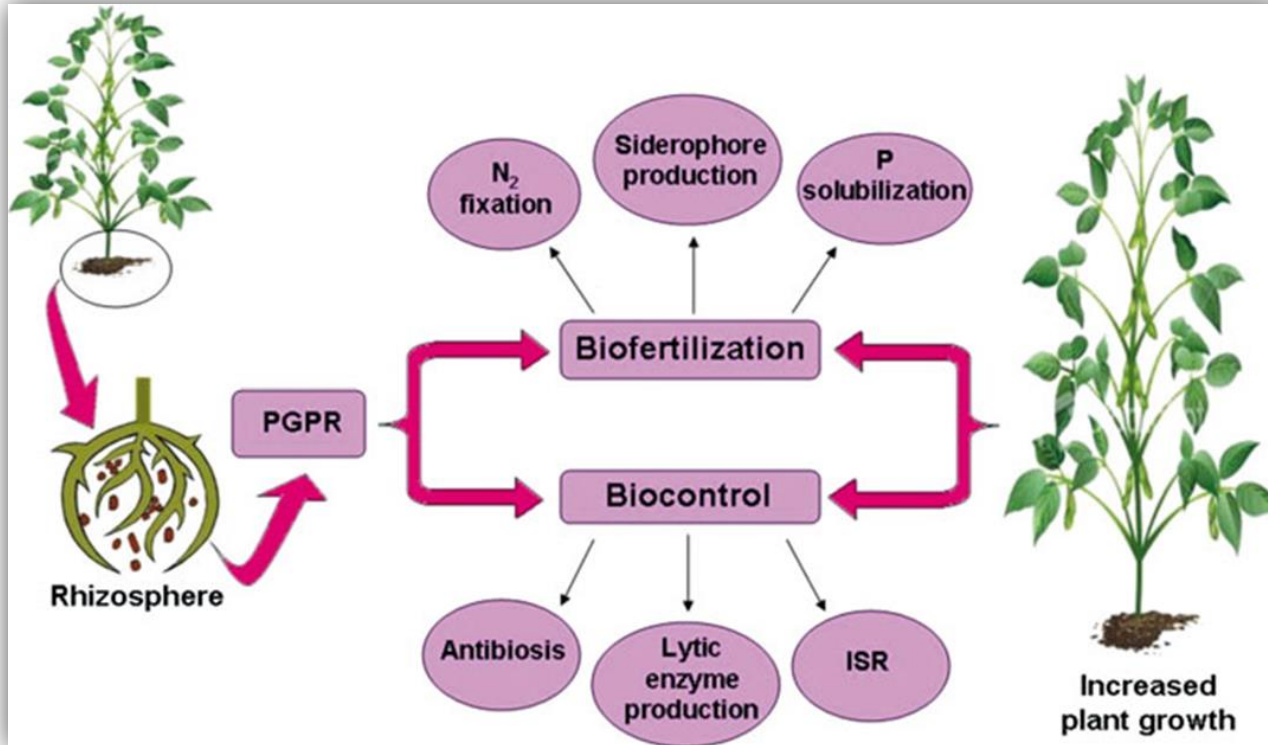


BİTKİ GELİŞİMİNİ UYARAN KÖK BAKTERİLERİ

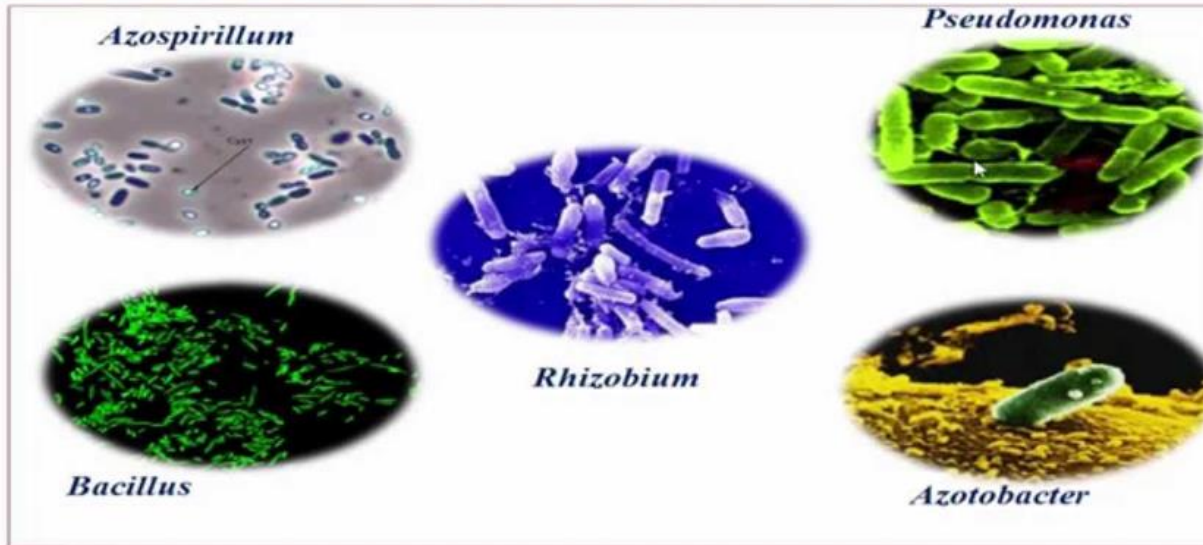
(Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR)

Yrd. Doç. Dr. Mesude FİGEN DÖNMEZ
Bitki Koruma Bölümü

- Toprak çok sayıda ve çeşitlilikte mikroorganizma topluluklarını barındırır. Bu mikroorganizma toplulukları arasında bitki kökleri ile ilişkili olan bakteriler vardır ve bu bakterilerin bir kısmının yararlı bir kısmının zararlı etkide bulunduğu görülmektedir. Yararlı etkide bulunan