oynamıştır.
- Prokaryotlar, uzak akraba türlerden genler kazanmış ve bu genleri günümüze kadar taşıyabilmiştir.
- Bu nedenle bazı prokaryotların genomlarında, farklı türlerden aktarılmış çok sayıda gen bulunmaktadır.
- Yatay gen transferi, prokaryotların evrimsel akrabalık ilişkilerinin belirlenmesini güçleştirebilir.

İZLE

Prokaryotik Genomlarda Yatay Gen Transferinin İzleri

Bi Dünya Biyoloji

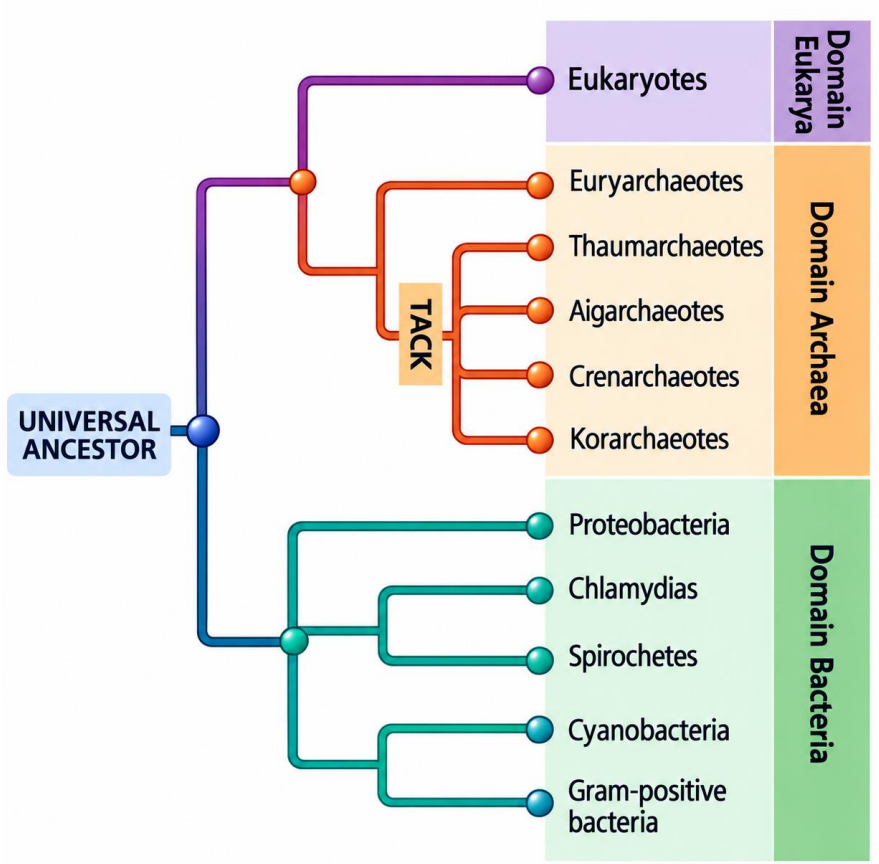
- Dizilenmiş 329 bakteri genomunun incelendiği bir çalışmada, genom başına genlerin ortalama %75'inin evrimsel geçmişte yatay olarak aktarılmış olduğu belirlenmiştir.
- Bu yüksek oran, gen aktarımının prokaryotların genomik çeşitliliğinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir.
- Farklı evrimsel geçmişlere sahip genlerin aynı genomda bulunması, filogenetik analizleri karmaşıklaştırabilir.
- Buna rağmen moleküler araştırmalar, Bacteria ve Archaea domainlerinin milyarlarca yıldır ayrı evrimsel soylar oluşturduğunu desteklemektedir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Filogenetik İlişkileri

- Bacteria ve Archaea, prokaryotik organizmaları kapsayan iki ayrı evrimsel domaindir.
- Archaea domainindeki bazı soylar, ökaryotlarla bakterilere olduğundan daha yakın evrimsel ilişkiler göstermektedir.
- Arke grupları arasındaki ilişkiler, moleküler filogenetik çalışmalarla yeniden değerlendirilmektedir.
- Yandaki figürde, Bacteria, Archaea ve Eukarya arasındaki evrimsel ilişkileri gösteren basitleştirilmiş bir filogenetik ağaç sunulmaktadır.



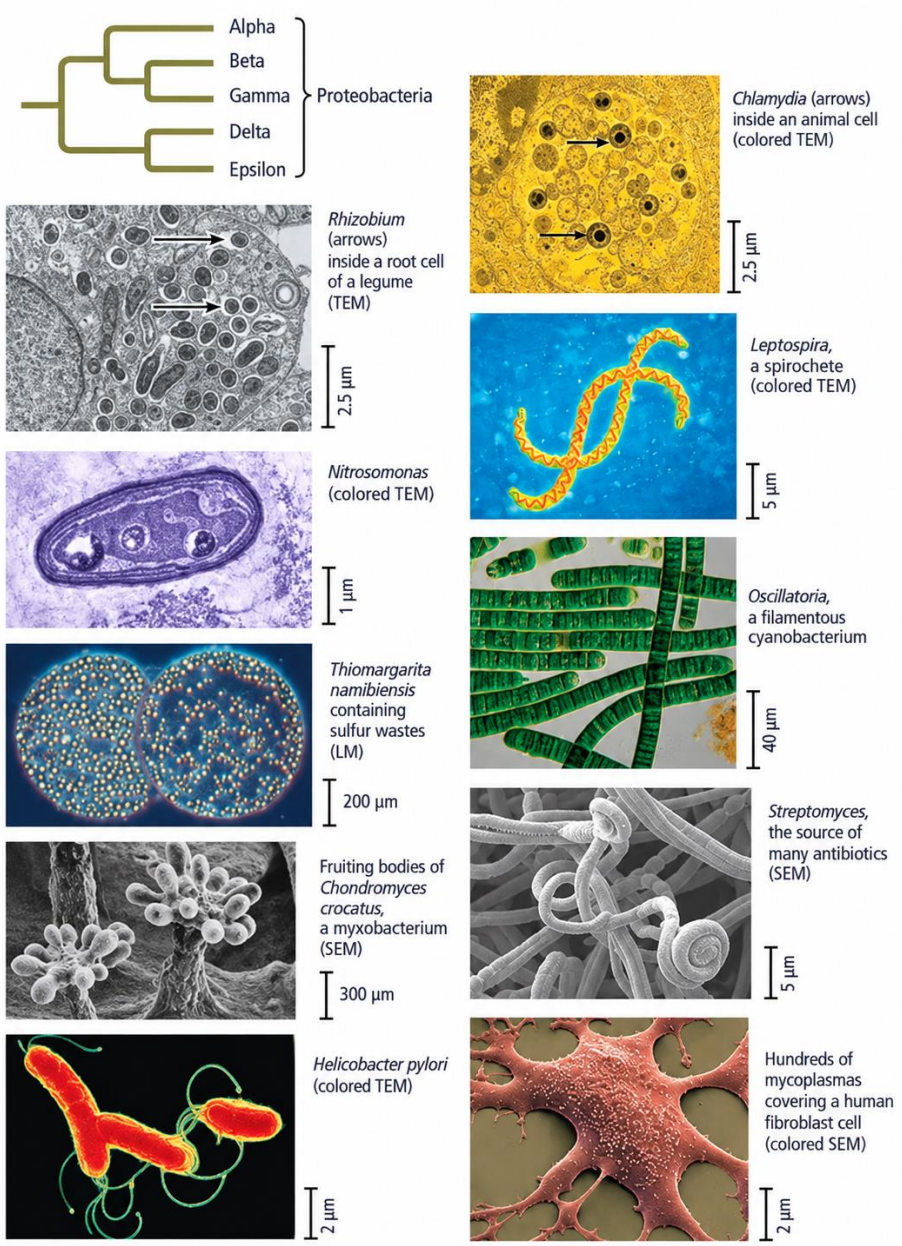
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bacteria Domaininin Genel Özellikleri

- Bacteria domaini, günümüzde tanımlanan prokaryotik türlerin büyük çoğunluğunu kapsamaktadır.
- Bu domain, insanlarda hastalık oluşturan bakterilerden yararlı metabolik faaliyetler gerçekleştiren türlere kadar geniş bir çeşitlilik içerir.
- Bakteriler arasında bilinen bütün temel beslenme ve metabolizma biçimleri bulunmaktadır.
- Yandaki figürde, Bacteria domaininin başlıca grupları ve bu gruplara ait temsilci organizmalar gösterilmektedir.



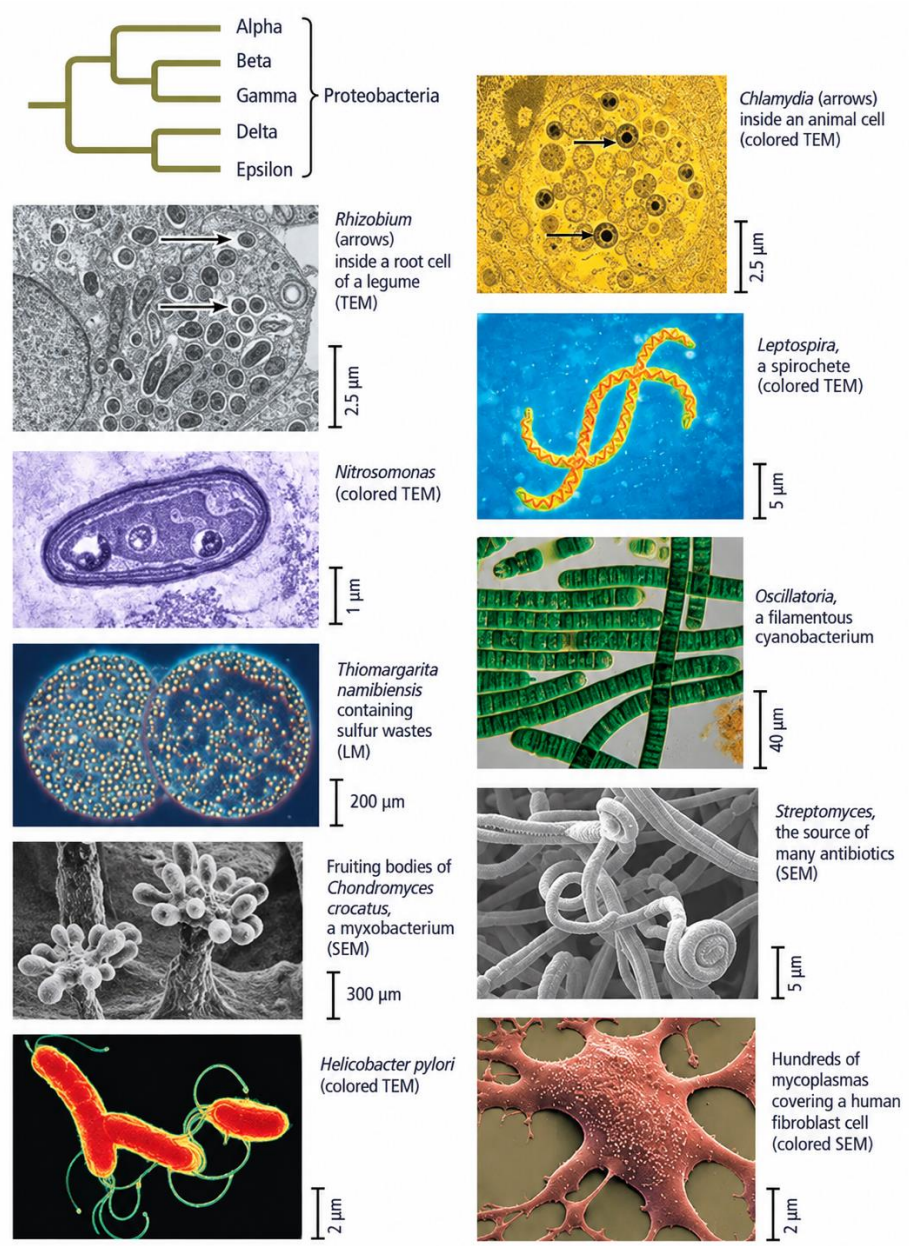
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Proteobakterilerin Genel Özellikleri

- Proteobakteriler, gram-negatif bakterilerden oluşan büyük ve oldukça çeşitli bir gruptur.
- Bu grup, fotootrof, kemootrof ve heterotrof beslenme biçimlerine sahip bakterileri içerir.
- Proteobakteriler arasında aerobik ve anaerobik metabolizma gerçekleştiren türler bulunmaktadır.
- Yandaki figürde, proteobakteriler Alfa, Beta, Gama, Delta ve Epsilon olmak üzere beş alt grupta ele alınmaktadır.



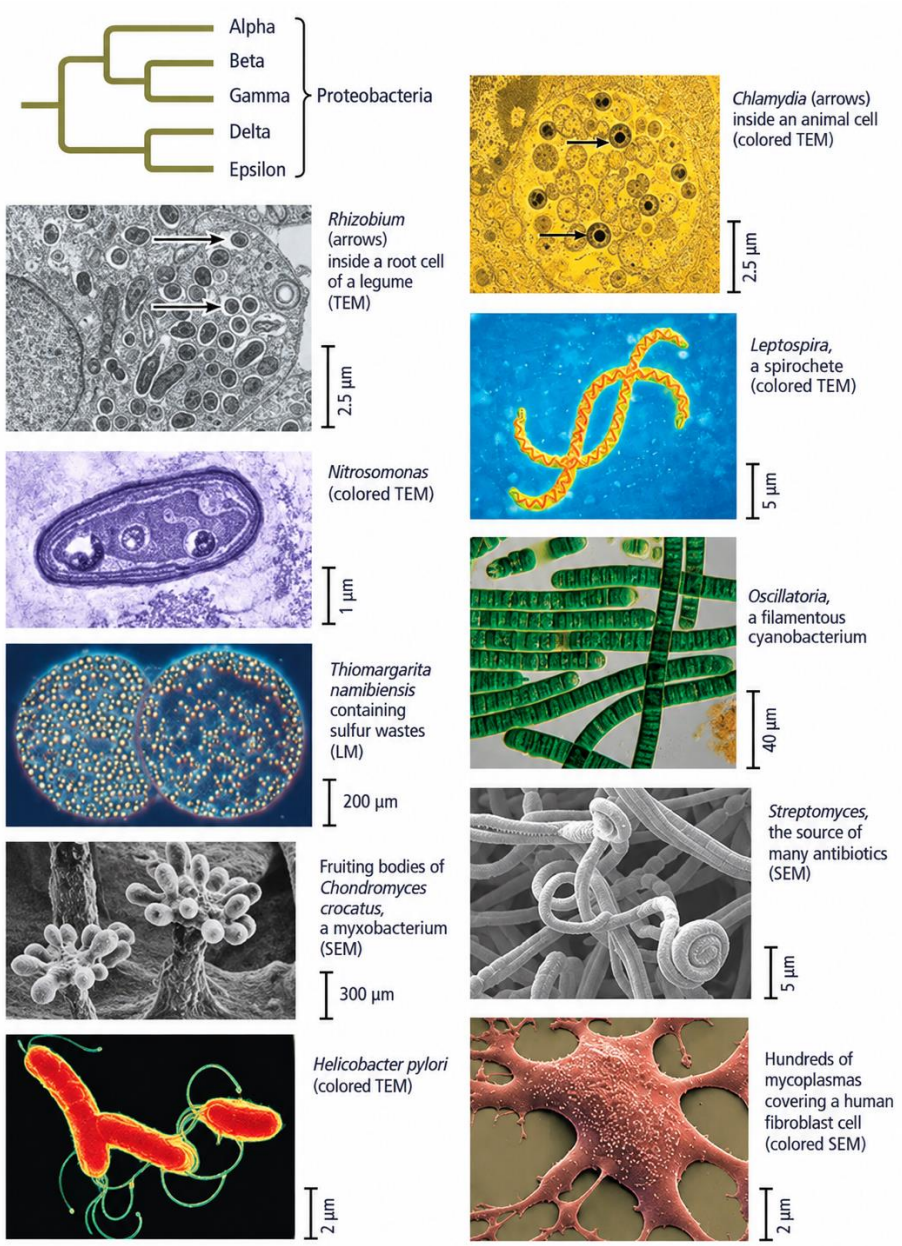
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Alfa Proteobakteriler ve Bitkilerle İlişkileri

- Alfa proteobakterilerin birçok üyesi, ökaryotik konak organizmalarla yakın ilişkiler içerisinde yaşar.
- *Rhizobium* türleri, baklagillerin köklerinde bulunan nodüller içerisinde yaşayabilir.
- Bu bakteriler, atmosferik azotu bitkilerin protein sentezinde kullanabileceği bileşiklere dönüştürür.
- Yandaki figürde, bir baklagilin kök hücresi içerisinde bulunan *Rhizobium* bakterileri gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

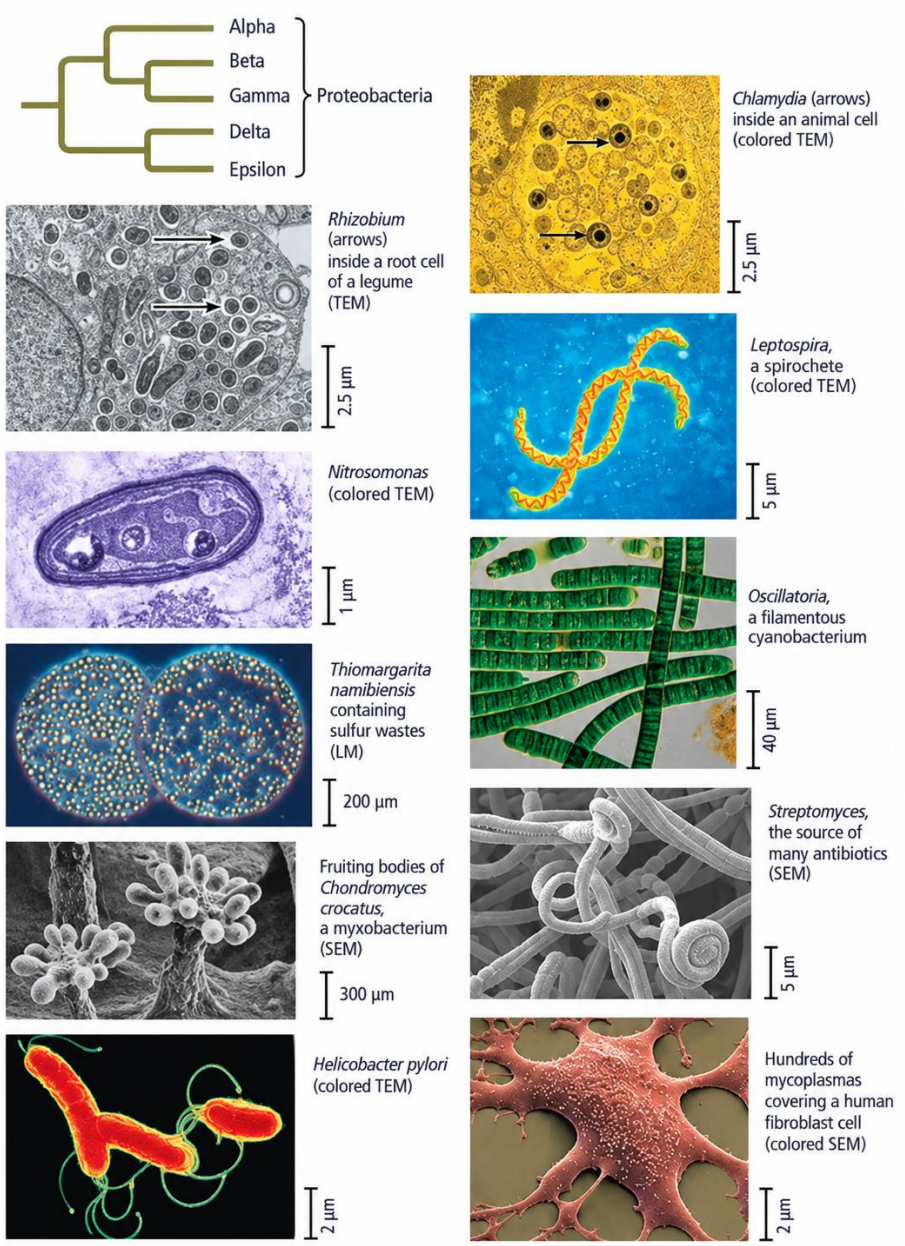
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Alfa Proteobakterilerin Biyoteknolojik Kullanımı

- Rhizobium bakterilerinin bitkilerle kurduğu ilişki, tarımsal üretim açısından önem taşır.
- Bazı genetik mühendislik uygulamalarında, yabancı DNA'nın bitki genomuna aktarılması için bakterilerden yararlanılır.
- Bu yaklaşım, belirli bitkilerin genetik özelliklerinin değiştirilmesine olanak tanır.
- Alfa proteobakteriler ile ökaryotlar arasındaki ilişkiler, mitokondrilerin endosimbiyotik kökeniyle de bağlantılıdır.



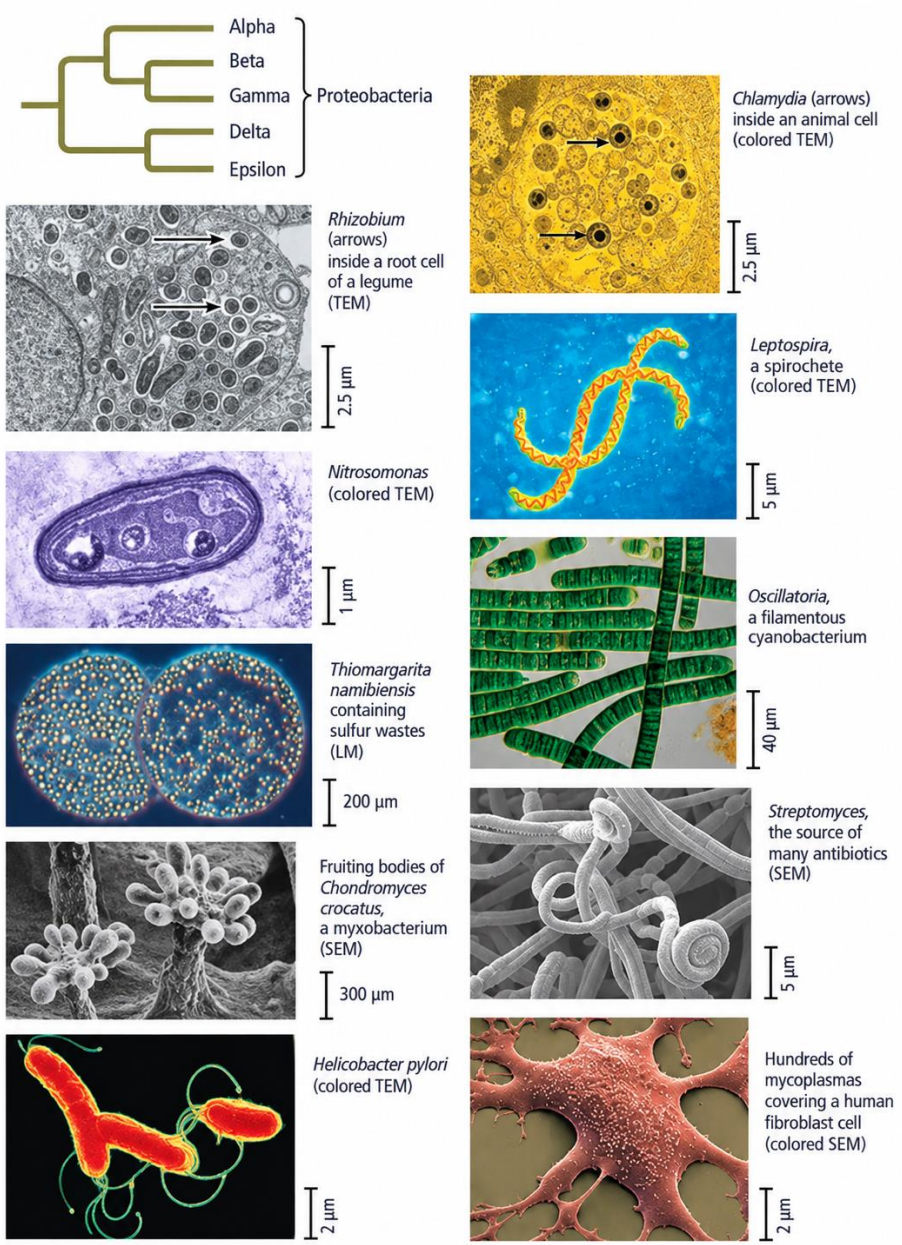
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Beta Proteobakterilerin Metabolik Çeşitliliği

- Beta proteobakteriler, beslenme ve metabolik özellikleri bakımından oldukça çeşitli türler içerir.
- *Nitrosomonas*, toprakta yaşayan ve amonyağı nitrite dönüştürerek enerji elde eden bakterilerden biridir.
- Bu metabolik faaliyet, azotun ekosistemlerdeki dönüşüm süreçlerine katkıda bulunur.
- Yandaki figürde, *Nitrosomonas* bakterisinin elektron mikroskobu görüntüsü yer almaktadır.



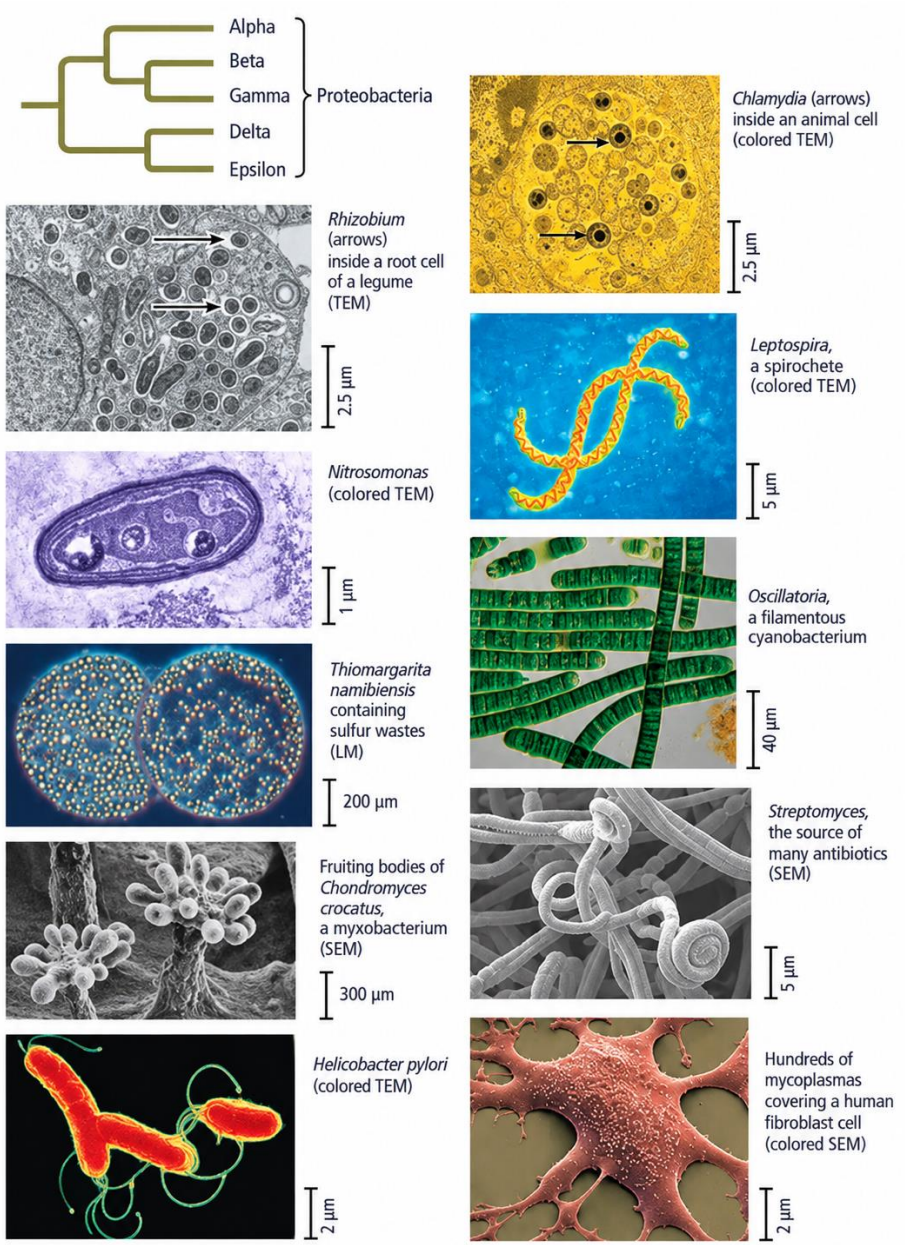
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Beta Proteobakterilerde Heterotrof Beslenme

- Beta proteobakteriler arasında farklı sucul ortamlarda yaşayan fotoheterotrof türler bulunmaktadır.
- *Rhodovivax*, bu gruptaki fotoheterotrof bakterilere örnek oluşturur.
- Beta proteobakteriler, insanlarda hastalık oluşturan türleri de kapsamaktadır.
- *Neisseria gonorrhoeae*, gonore adı verilen cinsel yolla bulaşan hastalığa neden olan bir beta proteobakteridir.



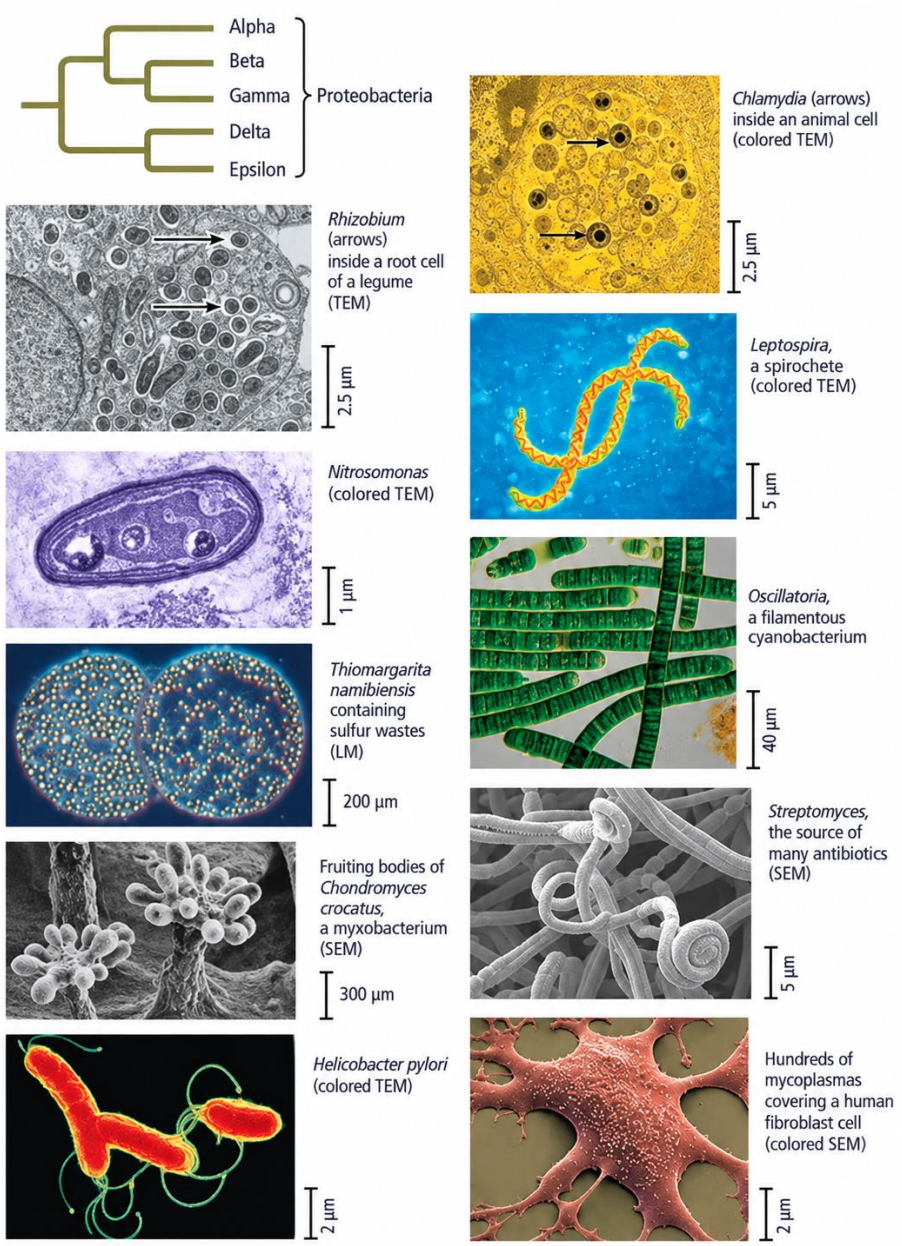
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Gama Proteobakterilerin Genel Özellikleri

- Gama proteobakteriler, farklı beslenme biçimlerine ve yaşam alanlarına sahip geniş bir bakteri grubudur.
- Bu grupta, hidrojen sülfürü oksitleyerek enerji elde eden ototrof bakteriler bulunmaktadır.
- *Thiomargarita namibiensis*, kükürt metabolizması gerçekleştiren dikkat çekici gama proteobakterilerden biridir.
- Yandaki figürde, hücrelerinde kükürt atıkları bulunan *Thiomargarita namibiensis* bakterileri gösterilmektedir.



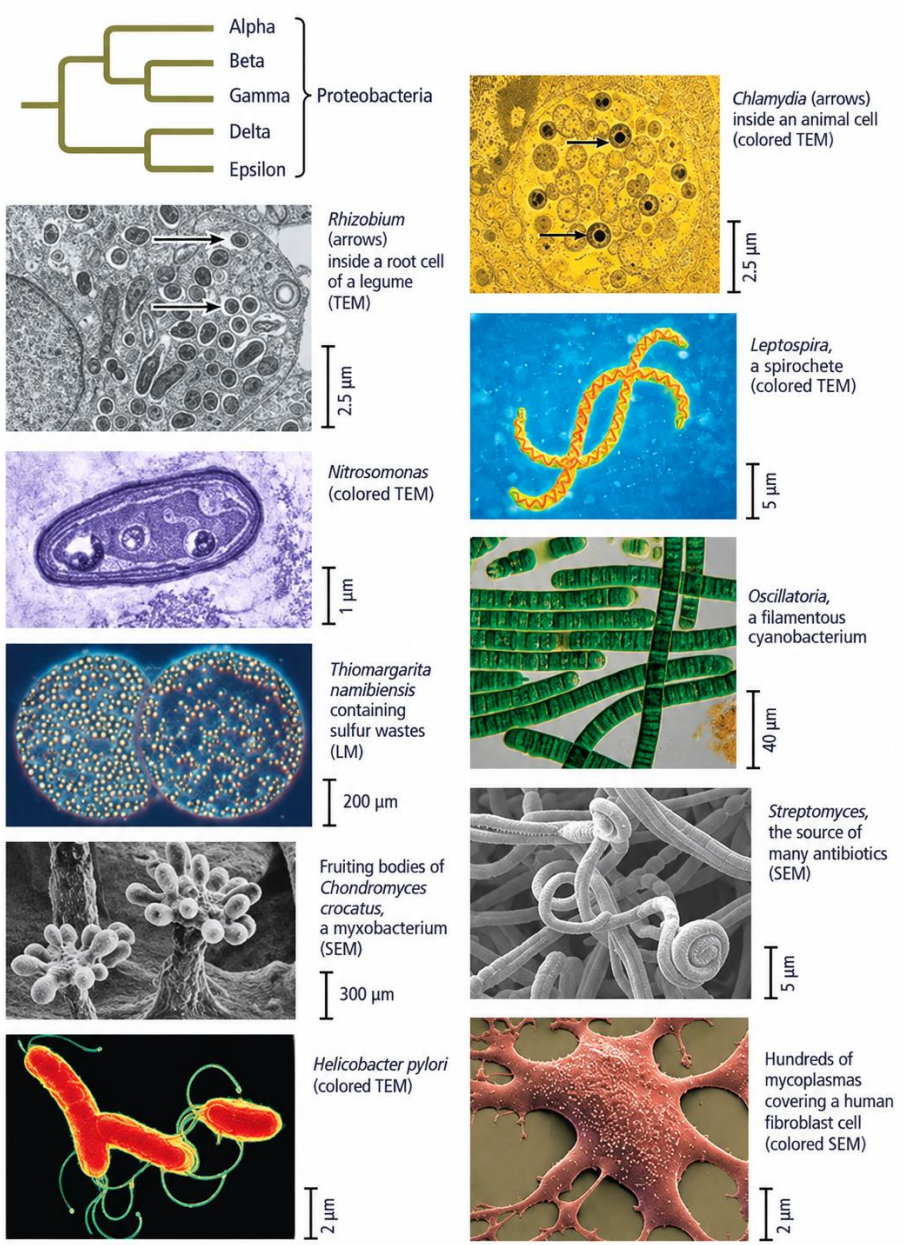
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Gama Proteobakterilerde Patojen ve Patojen Olmayan Türler

- Gama proteobakteriler arasında insanlarda hastalık oluşturan çok sayıda heterotrof tür bulunmaktadır.
- *Legionella*, Lejyoner hastalığına neden olan bakterileri içermektedir.
- *Salmonella*, gıda zehirlenmelerine neden olabilen önemli bakteri cinslerinden biridir.
- *Escherichia coli* ise insanların ve diğer memelilerin bağırsaklarında yaygın olarak bulunur ve normal koşullarda genellikle patojen değildir.



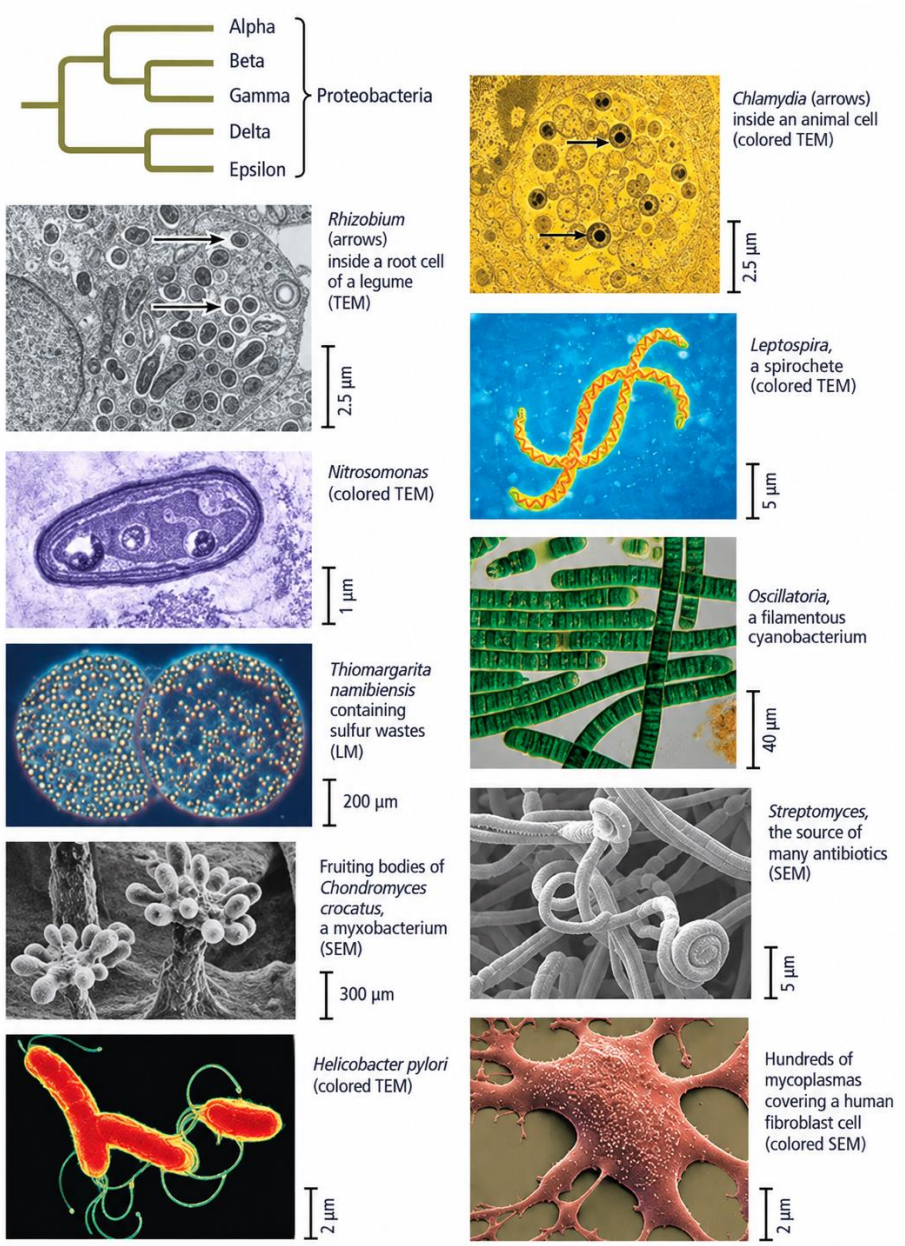
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Delta Proteobakteriler ve Miksobakteriler

- Delta proteobakteriler, yaşam biçimleri bakımından farklı özellikler gösteren bakterileri kapsamaktadır.
- Bu gruptaki miksobakteriler, besin kaynakları azaldığında bir araya gelerek meyve gövdeleri oluşturabilir.
- Meyve gövdeleri içerisinde bulunan hücreler, miksospor adı verilen dayanıklı yapılar hâline dönüşebilir.
- Yandaki figürde, *Chondromyces crocatus* türüne ait meyve gövdeleri gösterilmektedir.