kök bakterilerinin bazıları **bitkilerde gelişmeyi uyarıcı** veya **biyokontrol ajanı** gibi rol oynayarak ya da her iki şekilde de davranarak bitkilere yararlı etkide bulunurlar. Bu tür yararlı etkide bulunan bakterileri için **“bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri”** denir.



PGPR'S



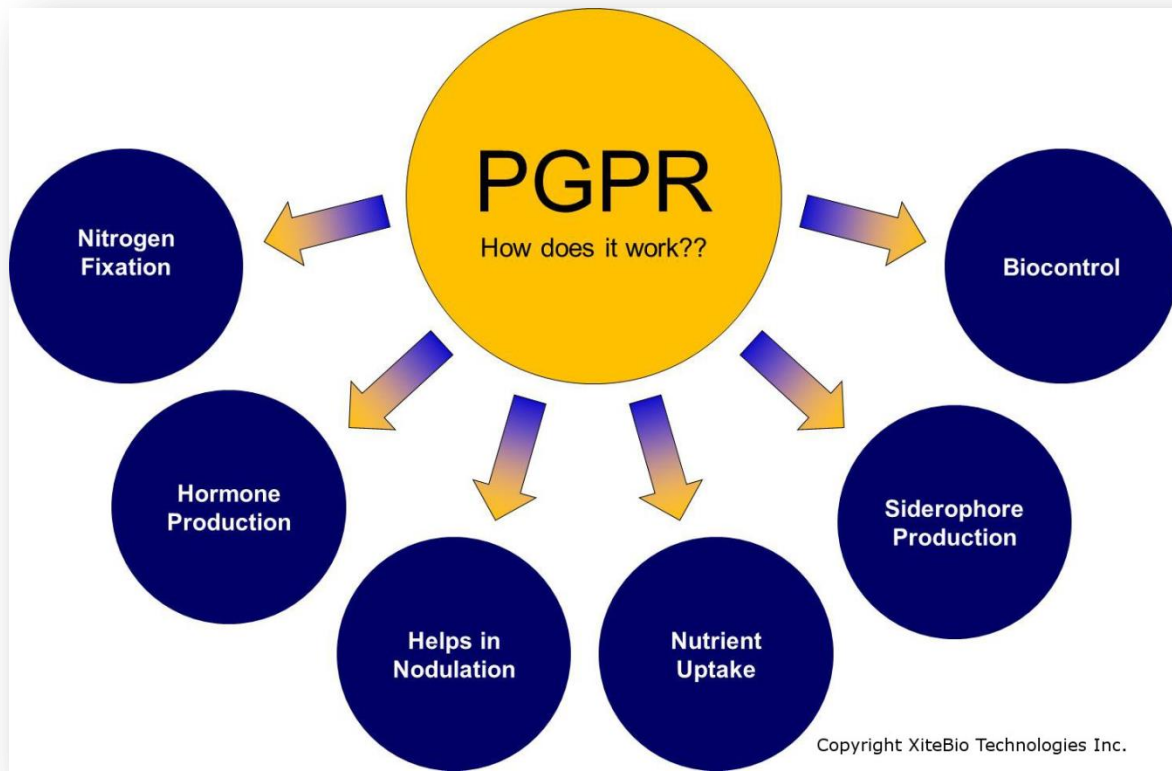
- *Bacillus*
- *Lactobacillus*
- *Paenibacillus*
- *Arthobacter*
- *Streptomyces*
- *Pseudomonas*
- *Burkholderia*
- *Comamonas*
- *Hydrogenophaga*
- *Agrobacterium*