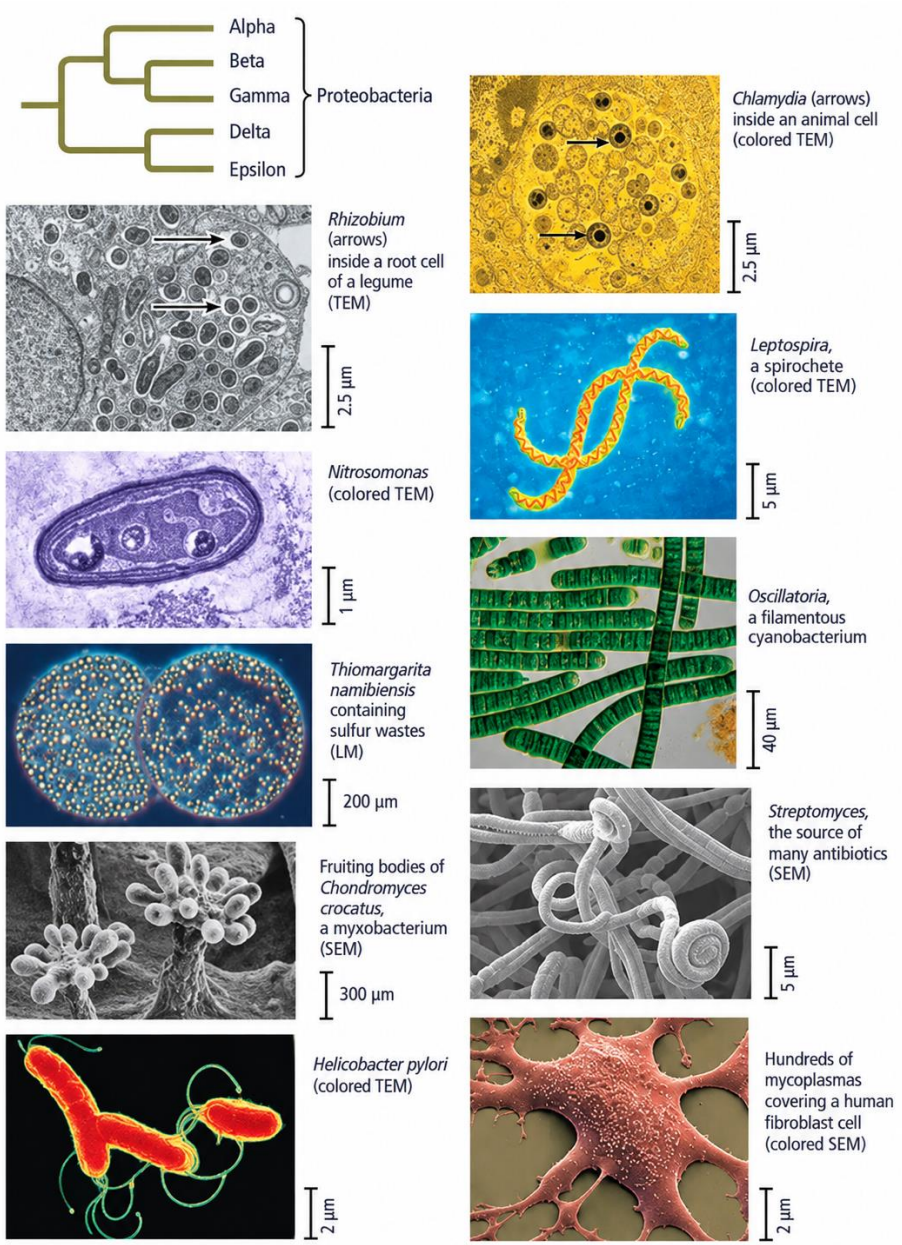
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Delta Proteobakterilerde Avcı Bakteriler

- Delta proteobakteriler arasında diğer bakterilerle beslenen avcı türler de bulunmaktadır.
- *Bdellovibrio*, başka bakterilere saldırarak onların hücresel bileşenlerinden yararlanabilen bir bakteridir.
- Bu bakteriler, kısa süreli hareketlerinde saniyede 100 µm'ye ulaşan hızlar gösterebilir.
- *Bdellovibrio*, bazı av bakterilerin hücrelerine girerek onların içeriklerini sindirir ve hücre içerisinde çoğalır.



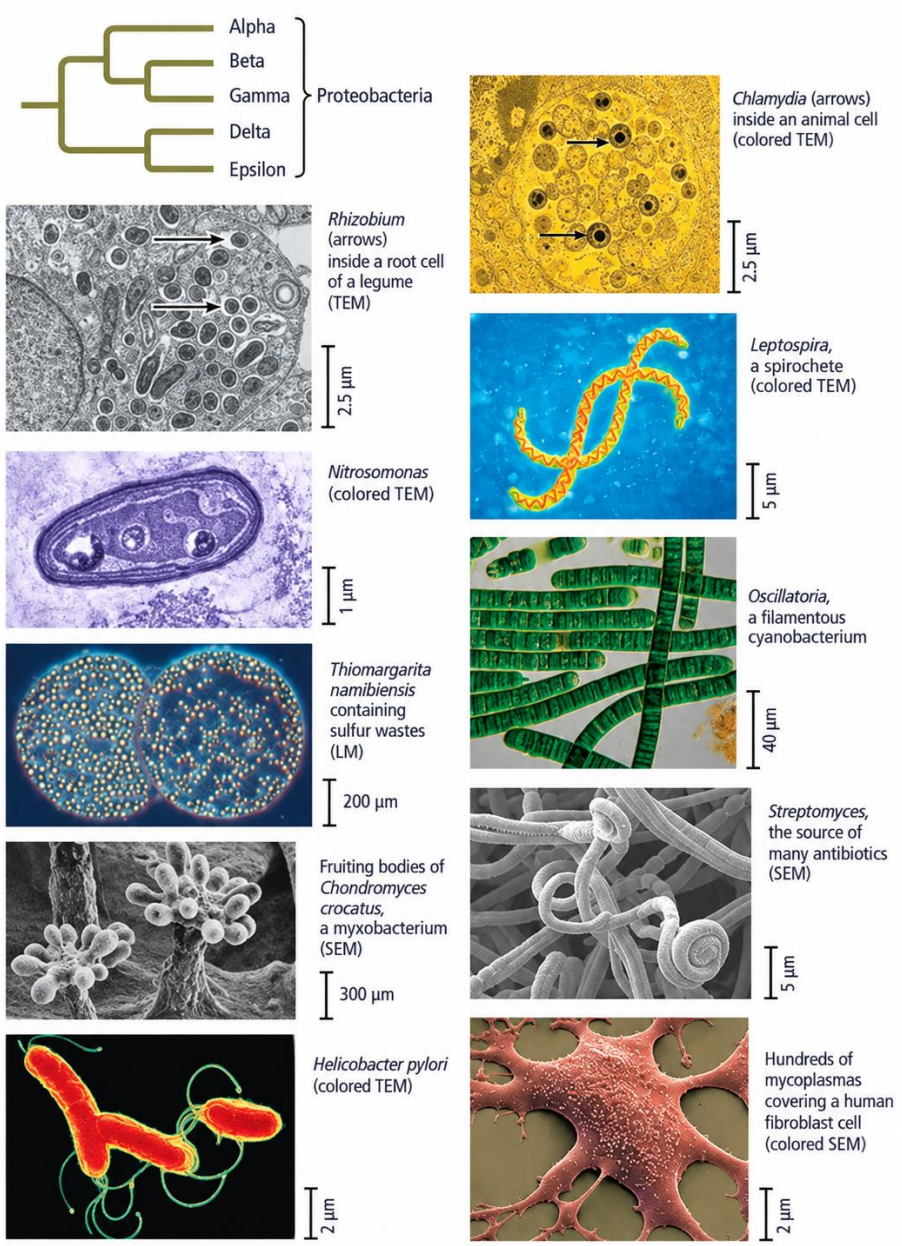
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Epsilon Proteobakteriler ve Patojen Türler

- Epsilon proteobakterilerin çoğu, insanlarda veya diğer hayvanlarda hastalık oluşturabilen türlerden oluşur.
- *Campylobacter*, gıda zehirlenmesine ve bağırsak iltihabına neden olabilen bakterileri içerir.
- *Helicobacter pylori*, mide ülserlerinin oluşumuyla ilişkili önemli bir bakteridir.
- Yandaki figürde, *Helicobacter pylori* bakterisinin elektron mikroskobu görüntüsü gösterilmektedir.



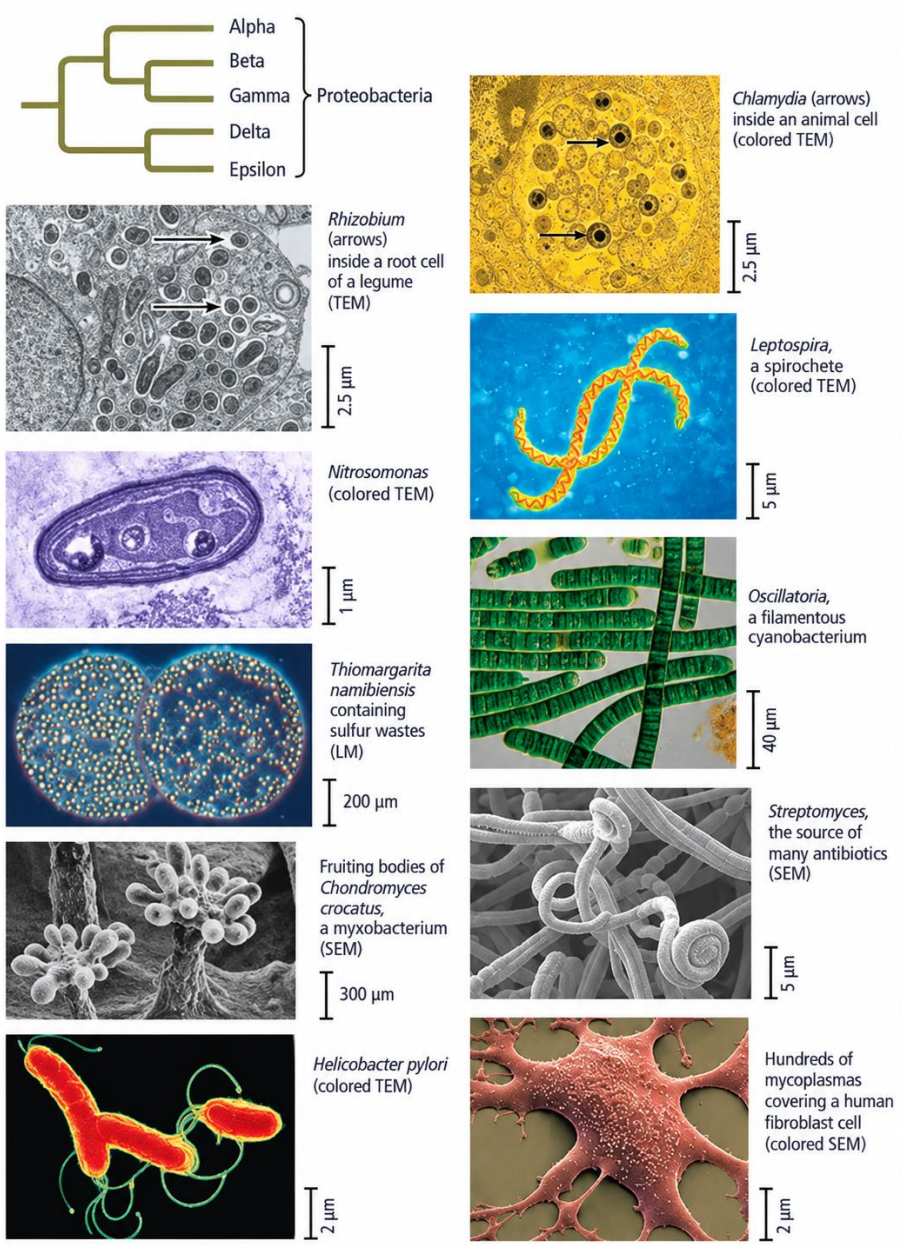
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Klamidyaların Hücre İçi Yaşamı

- Klamidyalar, yalnızca hayvan hücrelerinin içerisinde yaşayabilen parazitik bakterilerdir.
- Bu bakteriler, ATP gibi temel kaynaklar bakımından konak hücrelerine bağımlıdır.
- Gram-negatif özellik göstermelerine rağmen hücre duvarlarında peptidoglikan bulunmamasıyla dikkat çekerler.
- Yandaki figürde, hayvan hücresi içerisinde bulunan *Chlamydia* bakterileri gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

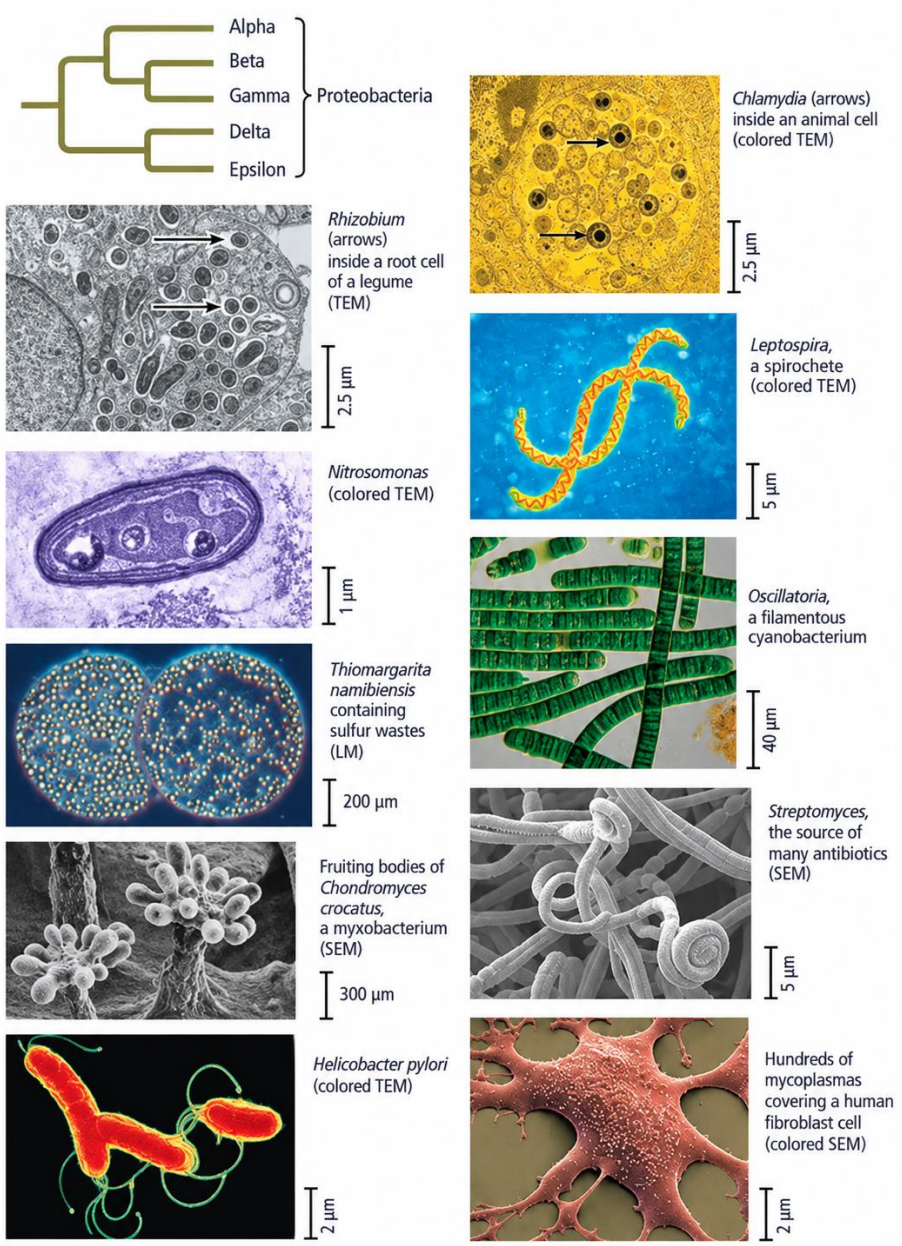
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Klamidyaların İnsan Sağlığı Açısından Önemi

- *Chlamydia trachomatis*, insanlarda farklı hastalıklara neden olabilen önemli bir bakteri türüdür.
- Bu bakteri, dünya genelinde körlüğün önemli nedenlerinden biri olan trahoma hastalığına yol açabilir.
- Ayrıca gonokokal olmayan üretrite neden olabilmektedir.
- *Chlamydia trachomatis*, Amerika Birleşik Devletleri'nde en yaygın cinsel yolla bulaşan hastalıklardan birinin etkenidir.



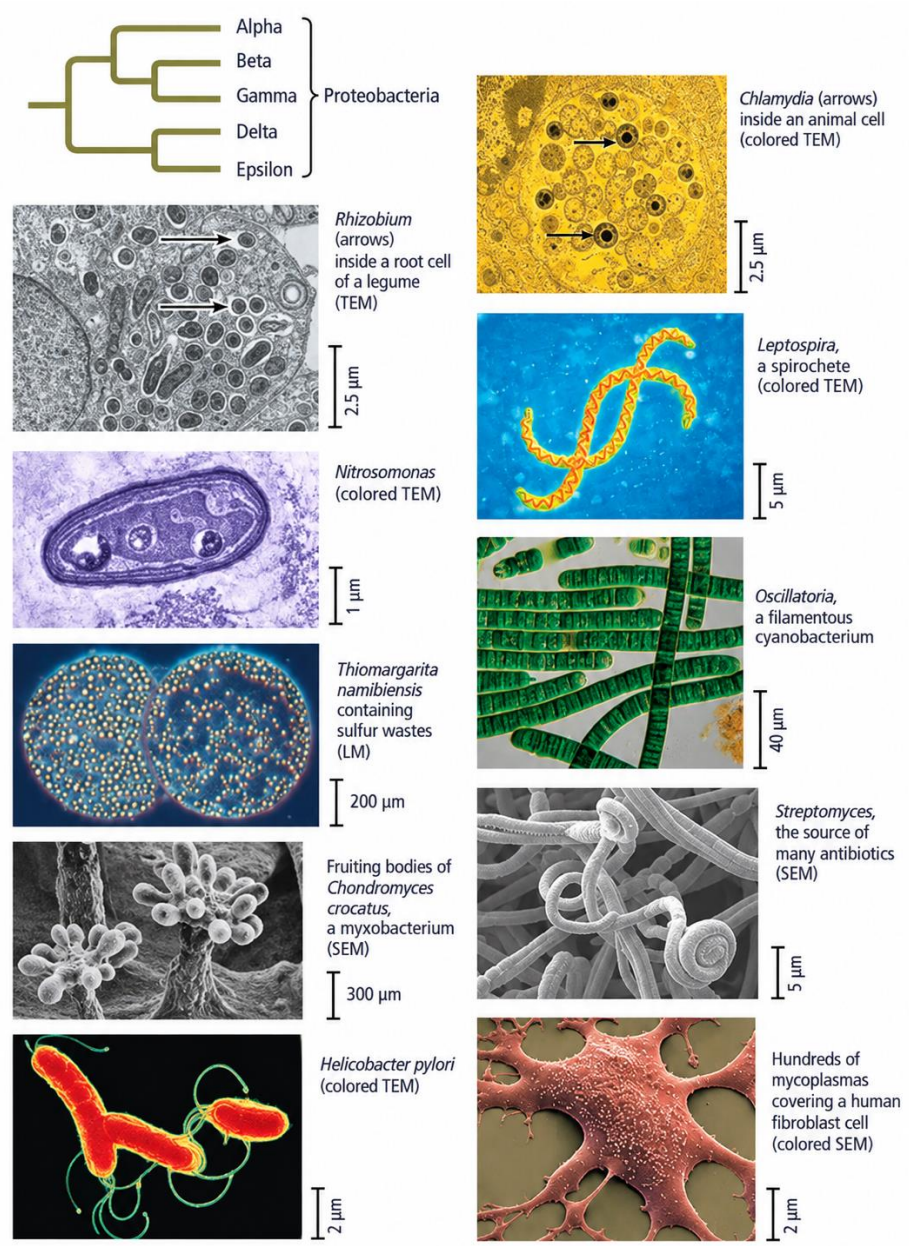
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Spiroketlerin Yapısı ve Hareketi

- Spiroketler, sarmal biçimli hücre yapısına sahip gram-negatif heterotrof bakterilerdir.
- Bu bakteriler, dönen iç kamçı benzeri filamentlerin yardımıyla çevrelerinde hareket eder.
- Spiroketlerin bir bölümü serbest yaşarken bazı türleri patojen özellik göstermektedir.
- Yandaki figürde, spiral biçimli bir spiroket olan *Leptospira* gösterilmektedir.