- *Alcaligenes*
- *Enterobacter*
- *Pantoea*
- *Klebsiella*
- *Xanthomonas*
- *Serratia*
- *Rhizobium*
- *Bradyrhizobium*
- *Azospirillum*
- *Azotobacter*



Pseudomonas ve *Bacillus*'lar bitki gelişimini uyarıcı etkilerinin yanı sıra patojenler açısından çok iyi antagonistik özelliklere sahip olmaları nedeniyle de dikkat çekmektedirler.

Azot fikse eden bakterilerden *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azotobacter* ve *Azospirillum* kök bakterileri genelde bitki ile penetrasyona dayalı bir etkileşim içinde bulunurlar ve bunların biyokontrol etkileri çok zayıftır.



A- Besinlerden yararlanmayı kolaylaştırma

- *Siderofor üretimi
- *Fosfat çözünürlüğü
- *Azot fikzasyonu

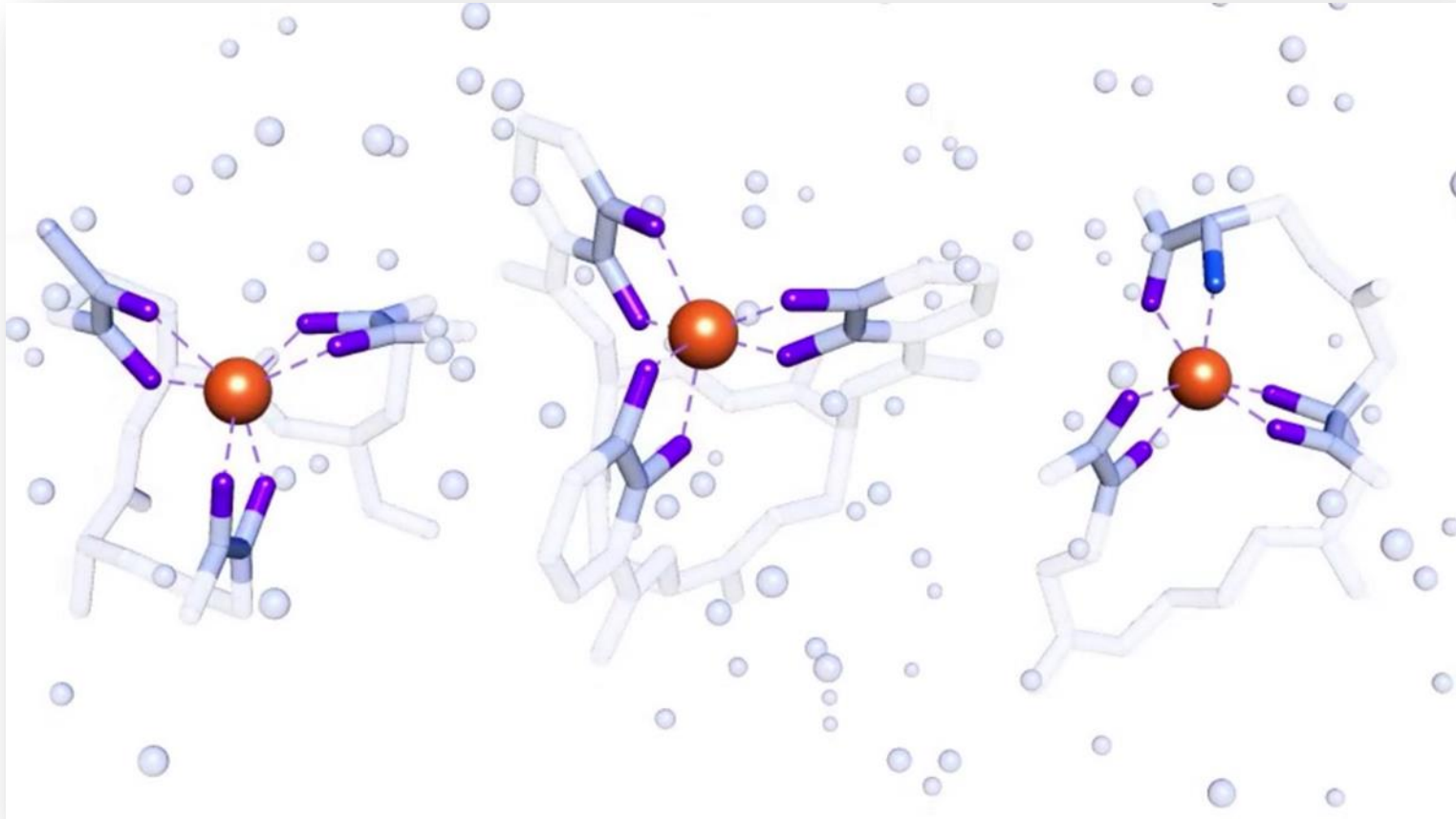
B- Büyüme hormonları üzerine olan etkileri

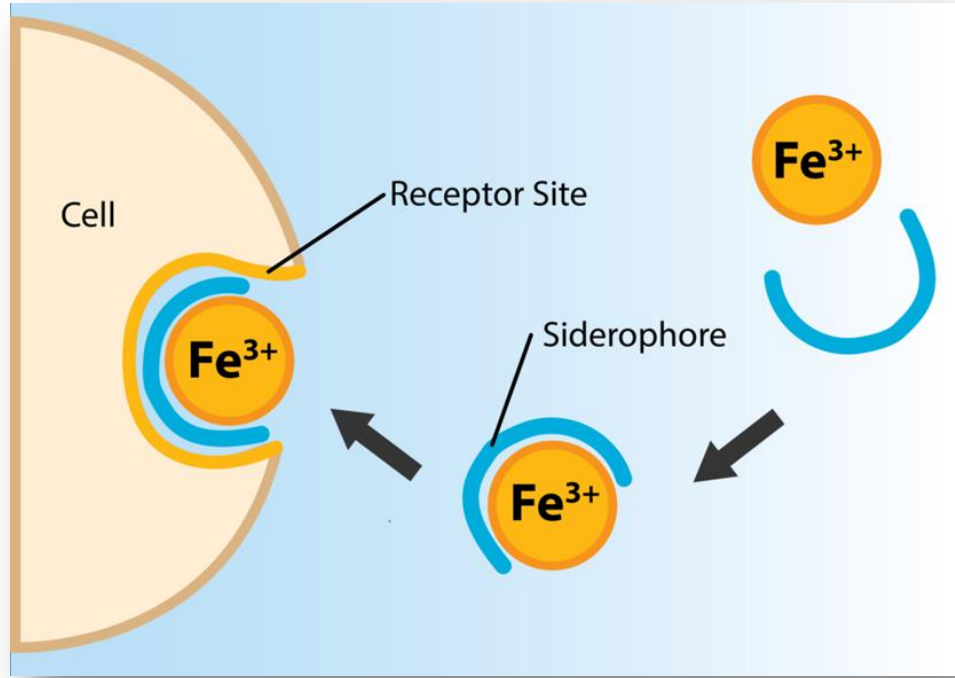
- *Indol asetik asit
- *Etilen

C- Biyolojik Kontrol

- *HCN üretimi
- *Antibiyotikler
- *Enzimler
- *Besin yarışması
- *ISR

BAKTERİYEL SİDEREFOR ÜRETİMİ



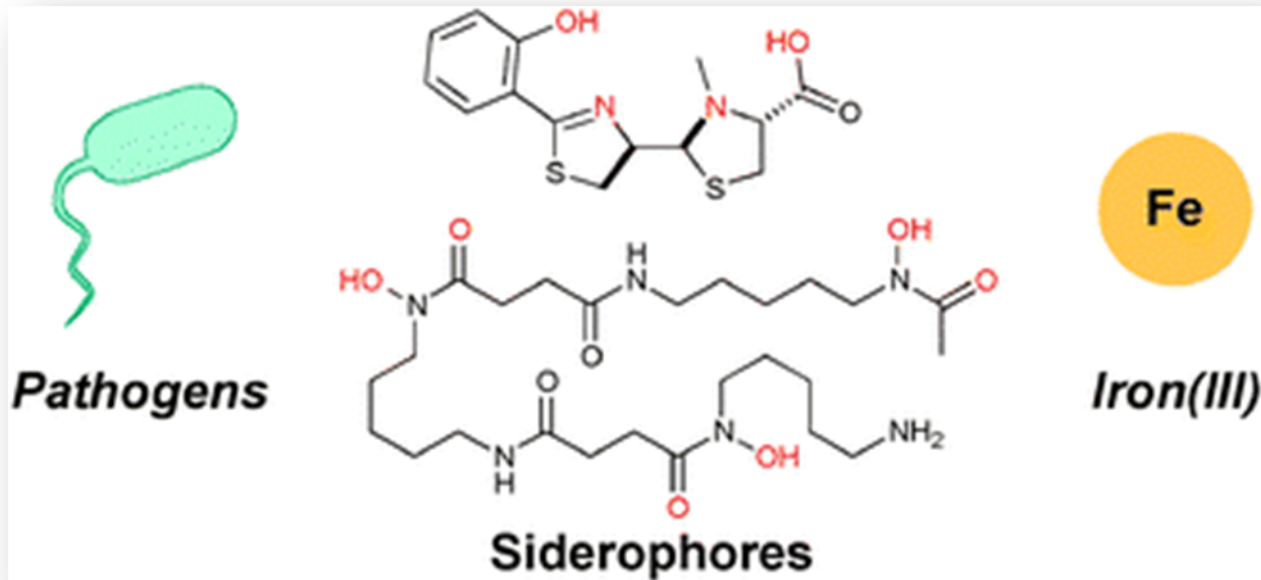


Bakterilerin ekstraselüler olarak ürettiği, düşük moleküler ağırlıklı, demir iyonları için yüksek uyuma sahip, suda çözünebilen moleküllerdir.

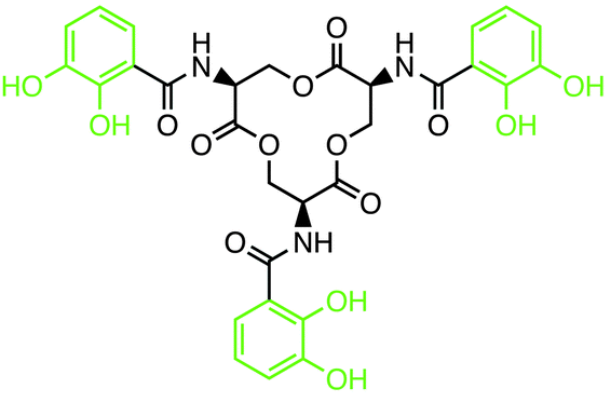
Sideroforlar pek çok değişik amino asitleri yapısında bulunduran ve 400-1500 Da molekül ağırlığındaki demiri bağlayan proteinlerdir.

- Mikroorganizmaların enerji metabolizmalarında önemli bir rol oynayan demir, toprakta kullanılabilir serbest iyon halinde sınırlı oranda bulunur. Bu durum demirin toprakta güç çözünen **ferrik hidroksit polimerleri** halinde bağlanmış olmasından kaynaklanır.
- Sidereforlar bakteri dışında kompleks olarak bulunan demir elementlerinin çözünmesini sağlarlar ve bu çözünmüş kompleksler çeşitli taşıma mekanizmaları ile hücre içine alınırlar.