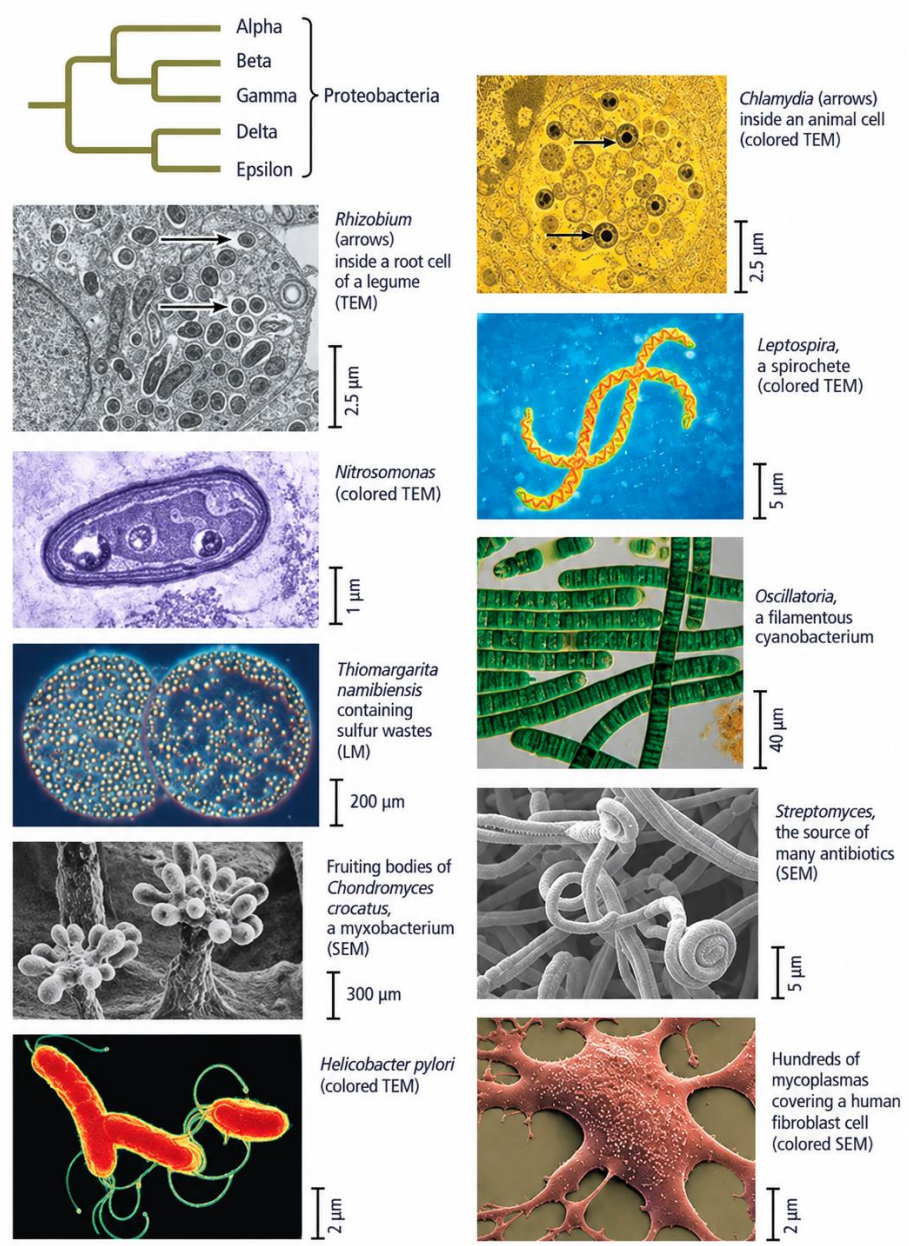
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Spiroketlerin Neden Olduğu Hastalıklar

- Spiroketler arasında insanlarda önemli enfeksiyon hastalıklarına neden olan türler bulunmaktadır.
- *Treponema pallidum*, sifiliz olarak bilinen frengi hastalığının etkenidir.
- *Borrelia burgdorferi*, Lyme hastalığına neden olan bakteridir.
- Bu örnekler, spiroketlerin insan sağlığı açısından taşıdığı önemi göstermektedir.



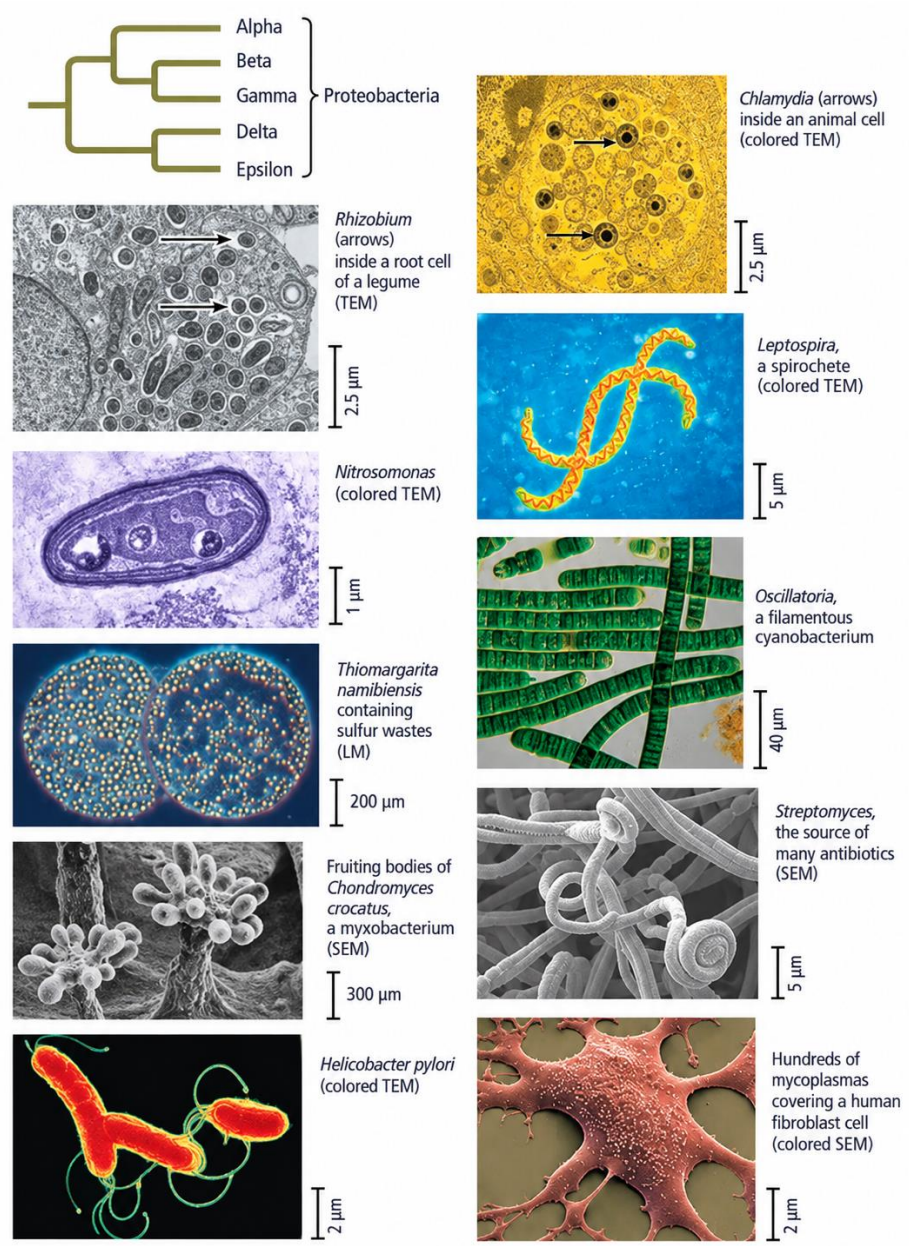
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Siyanobakterilerin Fotosentetik Özellikleri

- Siyanobakteriler, oksijen açığa çıkaran fotosentez gerçekleştiren gram-negatif fotoototrof prokaryotlardır.
- Bu bakteriler, fotosentez sırasında suyu elektron kaynağı olarak kullanır ve oksijen üretir.
- Kloroplastların, siyanobakterilerle ilişkili endosimbiyotik bir kökenden evrimleştiği düşünülmektedir.
- Yandaki figürde, filamentli bir siyanobakteri olan *Oscillatoria* gösterilmektedir.



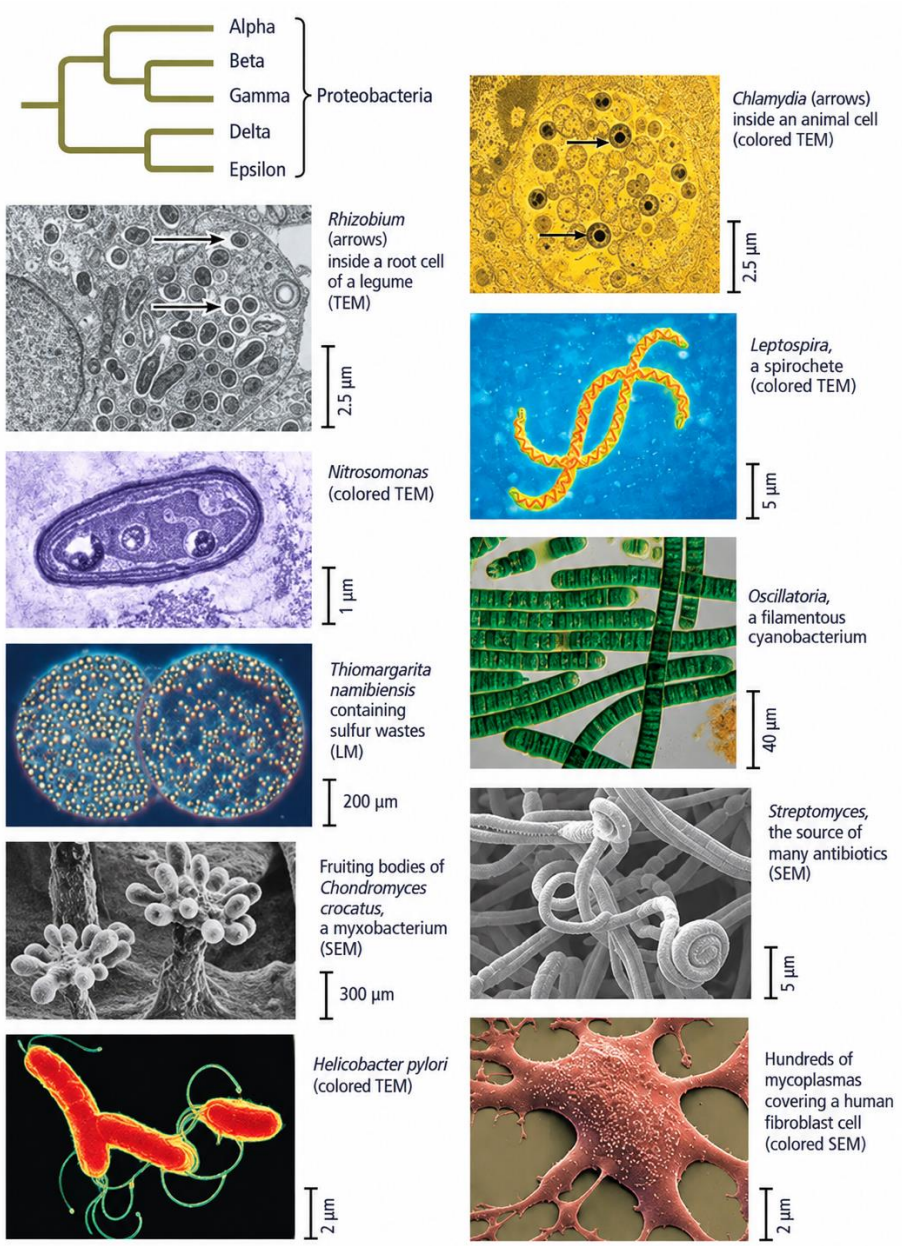
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Siyanobakterilerin Ekolojik Rolleri

- Siyanobakteriler, hem tek hücreli hem de filamentli biçimlerde bulunabilir.
- Tatlı su ve deniz fitoplanktonunun önemli bileşenleri arasında yer alırlar.
- Bazı filamentli siyanobakteriler, azot fiksasyonu gerçekleştiren özelleşmiş hücreler oluşturabilir.
- Bu hücreler, atmosferik azotu amino asitlerin ve diğer organik moleküllerin sentezinde kullanılabilecek bileşiklere dönüştürür.



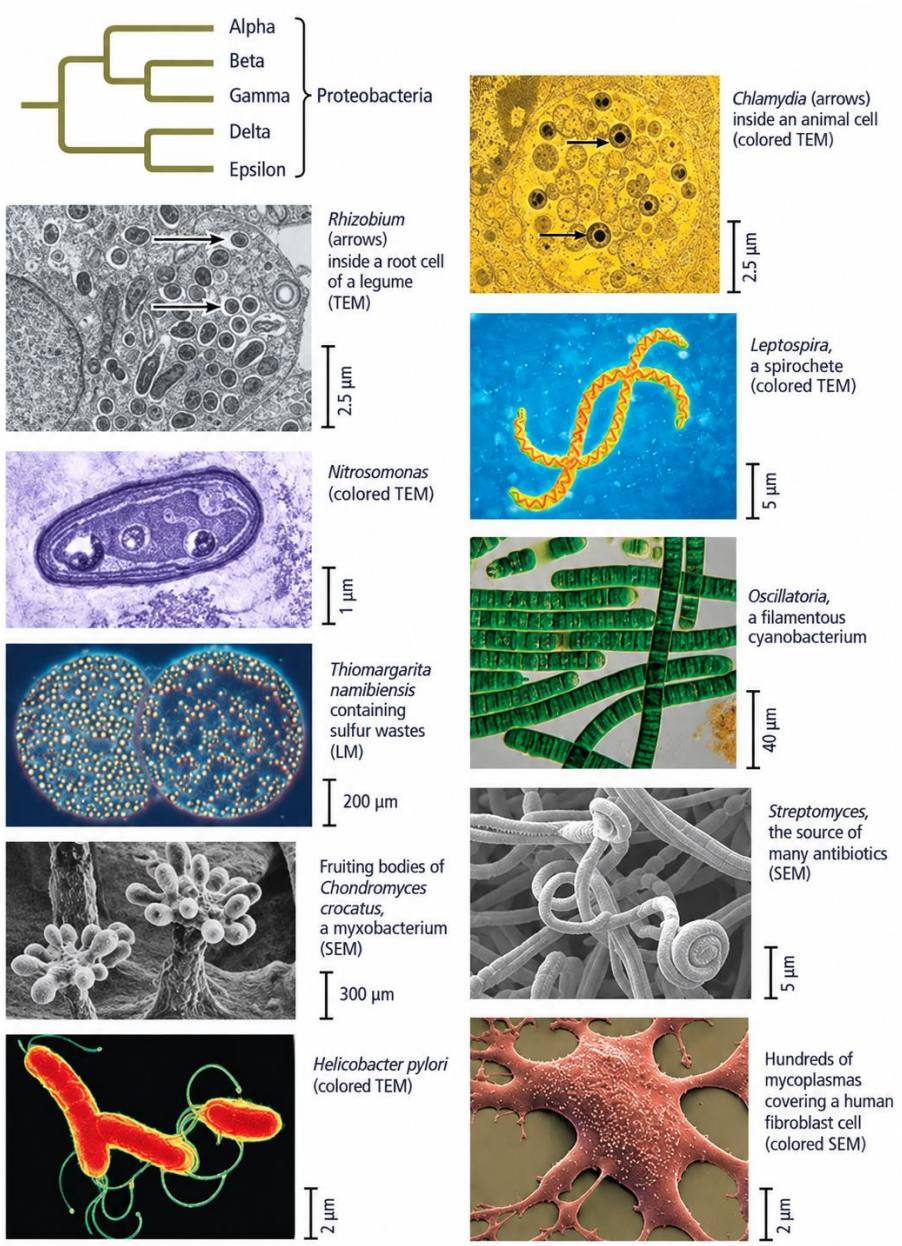
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Gram-Pozitif Bakterilerin Çeşitliliği

- Gram-pozitif bakteriler, tür çeşitliliği bakımından proteobakterilerle karşılaştırılabilecek geniş bir gruptur.
- Bu grupta, dallanmış hücre zincirlerinden oluşan koloniler meydana getiren aktinomisetler bulunmaktadır.
- Bazı aktinomisetler, tüberküloz ve cüzzam gibi hastalıklara neden olabilir.
- Yandaki figürde, gram-pozitif bakterilerden *Streptomyces* türlerine ait hücre yapıları gösterilmektedir.



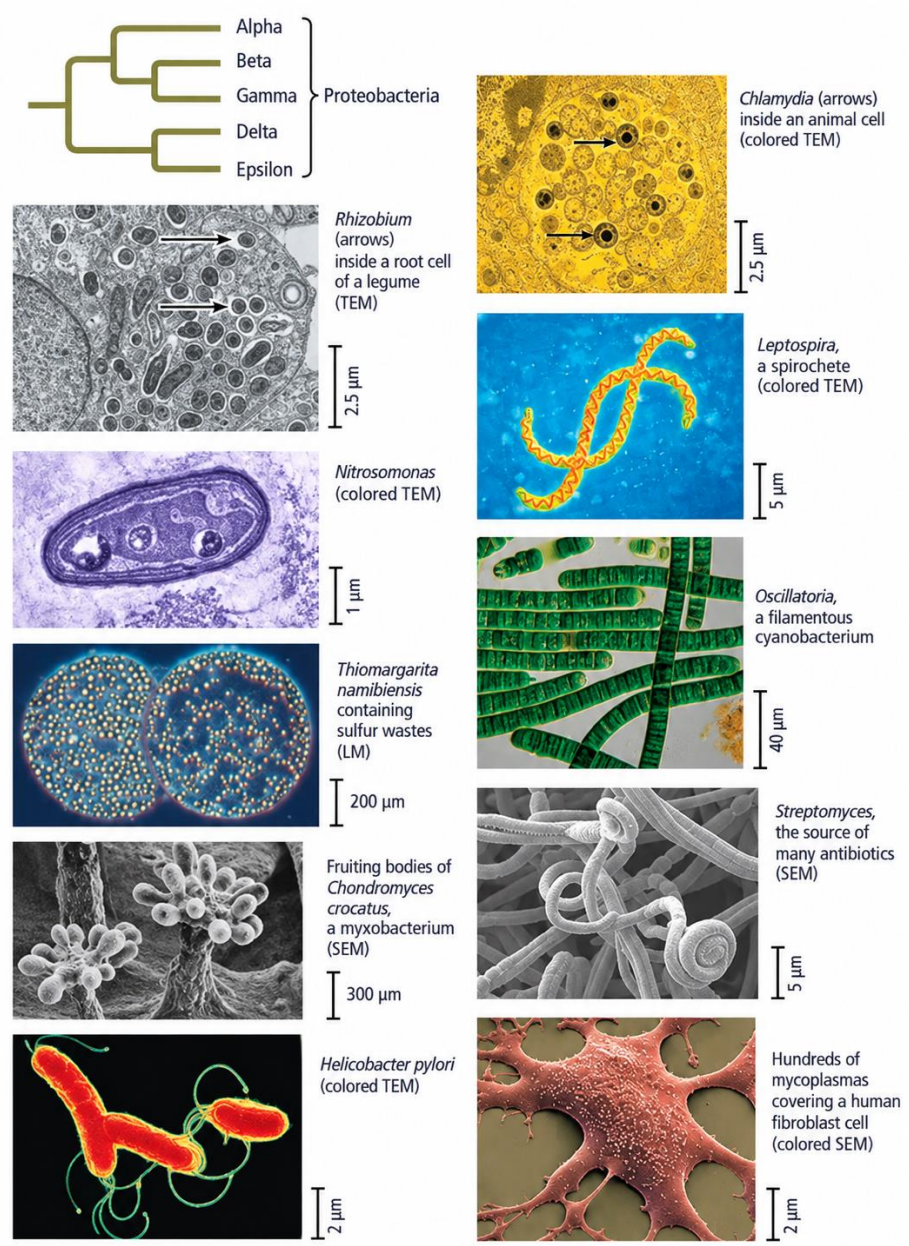
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Aktinomisetlerin Ekolojik ve Ekonomik Önemi

- Toprakta yaşayan bazı aktinomisetler, organik maddelerin ayrışmasına katkıda bulunur.
- Bu bakterilerin salgıladığı maddeler, toprağın kendine özgü kokusunun oluşmasında rol oynar.
- *Streptomyces* türleri, birçok antibiyotiğin elde edilmesinde kullanılan önemli mikroorganizmalardır.
- Streptomisin, *Streptomyces* bakterilerinden elde edilen antibiyotiklere örnek oluşturur.



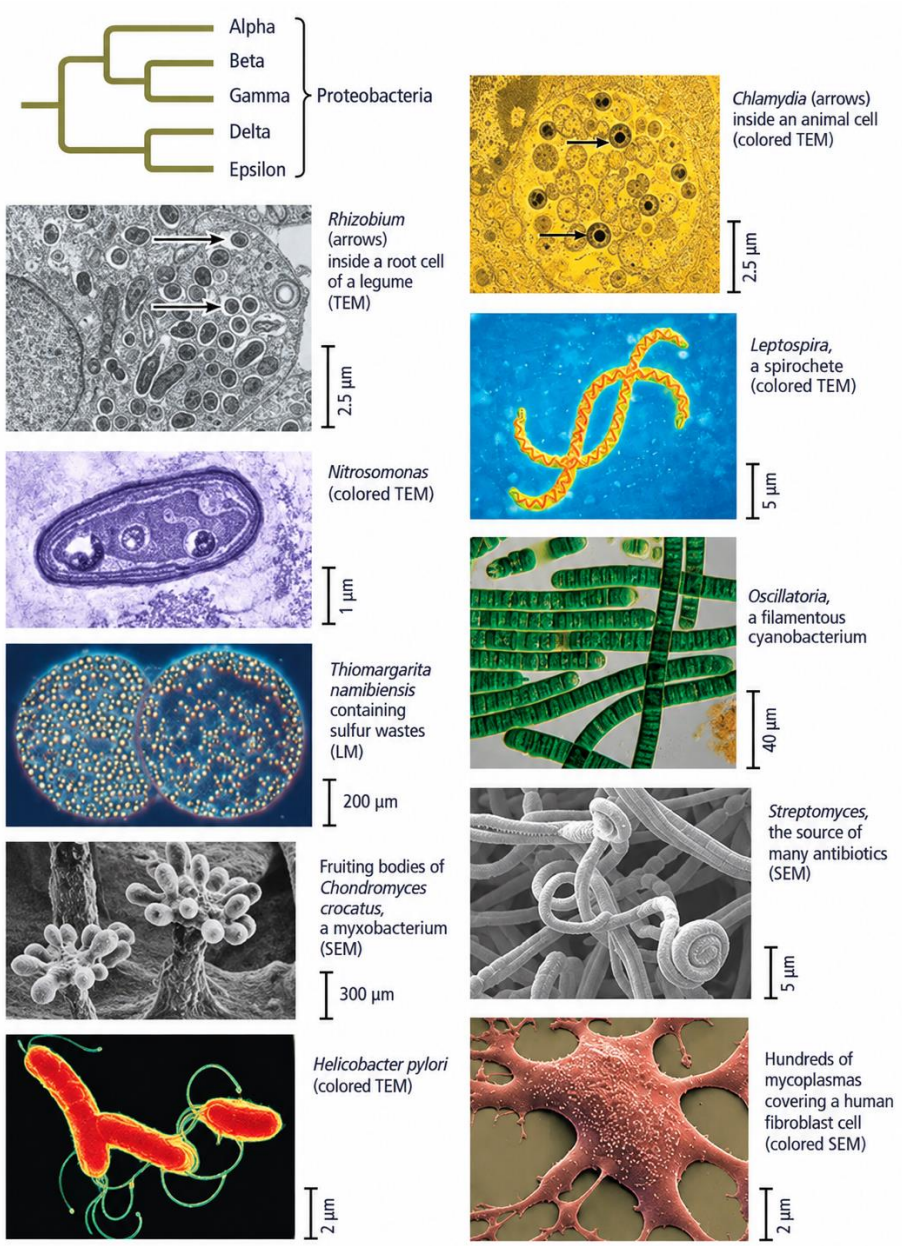
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Gram-Pozitif Bakterilerde Patojen Türler

- Gram-pozitif bakteriler arasında insanlarda ciddi enfeksiyonlara neden olan türler bulunmaktadır.
- *Bacillus anthracis*, şarbon hastalığının etkenidir.
- *Clostridium botulinum*, botulizm olarak bilinen hastalığa neden olur.
- Bazı *Staphylococcus* ve *Streptococcus* türleri de insanlarda hastalık oluşturabilen gram-pozitif bakterilerdir.



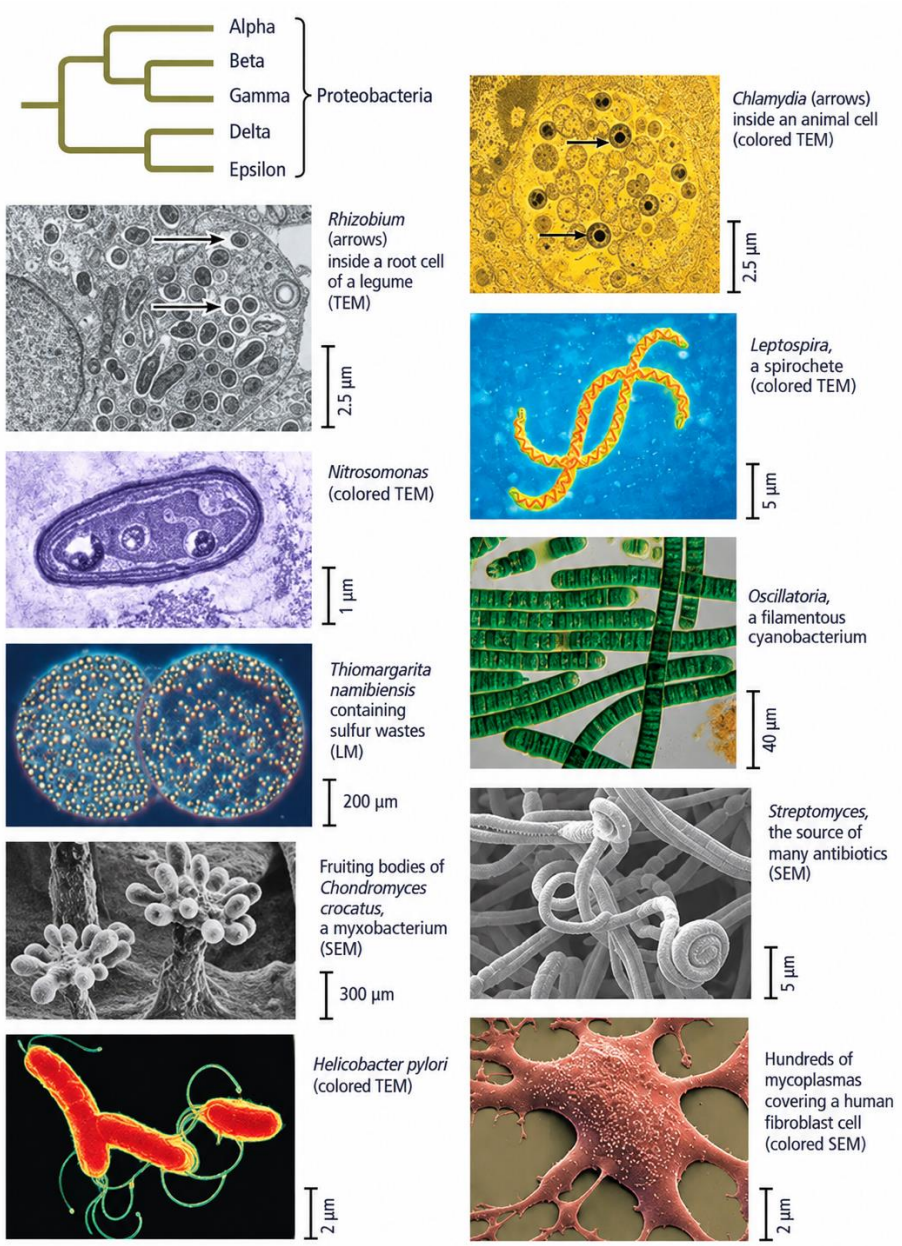
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Mikoplazmaların Ayırt Edici Özellikleri

- Mikoplazmalar, hücre duvarı bulunmayan bakteriler arasında yer alır.
- Hücre çapları yaklaşık 0.1 µm'ye kadar küçülebilir ve bilinen en küçük hücreli bakteriler arasındadır.
- *Mycoplasma genitalium*, yalnızca 517 gen içeren oldukça küçük bir genoma sahiptir.
- Yandaki figürde, bir insan fibroblast hücresinin yüzeyini kaplayan çok sayıda mikoplazma gösterilmektedir.



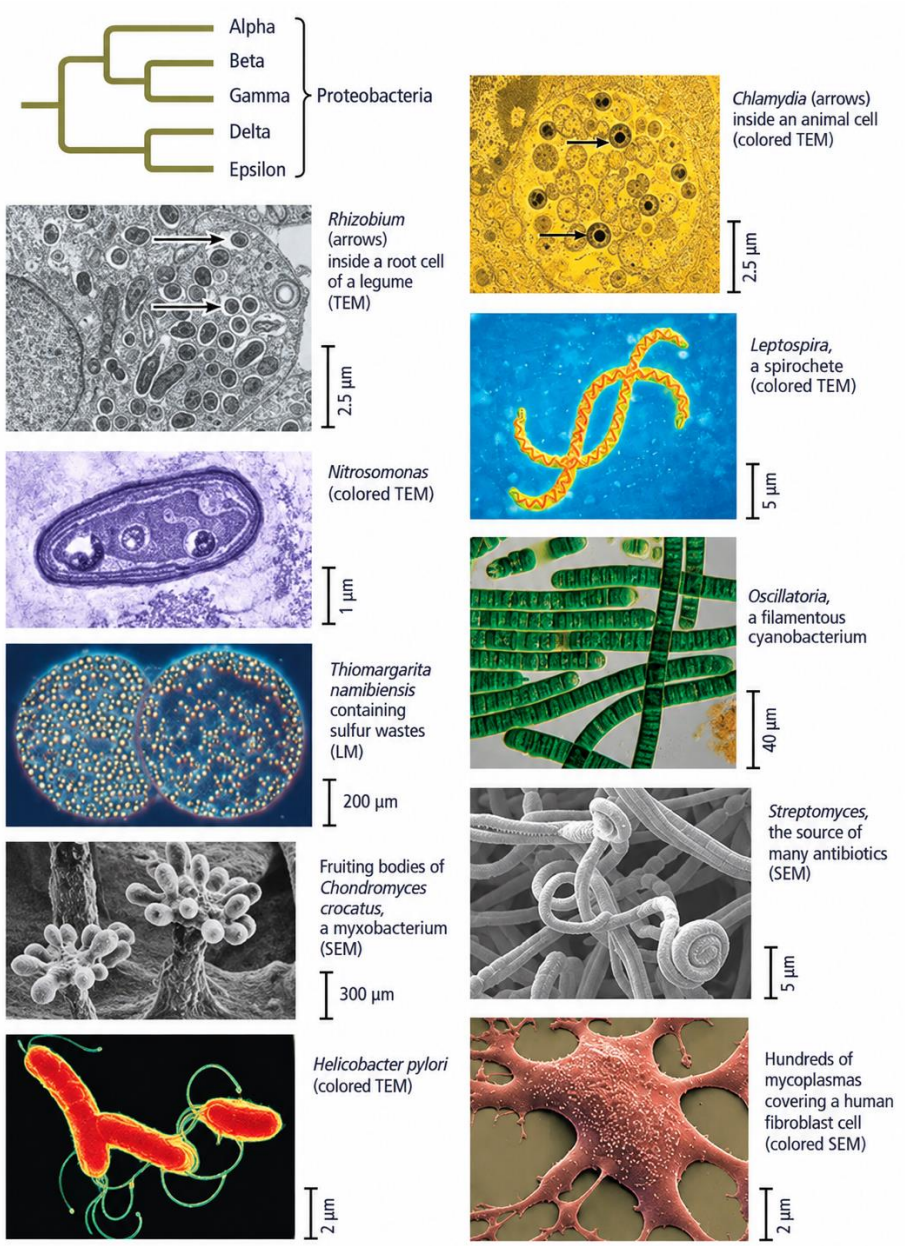
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Mikoplazmaların Yaşam Biçimleri

- Mikoplazmalar, çok küçük hücre boyutlarına ve sınırlı sayıda gene sahip bakterilerdir.
- Bazı mikoplazmalar, toprakta yaşayan bakteriler olarak bulunabilir.
- Diğer mikoplazma türleri ise patojen özellik göstermektedir.
- Hücre duvarı taşımamaları, mikoplazmaları diğer birçok bakteri grubundan ayıran temel özelliklerden biridir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Arkelerin Genel Özellikleri

Bi Dünya Biyoloji

- Arkeler, bakterilerle bazı ortak özellikler taşımasına rağmen kendilerine özgü yapısal ve moleküler özelliklere sahiptir.
- Arke ve bakteri hücrelerinde zarla çevrili çekirdek ve organeller bulunmaz.
- Bununla birlikte, hücre duvarı bileşimi ve bazı moleküler süreçler bakımından iki domain arasında önemli farklılıklar vardır.
- Yandaki tabloda, Bacteria, Archaea ve Eukarya domainlerinin temel hücresel ve moleküler özellikleri karşılaştırılmaktadır.

Özellik	Yaşam Âlemi		
	Bakteriler	Arkeler	Ökaryotlar
Çekirdek zarı	Yok	Yok	Var
Zarla çevrili organeller	Yok	Yok	Var
Hücre duvarında peptidoglikan	Var	Yok	Yok
Zar lipitleri	Dallanma içermeyen hidrokarbonlar	Kısmen dallanmış hidrokarbonlar	Dallanma içermeyen hidrokarbonlar
RNA polimeraz	Tek çeşit	Birkaç çeşit	Birkaç çeşit
Protein sentezini başlatan amino asit	Formil-metiyonin	Metiyonin	Metiyonin
Genlerde intronlar	Çok nadir	Bazı genlerde bulunur	Birçok gende bulunur
Streptomisin ve kloramfenikole yanıt	Büyüme genellikle inhibe olur	Büyüme inhibe olmaz	Büyüme inhibe olmaz
DNA ile ilişkili histonlar	Yok	Bazı türlerde bulunur	Var
Dairesel kromozom	Var	Var	Yok
100°C'nin üzerinde sıcaklıklarda büyüme	Yok	Bazı türlerde var	Yok

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Üç Domainin Hücresel Özellikleri

Bi Dünya Biyoloji

- Bakteriler ve arkeler, ökaryotlardan farklı olarak zarla çevrili bir çekirdeğe sahip değildir.
- Bakterilerin hücre duvarında peptidoglikan bulunurken arkelerde ve ökaryotlarda bu yapı yer almaz.
- Bakteri ve ökaryot zarlarında dallanmamış hidrokarbon zincirleri bulunurken bazı arkelerde dallanmış hidrokarbon zincirleri vardır.
- Bakteriler ve arkeler genellikle halkasal kromozomlara sahipken ökaryotların kromozomları doğrusal yapıdadır.

Özellik	Yaşam Âlemi		
	Bakteriler	Arkeler	Ökaryotlar
Çekirdek zarı	Yok	Yok	Var
Zarla çevrili organeller	Yok	Yok	Var
Hücre duvarında peptidoglikan	Var	Yok	Yok
Zar lipitleri	Dallanma içermeyen hidrokarbonlar	Kısmen dallanmış hidrokarbonlar	Dallanma içermeyen hidrokarbonlar
RNA polimeraz	Tek çeşit	Birkaç çeşit	Birkaç çeşit
Protein sentezini başlatan amino asit	Formil-metiyonin	Metiyonin	Metiyonin
Genlerde intronlar	Çok nadir	Bazı genlerde bulunur	Birçok gende bulunur
Streptomisin ve kloramfenikole yanıt	Büyüme genellikle inhibe olur	Büyüme inhibe olmaz	Büyüme inhibe olmaz
DNA ile ilişkili histonlar	Yok	Bazı türlerde bulunur	Var
Dairesel kromozom	Var	Var	Yok
100°C'nin üzerinde sıcaklıklarda büyüme	Yok	Bazı türlerde var	Yok

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE



Bi Dünya Biyoloji

Üç Domainin Moleküler Farklılıkları

- Bakterilerde tek tip RNA polimeraz bulunurken arkelerde ve ökaryotlarda birden fazla RNA polimeraz çeşidi vardır.
- Protein sentezinin başlangıcında bakteriler formilmetiyonin, arkeler ve ökaryotlar ise metiyonin kullanır.
- İntronlar bakterilerde çok nadir görülürken arkelerin bazı genlerinde ve ökaryotların birçok geninde bulunabilir.
- DNA ile ilişkili histon proteinleri bakterilerde bulunmazken bazı arkelerde ve ökaryotlarda yer alır.

Özellik	Yaşam Âlemi		
	Bakteriler	Arkeler	Ökaryotlar
Çekirdek zarı	Yok	Yok	Var
Zarla çevrili organeller	Yok	Yok	Var
Hücre duvarında peptidoglikan	Var	Yok	Yok
Zar lipitleri	Dallanma içermeyen hidrokarbonlar	Kısmen dallanmış hidrokarbonlar	Dallanma içermeyen hidrokarbonlar
RNA polimeraz	Tek çeşit	Birkaç çeşit	Birkaç çeşit
Protein sentezini başlatan amino asit	Formil-metiyonin	Metiyonin	Metiyonin
Genlerde intronlar	Çok nadir	Bazı genlerde bulunur	Birçok gende bulunur
Streptomisin ve kloramfenikole yanıt	Büyüme genellikle inhibe olur	Büyüme inhibe olmaz	Büyüme inhibe olmaz
DNA ile ilişkili histonlar	Yok	Bazı türlerde bulunur	Var
Dairesel kromozom	Var	Var	Yok
100°C'nin üzerinde sıcaklıklarda büyüme	Yok	Bazı türlerde var	Yok

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Arkelerin Bakterilerden Ayrılan Özellikleri

- Arkelerin bazı moleküler özellikleri, bakterilerden çok ökaryotlarla benzerlik göstermektedir.
- Kloramfenikol ve streptomisin gibi antibiyotikler, bakterilerin büyümesini genellikle engellerken arkeleri aynı şekilde etkilemez.
- Bazı arke türleri, 100 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda gelişebilme yeteneğine sahiptir.
- Bu özellikler, arkelerin bakterilerden farklı bir evrimsel soy oluşturduğunu desteklemektedir.

Özellik	Yaşam Âlemi		
	Bakteriler	Arkeler	Ökaryotlar
Çekirdek zarı	Yok	Yok	Var
Zarla çevrili organeller	Yok	Yok	Var
Hücre duvarında peptidoglikan	Var	Yok	Yok
Zar lipitleri	Dallanma içermeyen hidrokarbonlar	Kısmen dallanmış hidrokarbonlar	Dallanma içermeyen hidrokarbonlar
RNA polimeraz	Tek çeşit	Birkaç çeşit	Birkaç çeşit
Protein sentezini başlatan amino asit	Formil-metiyonin	Metiyonin	Metiyonin
Genlerde intronlar	Çok nadir	Bazı genlerde bulunur	Birçok gende bulunur
Streptomisin ve kloramfenikole yanıt	Büyüme genellikle inhibe olur	Büyüme inhibe olmaz	Büyüme inhibe olmaz
DNA ile ilişkili histonlar	Yok	Bazı türlerde bulunur	Var
Dairesel kromozom	Var	Var	Yok
100°C'nin üzerinde sıcaklıklarda büyüme	Yok	Bazı türlerde var	Yok

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Ekstremofil Arkeler

- Archaea domaininde sınıflandırılan ilk prokaryotlar, diğer birçok organizmanın yaşayamadığı aşırı çevre koşullarında bulunmuştur.
- Bu tür organizmalar, ekstrem koşulları seven anlamında ekstremofil olarak adlandırılır.
- Ekstremofil arkeler arasında yüksek tuzlulukta ve yüksek sıcaklıkta yaşayan türler bulunmaktadır.
- Bununla birlikte, bütün arkeler ekstrem ortamlarda yaşamaz ve birçok tür daha ılımlı koşullarda bulunur.