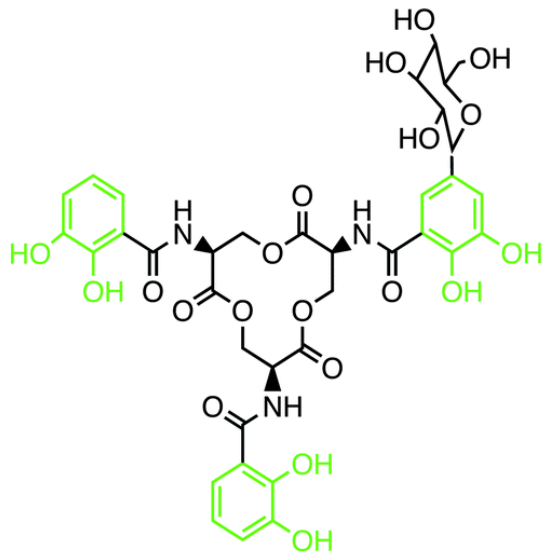
- Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri hem kendi salgıladığı sideroforları hem de zararlı mikroorganizmalar tarafından salgılanan sideroforları kullanabilirken zararlı mikroorganizmalar yalnızca kendi salgıladıkları sideroforları kullanabilirler. Böylece PGPR'lar kendilerinden daha düşük afiniteli sideroforlar üreten zararlı mikroorganizmalarla Fe^{+3} için girdikleri rekabette PGPR'lar toprakta sınırlı miktarda bulunan demiri alarak patojenlerin gelişmesini engeller. Patojenlerin engellenmesiyle de biyokontrol yoluyla bitki gelişimi olumlu yönde etkilenir.



Catecholate

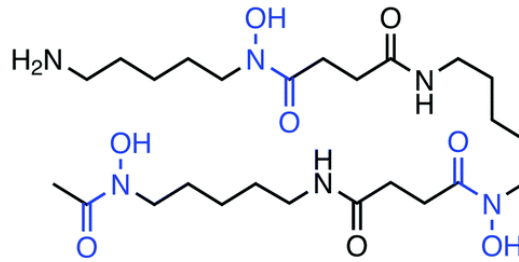


Enterobactin



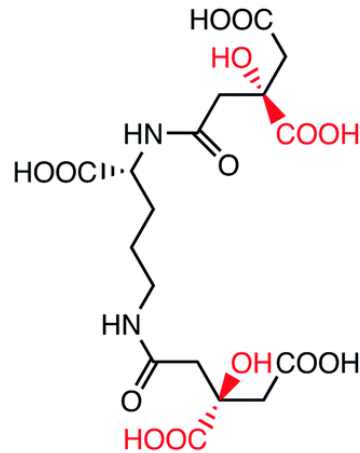
Salmochelin MGE

Hydroxamate



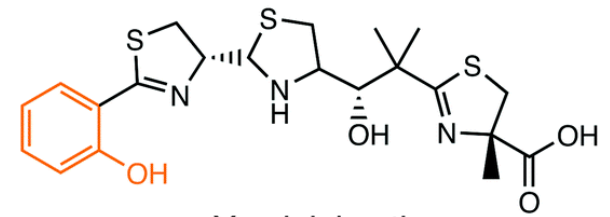
Desferrioxamine B

Carboxylate

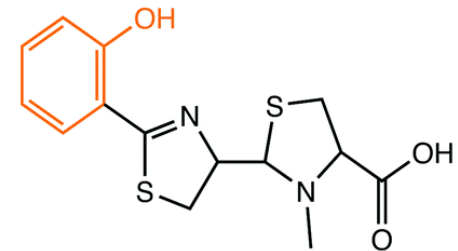


Staphyloferrin A

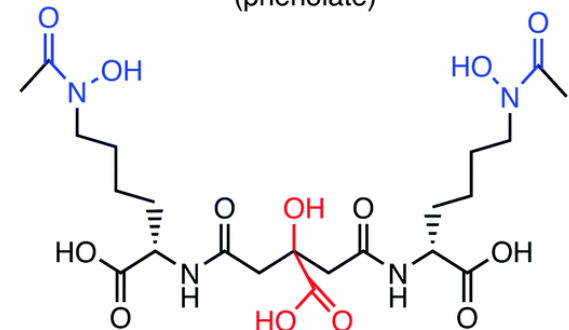
Mixed Type



Yersiniabactin
(phenolate)