İZLE

Ekstrem Halofiller ve Yüksek Tuzluluğa Uyum

Bi Dünya Biyoloji

- Ekstrem halofiller, yüksek tuzluluk içeren ortamlarda yaşayan arkelerdir.
- Utah'taki Büyük Tuz Gölü ve San Francisco Körfezi'ndeki bazı tuzlu ortamlar, bu organizmaların yaşam alanlarına örnektir.
- Bazı türler yüksek tuzluluğa dayanabilirken diğerleri deniz suyundan birkaç kat daha tuzlu ortamlara ihtiyaç duyar.
- *Halobacterium* hücrelerinin proteinleri ve hücre duvarı, aşırı tuzlu ortamlarda işlevlerini sürdürebilecek özelliklere sahiptir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Halobacterium'un Tuzluluğa Bağımlılığı

- *Halobacterium* türleri, yüksek tuzluluk koşullarında yaşamaya uyum sağlamış arkelerdir.
- Bu organizmaların proteinleri ve hücre duvarı, aşırı tuzlu ortamlarda işlevlerini sürdürebilir.
- Bazı *Halobacterium* türleri, tuzluluk oranı %9'un altına düştüğünde hayatta kalamaz.
- Bu durum, belirli arkelerin yalnızca ekstrem koşullara dayanmakla kalmayıp bu koşullara bağımlı hâle gelebildiğini gösterir.

İZLE

Ekstrem Termofillerin Yaşam Alanları

Bi Dünya Biyoloji

- Ekstrem termofiller, çok yüksek sıcaklıklarda yaşayabilen arkelerdir.
- Bazı türler, Yellowstone Millî Parkı'ndaki 90 °C'ye ulaşan kükürtlü sıcak su kaynaklarında gelişebilir.
- Bu sıcaklıklarda birçok organizmanın DNA'sı çift sarmal yapısını koruyamaz ve proteinleri denatüre olur.
- Yandaki figürde, Yellowstone'daki Grand Prismatic Spring çevresinde yaşayan termofilik prokaryotların oluşturduğu renkli bölgeler gösterilmektedir.



İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Termofillerde Moleküler Adaptasyonlar

- *Sulfolobus* ve diğer ekstrem termofiller, yüksek sıcaklıklarda yaşayabilmelerini sağlayan yapısal ve biyokimyasal adaptasyonlara sahiptir.
- Bu adaptasyonlar, DNA'nın ve proteinlerin yüksek sıcaklıklarda kararlı kalmasına yardımcı olur.
- Böylece bu organizmalar, birçok canlı için ölümcül olan sıcaklıklarda metabolik faaliyetlerini sürdürebilir.
- Ekstrem termofiller, yaşamın sıcaklık bakımından oldukça geniş bir aralıkta sürdürülebildiğini göstermektedir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Hidrotermal Bacalarda Yaşayan Arkeler

- Bazı ekstrem termofiller, derin denizlerdeki hidrotermal bacalarda yaşamaktadır.
- Strain 121 olarak adlandırılan bir arke, 121 °C sıcaklıkta çoğalabilmektedir.
- Biyoteknolojide DNA polimeraz kaynağı olarak kullanılan *Pyrococcus furiosus* da ekstrem termofilik arkelerdendir.
- Bu organizmalar, çok yüksek sıcaklıklarda işlev görebilen biyolojik moleküllere sahip olmalarıyla dikkat çeker.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Metanojenlerin Metabolik Özellikleri

- Metanojenler, enerji elde etme süreçlerinin yan ürünü olarak metan açığa çıkaran arkelerdir.
- Birçok metanojen, karbondioksiti hidrojen yardımıyla metana dönüştürür.
- Bu metabolik süreç, enerji üretimiyle birlikte metan atığının oluşmasına neden olur.
- Metanojenler, oksijene karşı duyarlı olan ve yalnızca anaerobik koşullarda yaşayabilen organizmalardır.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Metanojenlerin Yaşam Alanları

- Bazı metanojenler, kilometrelerce derinlikteki buz tabakalarının altında bulunan ekstrem ortamlarda yaşayabilir.
- Diğer metanojenler, bataklıklar ve sazlıklar gibi oksijensiz ortamlarda bulunur.
- Bu ortamlarda metanojenlerin faaliyetleri sonucunda oluşan metan, bataklık gazı olarak bilinir.
- Metanojenler, oksijenin bulunmadığı farklı doğal ortamlarda önemli metabolik roller üstlenir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Metanojenlerin Hayvanlarla İlişkileri

- Metanojen arkeler, sığırların, termitlerin ve diğer bazı otçul hayvanların sindirim sistemlerinde yaşayabilir.
- Bu organizmalar, sindirim sistemindeki anaerobik koşullardan yararlanır.
- Metanojenler, bu hayvanların beslenme süreçleriyle ilişkili mikrobiyal toplulukların bir parçasıdır.
- Ayrıca metanojen arkeler, atık su arıtma tesislerinde ayrıştırıcı organizmalar olarak kullanılabilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Euryarchaeota ve Crenarchaeota Grupları

- Ekstrem halofillerin ve bilinen metanojenlerin tamamı, Euryarchaeota adı verilen arke grubunda yer alır.
- Euryarchaeota, bazı ekstrem termofilik arkeleri de kapsamaktadır.
- Bununla birlikte, termofilik arkelerin çoğu Crenarchaeota grubunda sınıflandırılmıştır.
- *Pyrococcus* gibi termofiller ile *Sulfolobus* gibi diğer arke grupları, farklı evrimsel soyları temsil eder.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Ekstrem Olmayan Ortamlarda Yaşayan Arkeler

Bi Dünya Biyoloji

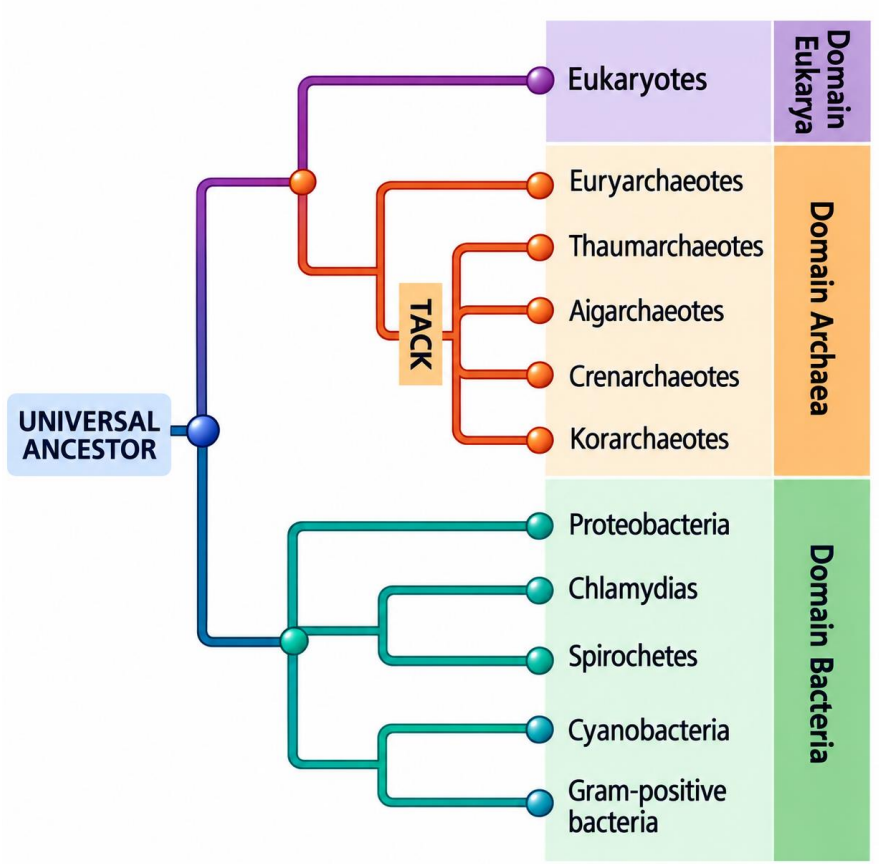
- Euryarchaeota ve Crenarchaeota gruplarında, ekstrem koşullara bağımlı olmayan türler de bulunmaktadır.
- Arkeler, topraklardan açık okyanuslara kadar çok çeşitli yaşam alanlarında bulunabilir.
- Bu geniş dağılım, arkelerin yalnızca aşırı sıcak veya tuzlu ortamlarda yaşayan organizmalar olmadığını göstermektedir.
- Moleküler araştırmalar, arkelerin ekolojik ve evrimsel çeşitliliğinin giderek daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Arke Filogenisinde Yeni Bulgular

- Metagenomik çalışmalar, Euryarchaeota ve Crenarchaeota dışında yeni arke soylarının tanımlanmasına olanak sağlamıştır.
- Filogenetik analizler, yeni tanımlanan Thaumarchaeota, Aigarchaeota ve Korarchaeota gruplarının birbirleriyle yakın ilişkili olduğunu göstermiştir.
- Bu grupların, Crenarchaeota ile de yakın evrimsel ilişkiler taşıdığı belirlenmiştir.
- Yandaki figürde, bu arke gruplarının filogenetik ağaç üzerindeki konumları gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

(Campbell Biology, 11. Ed.)

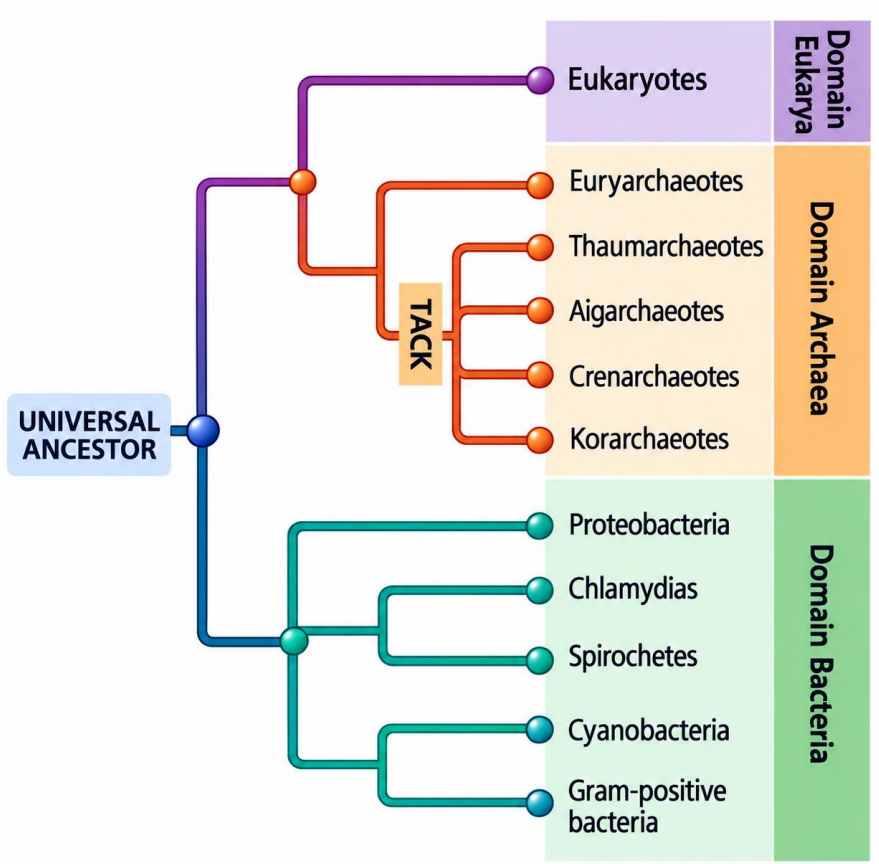
Prof. Dr. Bektaş TEPE

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

TACK Üst Grubu

- Thaumarchaeota, Aigarchaeota, Crenarchaeota ve Korarchaeota grupları, TACK adı verilen bir üst grupta birleştirilmiştir.
- TACK adı, bu dört arke grubunun isimlerinin ilk harflerinden oluşturulmuştur.
- Bu sınıflandırma, arke soyları arasındaki evrimsel ilişkilerin moleküler verilerle yeniden değerlendirilmesinin sonucudur.
- Yandaki figürde, TACK üst grubunun Archaea domaini içerisindeki filogenetik ilişkileri gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Lokiarchaeota ve Ökaryotların Evrimsel Kökeni

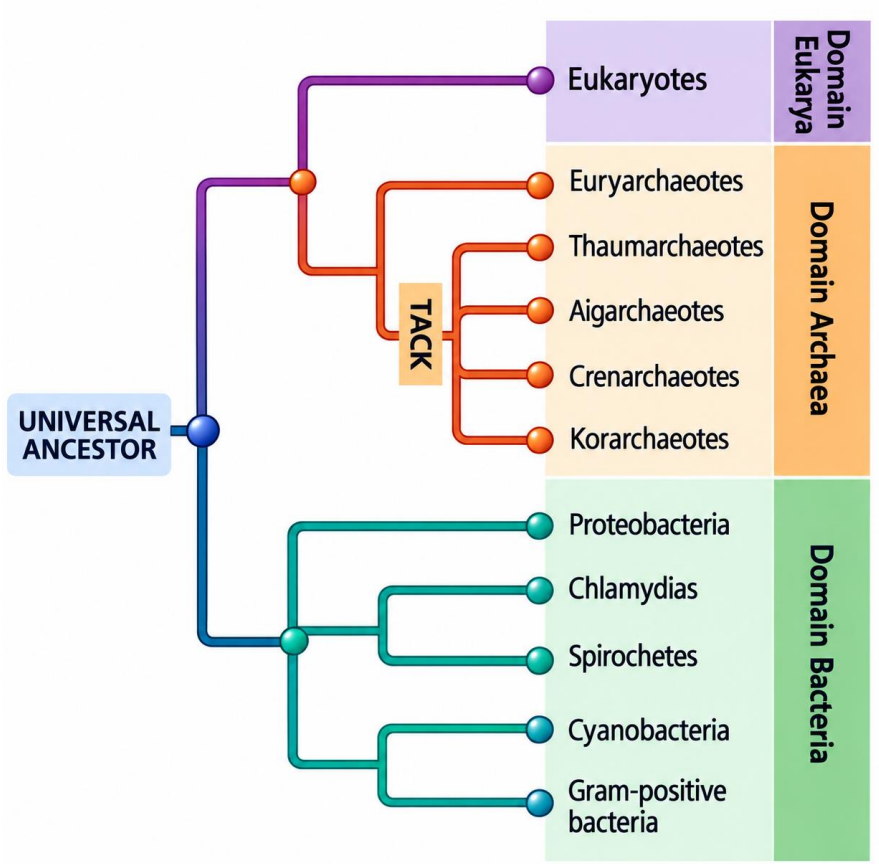
- 2015 yılında Lokiarchaeota adı verilen yeni bir arke grubunun keşfi, arke filogenisine ilişkin araştırmalara önemli katkı sağlamıştır.
- Lokiarchaeota, TACK grubuyla yakın ilişkili özellikler gösteren bir arke soyudur.
- Bu grubun, ökaryotlarla diğer bazı arke soylarından daha yakın evrimsel ilişkiler taşıyabileceği düşünülmektedir.
- Bu bulgular, ökaryotların evrimsel kökeninin anlaşılmasında arke gruplarının önemini artırmıştır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Filogenetik Sınıflandırılmasının Geleceği

- Prokaryotların filogenetik ilişkileri, yeni moleküler ve metagenomik verilerle sürekli yeniden değerlendirilmektedir.
- Yatay gen transferi ve henüz keşfedilmemiş türlerin varlığı, evrimsel ilişkilerin belirlenmesini güçleştirmektedir.
- Özellikle Archaea domainindeki yeni keşifler, ökaryotların kökenine ilişkin anlayışın gelişmesine katkıda bulunmaktadır.
- Bu nedenle yandaki figürde sunulan filogenetik ilişkiler, yeni araştırmalarla değişebilecek bilimsel hipotezler olarak değerlendirilmelidir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Biyosfer İçin Önemi

- Prokaryotlar, Dünya'daki yaşamın devamlılığını sağlayan ekolojik süreçlerde önemli görevler üstlenir.
- Bu organizmaların ortadan kalkması, birçok türün yok olmasına yol açabilecek ciddi ekolojik değişimlere neden olabilir.
- Prokaryotların ekosistemlerdeki etkileri, küçük hücre boyutlarının ve basit yapılarının çok ötesine uzanır.
- Özellikle kimyasal elementlerin döngüsü ve canlılar arasındaki ekolojik ilişkiler, prokaryotların biyosferdeki önemini ortaya koyar.

İZLE



Bi Dünya Biyoloji

Kimyasal Elementlerin Ekosistemlerdeki Döngüsü

- Canlıların organik moleküllerini oluşturan atomlar, başlangıçta toprak, hava ve su gibi cansız çevre bileşenlerinde bulunur.
- Canlıların yapısına katılan bu atomların bir bölümü, zaman içerisinde yeniden cansız çevreye döner.
- Ekosistemlerin devamlılığı, kimyasal elementlerin canlı ve cansız bileşenler arasında sürekli dolaşmasına bağlıdır.
- Prokaryotlar, bu madde döngülerinin gerçekleşmesinde temel görevler üstlenen organizmalar arasındadır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Ayrıştırıcı Prokaryotların Ekolojik Görevleri

- Bazı kemoheterotrof prokaryotlar, ölü organizmaları ve organik atıkları parçalayarak ayrıştırıcı olarak görev yapar.
- Bu faaliyetler sonucunda karbon, azot ve diğer elementler yeniden çevreye kazandırılır.
- Açığa çıkan maddeler, ekosistemdeki diğer organizmalar tarafından yeniden kullanılabilir.
- Prokaryotlar ve mantarlar gibi ayrıştırıcılar bulunmasaydı, ekosistemlerdeki madde döngüleri ciddi biçimde aksardı.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Organik Madde Üretimindeki Rolü

- Siyanobakteriler ve diğer ototrof prokaryotlar, karbondioksiti kullanarak organik bileşikler sentezleyebilir.
- Oluşturulan şekerler gibi organik maddeler, besin zincirleri aracılığıyla diğer organizmalara aktarılır.
- Siyanobakteriler, fotosentez sırasında atmosfere oksijen de kazandırır.
- Böylece ototrof prokaryotlar, hem organik madde üretimine hem de atmosferin kimyasal bileşimine katkıda bulunur.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Prokaryotların Besin Elementlerini Kullanılabilir Hâle Getirmesi

Bi Dünya Biyoloji

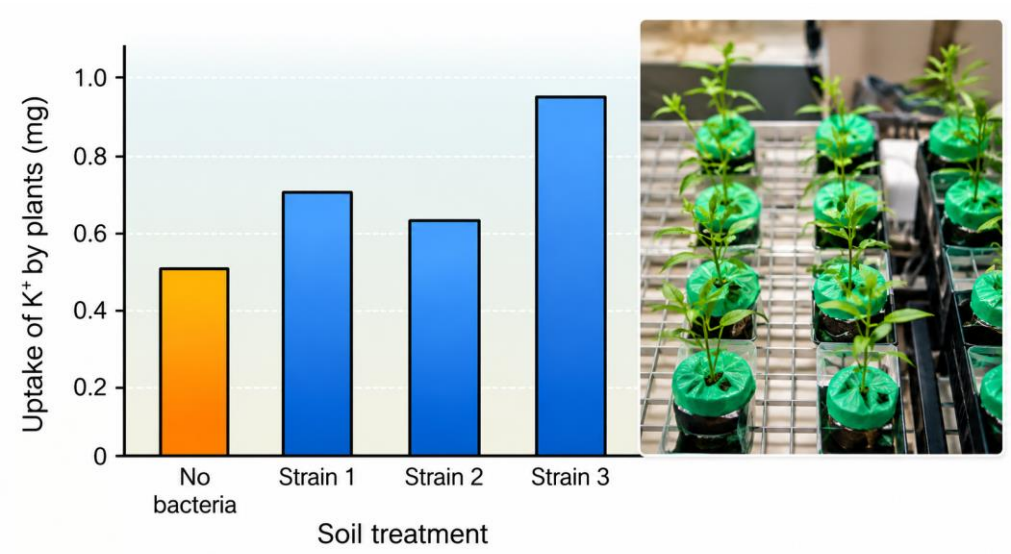
- Bazı prokaryotlar, atmosferik azotu diğer canlıların kullanabileceği kimyasal bileşiklere dönüştürür.
- Bu dönüşümler, amino asitlerin ve nükleik asitlerin sentezinde gerekli olan azotun sağlanmasına katkıda bulunur.
- Prokaryotlar, azotun yanı sıra fosfor ve potasyum gibi bitki besin elementlerinin kullanılabilirliğini de artırabilir.
- Bu faaliyetler, bitkilerin büyümesini ve ekosistemlerdeki üretkenliği destekler.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bakterilerin Topraktaki Potasyum Kullanılabilirliğine Etkisi

- Bazı bakteriler, topraktaki minerallerden potasyumun serbest bırakılmasını sağlayarak bitkilerin bu elementten yararlanmasını kolaylaştırır.
- *Burkholderia glathei* bakterisinin üç farklı suşu, potasyum bakımından sınırlı toprak koşullarında incelenmiştir.
- Bakteri eklenen topraklarda yetiştirilen söğüt fidelerinin potasyum alımı, bakteri eklenmeyen topraklardakinden daha yüksek bulunmuştur.
- Yandaki figürde, farklı bakteri suşlarının söğüt fidelerinin potasyum alımı üzerindeki etkileri karşılaştırılmaktadır.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Prokaryotların Besin Elementlerinin Kullanılabilirliğini Azaltması

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotlar, bazı koşullarda bitkilerin kullanabileceği besin elementlerinin miktarını azaltabilir.
- Bu durum, prokaryotların azot gibi besin elementlerini kendi hücresel yapılarında tutmasıyla gerçekleşebilir.
- Böylece belirli elementlerin çevredeki kullanılabilir miktarı azalabilir.
- Prokaryotların metabolik faaliyetleri, ekosistemlerdeki besin elementi derişimlerini farklı yönlerde etkileyebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Deniz Ekosistemlerinde Prokaryotların Rolü

- Prokaryotlar, deniz ekosistemlerinde gerçekleşen kimyasal madde döngülerinde de önemli görevler üstlenir.
- Crenarchaeota grubundaki bazı arkeler, azot döngüsünün önemli aşamalarından biri olan nitrifikasyonu gerçekleştirebilir.
- Crenarchaeota üyeleri, okyanuslarda yaklaşık 10^{28} hücrelik bir topluluğa ulaşabilmektedir.
- Bu olağanüstü bolluk, söz konusu arkelerin küresel azot döngüsü üzerinde önemli etkiler oluşturabileceğini düşündürmektedir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotlar ve Simbiyotik İlişkiler

- Prokaryotlar, diğer organizmalarla kurdukları ilişkiler aracılığıyla birçok ekolojik sürece katılır.
- İki farklı türün bireyleri arasında yakın ve sürekli bir ilişki bulunması, simbiyoz olarak adlandırılır.
- Prokaryotlar, kendilerinden çok daha büyük organizmalarla simbiyotik ilişkiler oluşturabilir.
- Bu ilişkilerde büyük organizma konak, onunla birlikte yaşayan organizma ise simbiyont olarak adlandırılır.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Simbiyotik İlişkilerin Temel Biçimleri

- Mutualizm, iki farklı türün de yarar sağladığı ekolojik ilişki biçimidir.
- Kommensalizmde, türlerden biri yarar sağlarken diğeri belirgin bir yarar veya zarar görmez.
- Parazitizmde ise parazit, konak organizmadan yararlanırken konağa zarar verir.
- Prokaryotlar, diğer canlılarla bu üç farklı simbiyotik ilişki biçimini oluşturabilir.

Bi Dünya Biyoloji

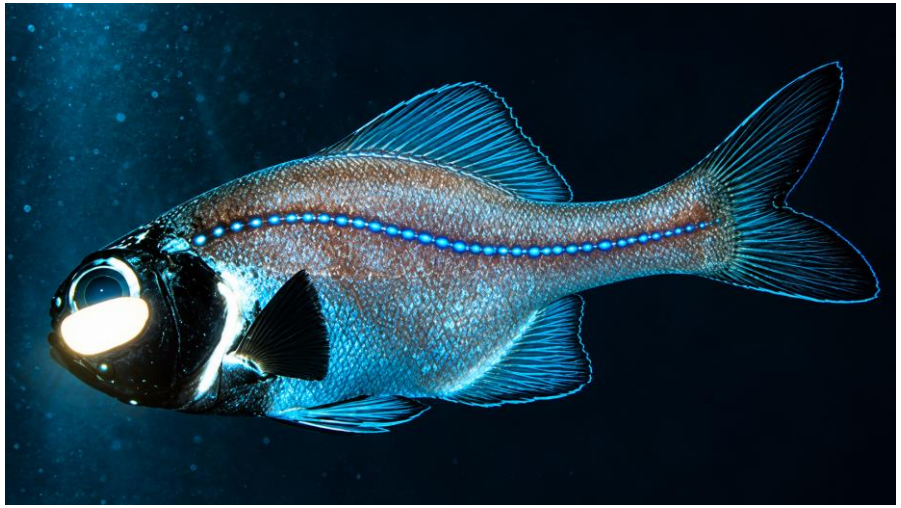
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Mutualizm ve Karşılıklı Yararlanma

- Mutualist ilişkilerde prokaryotlar ve konak organizmalar, birbirlerinin yaşamını destekleyen yararlar sağlayabilir.
- Bu ilişkiler, organizmaların beslenme veya çevresel koşullara uyum sağlama süreçlerine katkıda bulunabilir.
- Bazı mutualist prokaryotlar, konaklarının tek başına gerçekleştiremediği metabolik faaliyetleri üstlenir.
- Yandaki figürde, bir balık ile biyolüminesans özellik gösteren bakteriler arasındaki mutualist ilişki gösterilmektedir.



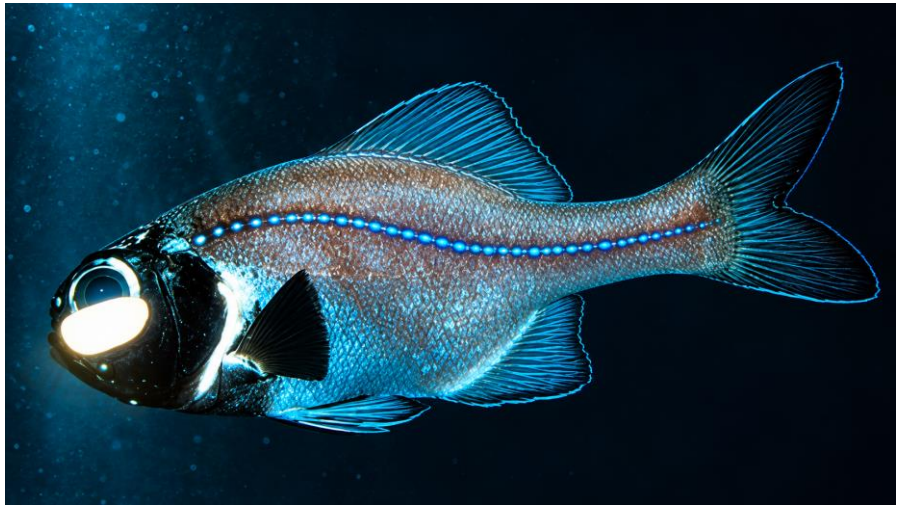
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Fener Balığı ve Biyolüminesans Bakteriler

Bi Dünya Biyoloji

- Fener balığı *Photoblepharon palpebratus*, gözlerinin altında ışık üreten bakteriler barındırır.
- Bu bakteriler, biyolüminesans yoluyla ışık oluşturarak balığın çevresini aydınlatmasına yardımcı olur.
- Balık, bakterilerin ürettiği ışıktan avlarını çekmek ve olası eşlerine sinyal göndermek için yararlanır.
- Bakteriler ise balığın vücudunda yaşamlarını sürdürebilecekleri uygun bir ortam bulur.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Kommensalizm ve İnsan Vücudundaki Bakteriler

Bi Dünya Biyoloji

- Kommensalizmde, simbiyotik ilişkinin taraflarından biri yarar sağlarken diğeri belirgin biçimde etkilenmez.
- İnsan vücudunun dış yüzeyinde 150'den fazla bakteri türü yaşayabilmektedir.
- Bu bakteriler, vücut yüzeyinin her santimetrekaresinde yaklaşık 10 milyon hücreye ulaşabilir.
- Bazı bakteriler, deri yüzeyindeki yağlar ve ölü deri hücreleri gibi maddelerden beslenirken konağa belirgin bir yarar veya zarar vermez.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Parazitizm ve Patojen Prokaryotlar

- Parazitizmde prokaryot, konak organizmanın hücrelerinden, dokularından veya vücut sıvılarından yararlanır.
- Bu ilişki sırasında konak zarar görür ancak parazit genellikle konağını hemen öldürmez.
- Hastalığa neden olan parazit organizmalar, patojen olarak adlandırılır.
- Prokaryotlar arasında insanlarda ve diğer canlılarda hastalık oluşturabilen çok sayıda patojen tür bulunmaktadır.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Ekosistemlerin Prokaryotlara Bağımlılığı

- Ekosistemlerin işleyişi, prokaryotların gerçekleştirdiği metabolik faaliyetlere önemli ölçüde bağlıdır.
- Prokaryotlar, bazı canlıların doğrudan kullanamadığı enerji ve madde kaynaklarının değerlendirilmesini sağlar.
- Bu faaliyetler, farklı organizmalar arasında beslenme ilişkilerinin kurulmasına katkıda bulunur.
- Prokaryotların ortadan kalkması, kendilerine bağımlı olan diğer organizmaların yaşamını da olumsuz etkileyebilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Derin Deniz Hidrotermal Bacalarındaki Yaşam

Bi Dünya Biyoloji

- Derin deniz hidrotermal bacalarının çevresinde, solucanlar, midyeler, yengeçler ve balıklar gibi farklı hayvanlar yaşayabilir.
- Güneş ışığı derin deniz tabanına ulaşmadığından bu topluluklarda fotosentez gerçekleşmez.
- Bu ekosistemlerin enerji gereksinimi, kemootototrof bakterilerin metabolik faaliyetleriyle karşılanır.
- Böylece hidrotermal baca toplulukları, güneş ışığından bağımsız enerji kaynaklarına dayanan ekosistemlere örnek oluşturur.

İZLE

Kemoototrof Bakteriler ve Hidrotermal Baca Ekosistemleri

Bi Dünya Biyoloji

- Hidrotermal baca çevresindeki bakteriler, hidrojen sülfür (H_2S) gibi kimyasal bileşiklerden enerji elde eder.
- Kemoototrof bakterilerin bu faaliyetleri, derin deniz topluluklarının beslenmesini destekler.
- Etkin bir hidrotermal baca, çevresindeki çok sayıda ökaryotik organizmanın yaşamını sürdürebilmesini sağlayabilir.
- Bacadan kimyasal maddelerin salınması durduğunda kemoototrof bakteriler yaşamlarını sürdüremez ve buna bağlı olarak topluluk çöker.

İZLE

Prokaryotların İnsan Yaşamındaki Yeri

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotlar arasında insanlarda hastalık oluşturan türler bulunmasına rağmen bunlar toplam çeşitliliğin oldukça küçük bir bölümünü oluşturur.
- Birçok prokaryot, insanlarla karşılıklı yarar sağlayan ilişkiler kurarak sağlığın korunmasına katkıda bulunur.
- Bazı prokaryotlar ise tarım ve endüstride önemli görevler üstlenir.
- Bu nedenle prokaryotların insan yaşamındaki etkileri, hastalık yapıcı özelliklerinin çok ötesine uzanır.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

İnsan Bağırsağındaki Mutualist Bakteriler

- İnsan sağlığı, bağırsaklarda yaşayan çok sayıda mutualist prokaryotla yakından ilişkilidir.
- İnsan bağırsağında yaklaşık 500–1.000 farklı bakteri türü yaşayabilir.
- Bağırsaklardaki bakteri hücrelerinin sayısı, insan vücudundaki hücre sayısından yaklaşık on kat fazla olabilir.
- Bu bakteriler, bağırsakların farklı bölgelerinde yaşar ve çeşitli besin maddelerinin işlenmesinde görev alır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bağırsak Bakterilerinin Beslenmeye Katkısı

- Bağırsaklarda yaşayan bazı bakteriler, insanların kendi sindirim sistemleriyle parçalayamadığı besin bileşenlerini sindirebilir.
- Bu bakteriler, karbonhidratların ve diğer besin maddelerinin metabolizmasına katkıda bulunur.
- Mutualist bakteriler, konak organizmanın ihtiyaç duyduğu bazı vitaminlerin sentezinde de görev alabilir.
- Böylece bağırsak bakterileri, insanın besinlerden yararlanma kapasitesini artıran metabolik işlevler üstlenir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bacteroides thetaiotaomicron ve Bağırsak Sağlığı

- *Bacteroides thetaiotaomicron*, insan bağırsağında yaşayan mutualist bakterilerden biridir.
- Bu bakterinin genomu, karbonhidratların, vitaminlerin ve diğer besin maddelerinin senteziyle ilişkili çok sayıda gen içerir.
- Bakteriden gelen sinyaller, bağırsak hücrelerinin gelişimini ve bağırsak duvarındaki kan damarlarının oluşumunu destekler.
- Bu ilişki, mutualist bakterilerin yalnızca beslenmeye değil, konak dokularının gelişimine de katkıda bulunabildiğini gösterir.

İZLE



Bi Dünya Biyoloji

Mutualist Bakterilerin Koruyucu Etkileri

- *Bacteroides thetaiotaomicron*, bağırsak hücrelerinin bazı antimikrobiyal bileşikler üretmesini sağlayan sinyaller oluşturabilir.
- Bu bileşikler, bakterinin kendisinin duyarlı olmadığı antimikrobiyal maddeler arasında yer alır.
- Antimikrobiyal bileşiklerin üretimi, bağırsakta yaşayan diğer bazı bakteri türlerinin popülasyonlarını sınırlandırabilir.
- Böylece *B. thetaiotaomicron* ile insan arasındaki mutualist ilişki, her iki tarafın da yararına sonuçlar oluşturabilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bakterilerin Hastalık Yapıcı Etkileri

- Bilinen patojen prokaryotların tamamı Bacteria domaininde yer almaktadır.
- Bakteriler, insanlarda görülen hastalıkların yaklaşık yarısından sorumludur.
- *Mycobacterium tuberculosis*, akciğerleri etkileyen tüberküloz hastalığının etkenidir.
- Bakteriyel enfeksiyonlar, dünya genelinde önemli hastalık ve ölüm nedenleri arasında bulunmaktadır.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bakteriyel Enfeksiyonların Küresel Etkileri

Bi Dünya Biyoloji

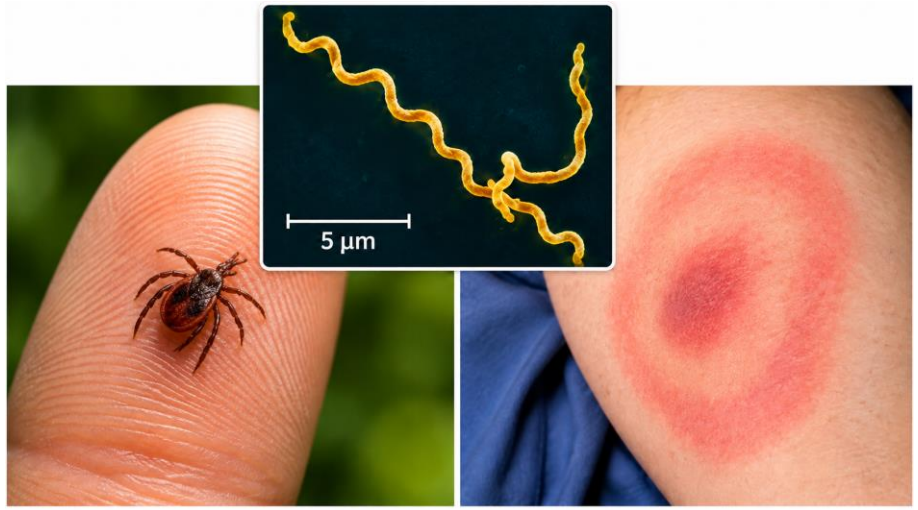
- Tüberküloz, dünya genelinde bir milyondan fazla insanın ölümüne neden olabilen önemli bir bakteriyel hastalıktır.
- Bakterilerin neden olduğu ishalli hastalıklar ise yılda yaklaşık iki milyon kişinin yaşamını kaybetmesine yol açmaktadır.
- Bazı bakteriyel enfeksiyonlar, insanlara doğrudan bulaşırken bazıları diğer canlılar aracılığıyla taşınır.
- Bu farklı bulaşma yolları, patojen bakterilerin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin çeşitliliğini göstermektedir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Lyme Hastalığı ve Bakterilerin Taşınması

- Bazı bakteriyel hastalıklar, enfekte hayvanlar veya hastalık taşıyan eklembacaklılar aracılığıyla insanlara bulaşır.
- Lyme hastalığı, geyik ve tarla fareleri üzerinde yaşayan kenelerin taşıdığı *Borrelia burgdorferi* bakterisinden kaynaklanır.
- Hastalık, artrit, kalp sorunları, sinir sistemi bozuklukları ve tedavi edilmediğinde ölüm gibi ciddi sonuçlara yol açabilir.
- Yandaki figürde, Lyme hastalığını taşıyan kene, etken bakteri ve kene ısırığı çevresinde oluşabilen döküntü gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bakteriyel Hastalıklarda Toksinlerin Rolü

Bi Dünya Biyoloji

- Patojen prokaryotlar, bazı hastalıkları toksin adı verilen zararlı maddeler üreterek oluşturur.
- Bakteriyel toksinler, ekzotoksinler ve endotoksinler olmak üzere iki temel grupta incelenir.
- Ekzotoksinler, belirli bakteriler ve diğer organizmalar tarafından salgılanan protein yapılı toksinlerdir.
- Endotoksinler ise gram-negatif bakterilerin dış zarlarında bulunan lipopolisakkaritlerin bileşenleridir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Ekzotoksinlerin Hastalık Oluşturma Mekanizmaları

Bi Dünya Biyoloji

- Ekzotoksinler, bakteriler tarafından salgılanarak konak organizmanın hücrelerini ve dokularını etkileyebilir.
- *Vibrio cholerae* bakterisinin ürettiği ekzotoksin, kolera hastalığının ortaya çıkmasına neden olur.
- Kolera toksini, bağırsak hücrelerinin bağırsak boşluğuna klorür iyonları salgılamasını uyarır.
- Bunun sonucunda su, ozmoz yoluyla bağırsak boşluğuna geçer ve ölümcül olabilen şiddetli ishal gelişebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Botulizm ve Bakteriyel Ekzotoksinler

- *Clostridium botulinum*, botulinum toksini adı verilen güçlü bir ekzotoksin üretir.
- Bu toksin, sinir sistemini etkileyerek botulizm hastalığına neden olur.
- Botulizm, uygun şekilde işlenmemiş konserve et, deniz ürünleri ve sebzelerin tüketilmesiyle ortaya çıkabilir.
- Ekzotoksinlerin etkileri, toksini üreten bakterinin özelliklerine ve hedef aldığı hücresel yapılara göre değişebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Endotoksinlerin Özellikleri

- Endotoksinler, gram-negatif bakterilerin dış zarında bulunan lipopolisakkaritlerin bileşenleridir.
- Ekzotoksinlerden farklı olarak endotoksinler, bakterinin dış zar yapısıyla ilişkilidir.
- Bakteri hücrelerinin parçalanması ve ölmesi sırasında endotoksinler çevreye salınabilir.
- Bu maddeler, konak organizmada zararlı fizyolojik etkilerin ortaya çıkmasına neden olabilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Endotoksinlerin Neden Olduğu Hastalıklar

- *Salmonella typhi*, tifo hastalığına neden olan endotoksin üreten bakterilerden biridir.
- Bazı *Salmonella* türleri, kontamine gıdaların tüketilmesiyle insanlarda gıda zehirlenmesine yol açabilir.
- Bu bakterilerin endotoksinleri, enfeksiyon sırasında ortaya çıkan zararlı etkilerde rol oynar.
- Ekzotoksinler ve endotoksinler, farklı yapısal özelliklere sahip olmalarına rağmen bakteriyel hastalıkların gelişimine katkıda bulunur.

İZLE

Antibiyotiklerin Bakteriyel Hastalıklarla Mücadeledeki Önemi

Bi Dünya Biyoloji

- 19. yüzyıldan itibaren gelişen sanitasyon sistemleri, bakteriyel hastalıkların oluşturduğu tehlikeleri azaltmıştır.
- Antibiyotiklerin geliştirilmesi, bakteriyel enfeksiyonlara bağlı hastalık ve ölüm oranlarının düşürülmesinde önemli rol oynamıştır.
- Bununla birlikte, birçok bakteri suşunda antibiyotik direnci gelişmeye devam etmektedir.
- Dirençli bakterilerin yayılması, bakteriyel enfeksiyonların tedavisinde önemli güçlükler oluşturabilir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Antibiyotik Direncinin Hızlı Yayılması

Bi Dünya Biyoloji

- Bakterilerin hızlı çoğalması, antibiyotik direnci sağlayan genleri taşıyan hücrelerin kısa sürede çoğalmasına olanak tanır.
- Direnç genleri, konjugasyon gibi yatay gen transferi mekanizmalarıyla diğer bakterilere aktarılabilir.
- Böylece antibiyotik direnci, yalnızca mutasyonlarla değil, bakteriler arasında gen aktarımıyla da yayılabilir.
- Bu süreçler, bakteriyel popülasyonlarda antibiyotik direncinin hızla artmasına katkıda bulunur.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Yatay Gen Transferiyle Yeni Patojenlerin Ortaya Çıkması

- Yatay gen transferi, antibiyotik direncinin yanı sıra hastalık yapıcı özelliklerin de bakteriler arasında yayılmasını sağlayabilir.
- *Escherichia coli*, normalde insan bağırsağında zararsız bir simbiyont olarak yaşayabilir.
- Bununla birlikte, bazı *E. coli* suşları ciddi bağırsak enfeksiyonlarına neden olabilen patojen özellikler kazanmıştır.
- O157:H7 suşu, kanlı ishale neden olabilen patojen *E. coli* örneklerinden biridir.