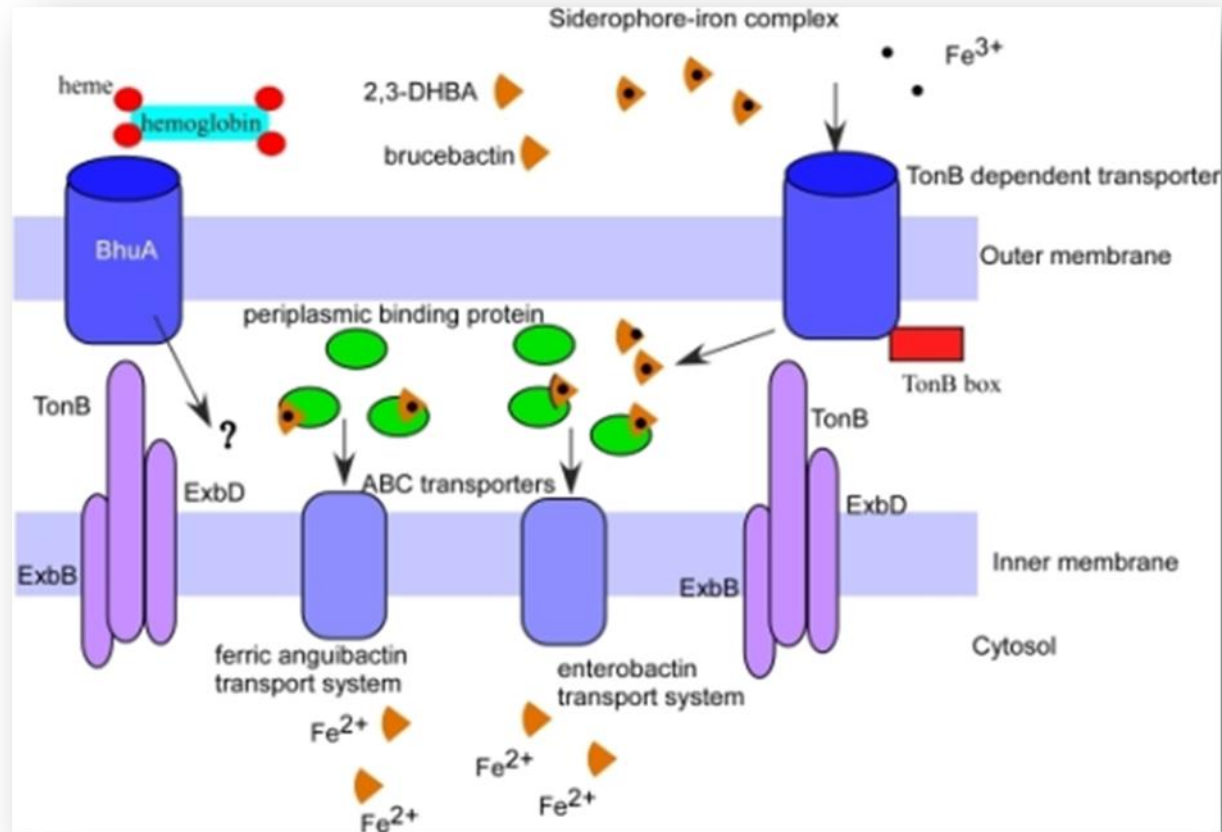
Pyochelin
(phenolate)