İZLE

E. coli O157:H7 Suşunun Genetik Özellikleri

Bi Dünya Biyoloji

- *E. coli* O157:H7, dünya genelinde görülen ve ciddi hastalıklara neden olabilen bir bakteri suşudur.
- Yalnızca Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda yaklaşık 75.000 O157:H7 enfeksiyonu meydana gelmektedir.
- Bu enfeksiyonlar, kontamine gıdalar ve tarımsal ürünlerle ilişkili olabilmektedir.
- O157:H7'nin genetik özellikleri, patojen olmayan *E. coli* K-12 suşuyla karşılaştırılarak incelenmiştir.

İZLE



Bi Dünya Biyoloji

O157:H7 Genomunda Yatay Gen Transferinin İzleri

- O157:H7 genomunun incelenmesi, bu suşta *E. coli* K-12'de bulunmayan 1.387 gen olduğunu göstermiştir.
- Bu genlerin çoğu, bakteri kromozomundaki 176 farklı bölgede yer almaktadır.
- Genetik analizler, bu genlerin önemli bir bölümünün yatay gen transferiyle kazanıldığını ortaya koymuştur.
- Bu durum, yatay gen transferinin bakterilerin hastalık yapıcı özellikler kazanmasında önemli rol oynayabildiğini göstermektedir.

İZLE

O157:H7'nin Bağırsak Hücrelerine Tutunması

Bi Dünya Biyoloji

- O157:H7 suşuna özgü bazı genler, bakterinin konak hücrelerle etkileşimini sağlayan proteinlerin sentezinde görev alır.
- Bu genlerden bazıları, bakterinin bağırsak duvarına tutunmasını sağlayan fimbrialarla ilişkilidir.
- Fimbrialar, bakterinin bağırsak hücrelerine bağlanmasını ve besin maddelerinden yararlanmasını kolaylaştırır.
- Böylece yatay gen transferiyle kazanılan genler, bakterilerin patojenik özelliklerinin gelişmesine katkıda bulunabilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Biyoteknolojik Önemi

- Bakteriler ve arkeler, sahip oldukları metabolik özellikler sayesinde çeşitli biyoteknolojik uygulamalarda kullanılmaktadır.
- İnsanlar, uzun yıllardır bakterilerden yararlanarak sütü peynir ve yoğurt gibi ürünlere dönüştürmektedir.
- Bakteriler ayrıca bira, şarap, fermente lahana ve soya sosu üretiminde görev alır.
- Prokaryotların biyolojik özelliklerinin daha iyi anlaşılması, yeni endüstriyel ve teknolojik uygulamaların gelişmesini sağlamıştır.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE



Bi Dünya Biyoloji

Genetik Mühendisliğinde Prokaryotların Kullanımı

- *Escherichia coli*, gen klonlama çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bakterilerden biridir.
- DNA polimeraz enzimleri, PCR tekniğinde DNA'nın çoğaltılmasını sağlayan temel bileşenlerdir.
- Prokaryotların genetik mühendislikte kullanılması, çeşitli biyolojik ürünlerin elde edilmesine olanak tanır.
- Günümüzde genetiği değiştirilmiş bakteriler, vitamin, antibiyotik, hormon ve başka birçok ürünün üretiminde kullanılmaktadır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Yeni Antibiyotiklerin Keşfindeki Rolü

- Toprakta doğal olarak yaşayan bakteriler, yeni antibiyotiklerin keşfi için önemli kaynaklar oluşturabilir.
- Bazı bakteriler, diğer mikroorganizmaların gelişmesini engelleyen antimikrobiyal bileşikler üretir.
- Bu doğal bileşiklerin araştırılması, yeni antibiyotiklerin geliştirilmesine katkıda bulunabilir.
- Prokaryotların metabolik çeşitliliği, tıbbi amaçlarla kullanılabilecek yeni maddelerin keşfi açısından önemli fırsatlar sunar.

İZLE

Prokaryotlarda CRISPR-Cas Savunma Sistemi

Bi Dünya Biyoloji

- Birçok bakteri ve arke, virüslere karşı savunma sağlayan CRISPR-Cas sistemine sahiptir.
- Bu sistem, prokaryotların genetik materyallerinde bulunan belirli DNA dizileriyle ilişkilidir.
- CRISPR bölgeleri, kısa DNA tekrarları ve bu tekrarların arasında bulunan farklı DNA dizilerinden oluşur.
- CRISPR-Cas sistemi, bakterilerin ve arkelerin virüslere karşı geliştirdiği doğal savunma mekanizmalarından biridir.

İZLE



Bi Dünya Biyoloji

CRISPR-Cas9 Sisteminin Çalışma Prensibi

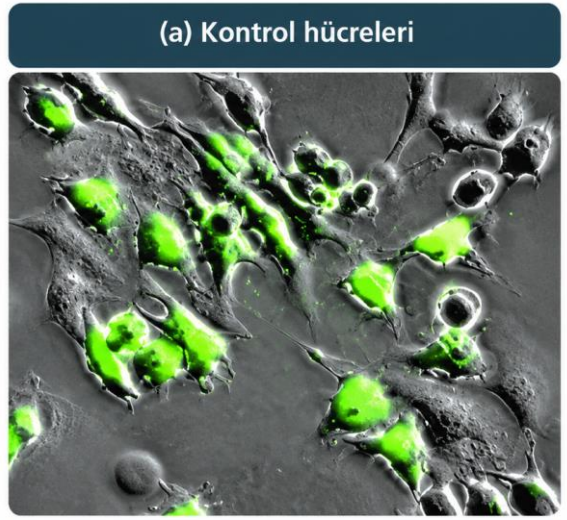
- CRISPR-Cas sisteminin bileşenlerinden yararlanılarak DNA üzerinde hedefe yönelik değişiklikler yapılabilen teknolojiler geliştirilmiştir.
- CRISPR-Cas9 sisteminde Cas9 proteini, DNA'yı kesebilen bir enzim olarak görev yapar.
- Rehber RNA, Cas9 proteininin hedef DNA dizisine yönlendirilmesini sağlar.
- Böylece belirli DNA bölgeleri kesilerek genetik materyal üzerinde kontrollü değişiklikler yapılabilir.

İZLE

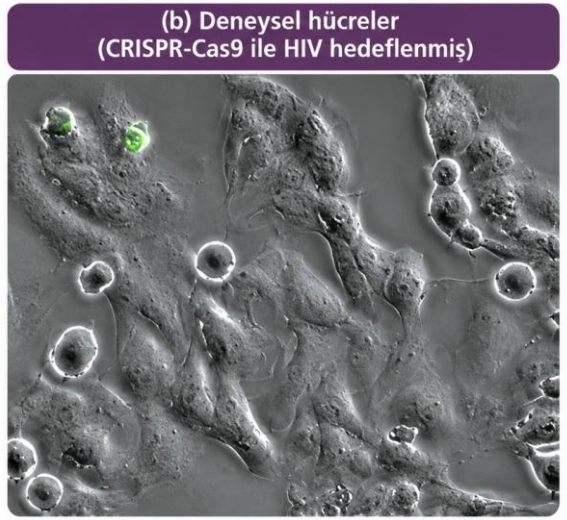
Bi Dünya Biyoloji

CRISPR-Cas9 ve HIV Araştırmaları

- CRISPR-Cas9 sistemi, HIV enfeksiyonuna yönelik yeni araştırma yaklaşımlarında kullanılmaktadır.
- HIV, enfekte ettiği insan hücrelerinin DNA'sına kendi genetik materyalini ekleyebilmektedir.
- Araştırmacılar, CRISPR-Cas9 sistemini kullanarak HIV ile ilişkili DNA dizilerini hedefleyen deneyler gerçekleştirmiştir.
- Yandaki figürde, CRISPR-Cas9 uygulanan ve uygulanmayan hücrelerde HIV enfeksiyonunun sonuçları karşılaştırılmaktadır.



Yeşil renk, HIV enfeksiyonunu indike etmektedir.



HIV'yi hedefleyen CRISPR-Cas9 sistemi ile muamele edilmiş hücreler.

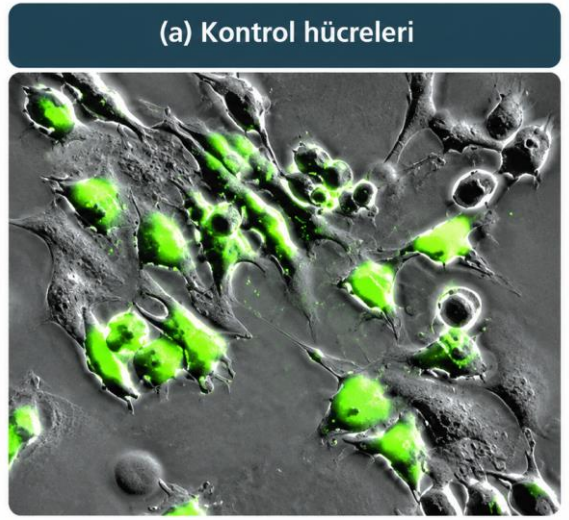
Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

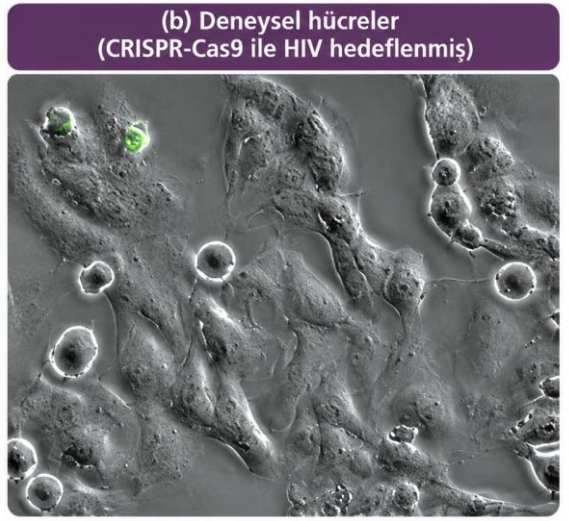
Bi Dünya Biyoloji

CRISPR-Cas9'un Deneysel Sonuçları

- Laboratuvar deneylerinde CRISPR-Cas9 uygulanmayan hücreler, HIV enfeksiyonuna duyarlı kalmıştır.
- HIV DNA'sını hedefleyen CRISPR-Cas9 sistemiyle işlem gören hücreler ise viral enfeksiyona karşı direnç göstermiştir.
- Bu bulgular, CRISPR-Cas9'un viral enfeksiyonlara yönelik araştırmalarda kullanılabileceğini göstermektedir.
- Yandaki figürde, kontrol hücreleri ile CRISPR-Cas9 uygulanan hücrelerin enfeksiyon durumları gösterilmektedir.



Yeşil renk, HIV enfeksiyonunu indike etmektedir.



HIV'yi hedefleyen CRISPR-Cas9 sistemi ile muamele edilmiş hücreler.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

CRISPR-Cas9 Teknolojisinin Potansiyeli

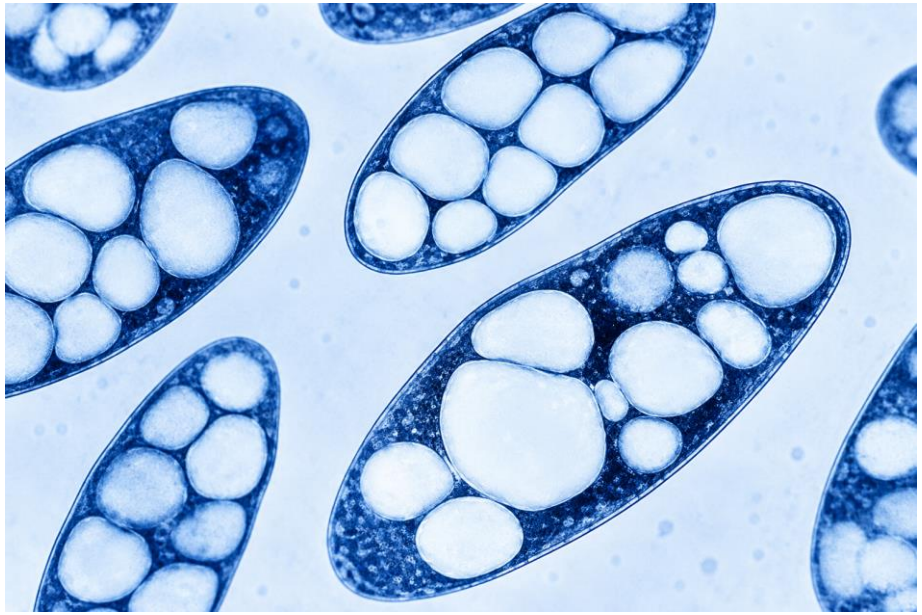
- CRISPR-Cas9, DNA üzerinde hedefe yönelik değişiklikler yapılmasını sağlayan güçlü bir araştırma aracıdır.
- Bu teknoloji, genetik materyalin düzenlenmesi ve hastalıklarla ilişkili DNA dizilerinin incelenmesi için yeni olanaklar sunar.
- CRISPR-Cas9'un farklı alanlarda kullanılabilmesi, genetik mühendisliğinde önemli araştırma fırsatları oluşturmuştur.
- Bununla birlikte, hedeflenmeyen genetik sonuçların önlenmesi için teknolojinin dikkatli biçimde uygulanması gerekir.

İZLE

Biyoplastik Üretiminde Bakterilerin Kullanılması

Bi Dünya Biyoloji

- Petrol kullanımını azaltmaya yönelik araştırmalarda bakterilerin doğal metabolik özelliklerinden yararlanılmaktadır.
- Bazı bakteriler, polihidroksialkanoat (PHA) adı verilen doğal plastik benzeri maddeler sentezler.
- Bu bakteriler, PHA'yı kimyasal enerji depolamak amacıyla hücrelerinde biriktirir.
- Yandaki figürde, PHA sentezleyen ve depolayan bakteriler gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

PHA ve Biyobozunur Plastiklerin Üretimi

Bi Dünya Biyoloji

- Bakteriler tarafından üretilen PHA, hücrelerden elde edilerek küçük tanecikler hâlinde işlenebilir.
- Bu madde, dayanıklı ve biyolojik olarak parçalanabilen plastiklerin üretiminde kullanılabilir.
- PHA temelli biyoplastikler, petrol kökenli plastiklere alternatif oluşturabilecek malzemeler arasındadır.
- Böylece bakterilerin metabolik faaliyetleri, çevresel etkileri azaltmayı amaçlayan endüstriyel uygulamalarda değerlendirilebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Bakterilerden Biyoyakıt Üretimi

- Araştırmacılar, petrol ve diğer fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak amacıyla bakterilerin metabolik özelliklerini incelemektedir.
- Genetik mühendisliğiyle değiştirilen bazı bakteriler, etanol üretimi için kullanılabilir.
- Bu üretimde biyokütle, tarımsal atıklar, *Panicum virgatum* (switchgrass) ve mısır gibi farklı organik kaynaklardan yararlanılabilir.
- Bakteriyel biyoyakıt üretimi, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik araştırma alanlarından biridir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Biyoremediasyonun Temel Amacı

- Biyoremediasyon, toprak, hava veya sudaki kirleticilerin uzaklaştırılması için organizmalardan yararlanılmasıdır.
- Prokaryotlar, çok çeşitli metabolik özellikleri sayesinde bu uygulamalarda kullanılabilir.
- Bazı bakteriler ve arkeler, çevrede bulunan organik atıkları parçalayarak daha farklı maddelere dönüştürebilir.
- Böylece prokaryotların metabolik faaliyetleri, çevre kirliliğinin azaltılmasına katkıda bulunabilir.

İZLE

Atıkların Bakterilerle Dönüştürülmesi

Bi Dünya Biyoloji

- Bazı anaerobik bakteriler ve arkeler, kanalizasyon atıkları gibi organik maddeleri parçalayabilir.
- Bu mikroorganizmalar, organik atıkları daha basit maddelere dönüştürerek atıkların işlenmesine katkıda bulunur.
- Kimyasal sterilizasyon sonrasında elde edilen bazı atık ürünler, düzenli depolama alanlarında kullanılabilecek malzemelere dönüştürülebilir.
- Bu uygulamalar, prokaryotların atık yönetimindeki biyoteknolojik önemini göstermektedir.

İZLE

Petrol Kirliliğinin Biyoremediasyonla Giderilmesi

Bi Dünya Biyoloji

- Bazı bakteriler, petrol ve benzeri organik kirleticileri metabolik faaliyetleri sırasında parçalayabilir.
- Bu özellik, petrol sızıntılarının neden olduğu çevre kirliliğinin giderilmesinde kullanılabilir.
- Kirlenmiş alanlarda bulunan bakterilerin faaliyetleri, petrol bileşiklerinin parçalanma sürecini hızlandırabilir.
- Yandaki figürde, petrol sızıntısının temizlenmesinde doğal bakterilerin faaliyetlerini desteklemek amacıyla gübre uygulaması yapılması gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Petrol Sızıntılarında Bakteriyel Faaliyetlerin Desteklenmesi

Bi Dünya Biyoloji

- Petrol sızıntılarının temizlenmesinde, çevrede doğal olarak bulunan mikroorganizmaların metabolik faaliyetlerinden yararlanılabilir.
- Bazı uygulamalarda bakterilerin gelişimini desteklemek için kirlenmiş alanlara besin maddeleri eklenir.
- Besin maddelerinin sağlanması, petrolü parçalayan bakterilerin faaliyetlerini artırabilir.
- Yandaki figürde, petrolün parçalanmasını hızlandırmak amacıyla doğal bakteri topluluklarının desteklendiği bir biyoremediasyon uygulaması gösterilmektedir.



Bektaş Tepe
gezimania_tr

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Radyoaktif Kirleticilerin Uzaklaştırılmasında Prokaryotlar

- Biyoremediasyon uygulamaları, petrol kirliliğinin yanı sıra radyoaktif kirleticilerin uzaklaştırılmasında da kullanılabilir.
- Bazı prokaryotlar, uranyum gibi radyoaktif metallerin yer altı sularından uzaklaştırılmasına katkıda bulunabilir.
- Bu uygulamalar, prokaryotların farklı kirletici türleriyle etkileşime girebilen metabolik özelliklerinden yararlanır.
- Böylece prokaryotlar, çevresel kirleticilerin kontrol altına alınmasında önemli biyolojik araçlar olarak değerlendirilebilir.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Yararlı ve Zararlı Etkilerinin Değerlendirilmesi

- Prokaryotlar, insanlarda hastalık oluşturabilen türlerin yanı sıra sağlık açısından yararlı çok sayıda mikroorganizmayı kapsar.
- Mutualist bakteriler, beslenme ve konak dokularının gelişimi gibi süreçlere katkıda bulunabilir.
- Patojen bakteriler ise enfeksiyonlar ve toksin üretimi yoluyla ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir.
- Prokaryotların insan yaşamındaki etkileri, metabolik çeşitliliklerine ve diğer organizmalarla kurdukları ilişkilere bağlı olarak değişir.

İZLE

Prokaryotların Bilimsel ve Teknolojik Potansiyeli

Bi Dünya Biyoloji

- Prokaryotlar, gıda üretiminden genetik mühendisliğine kadar birçok alanda kullanılan önemli organizmalardır.
- CRISPR-Cas9 gibi teknolojiler, prokaryotların doğal biyolojik sistemlerinin araştırılmasıyla geliştirilmiştir.
- Bakterilerin metabolik özellikleri, biyoplastik ve biyoyakıt üretimi gibi uygulamalarda değerlendirilebilir.
- Biyoremediasyon çalışmaları ise prokaryotların çevre kirliliğinin giderilmesindeki potansiyelini ortaya koymaktadır.

İZLE

Bi Dünya Biyoloji

Prokaryotların Biyolojik Çeşitlilikteki Yeri

- Prokaryotların metabolik ve beslenme biçimleri, ökaryotik organizmalarınkinden çok daha geniş bir çeşitlilik gösterir.
- Bu metabolik çeşitlilik, prokaryotların çok farklı yaşam alanlarında bulunmasını sağlar.
- Prokaryotların biyolojik faaliyetleri, ökaryotik organizmaların evriminde ortaya çıkan önemli yapısal yeniliklerin gelişimine de katkıda bulunmuştur.
- Bu nedenle prokaryotların incelenmesi, hem günümüz ekosistemlerinin işleyişini hem de yaşamın evrimsel geçmişini anlamak açısından önemlidir.

Bektaş Tepe
gezimania_tr

Teşekkür ederim

Prof. Dr. Bektaş TEPE