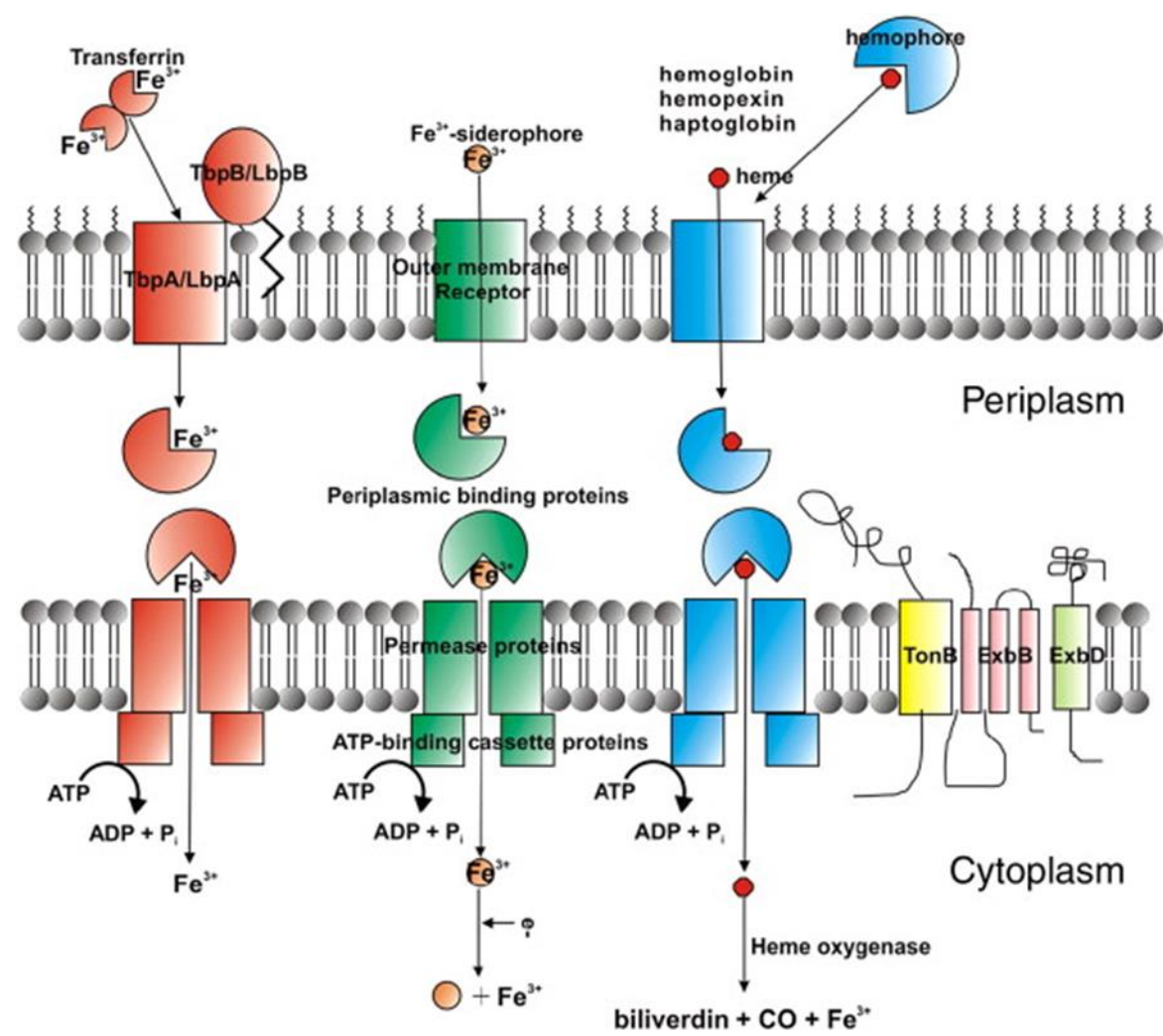
Aerobactin
(citrate-hydroxamate)

Sideroforun Kimyasal tipi	Siderofor	Mikroorganizma
Hidroksamat	Ferrikrom	<i>Ustilago sphaerogena</i>
	Desferrioksamin B	<i>Streptomyces pilosus</i>
	Desferrioksamin E	<i>Streptomyces coelicolor</i>
	Fusarinin C	<i>Fusarium roseum</i>
	Ornibaktin	<i>Burkholderia cepacia</i>
Katekolat	Enterobaktin	<i>Escherichia coli</i>
	Bacillibaktin	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus anthracis</i>
	Vibriobaktin	<i>Vibrio cholerae</i>
Karboksilat	Rhizobaktin	<i>Rhizobium meliloti</i>
	Rhizoferrin	<i>Rhizopus microspores</i>
	Staphyloferrin A	<i>Staphylococcus hyicus</i>
Karışık ligant	Azotobaktin	<i>Azotobacter vinelandii</i>
	Pyoverdin ve pyochelin	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
	Yersiniabaktin	<i>Yersinia pestis</i>
	Maduraferrin	<i>Acinomadura madurae</i>

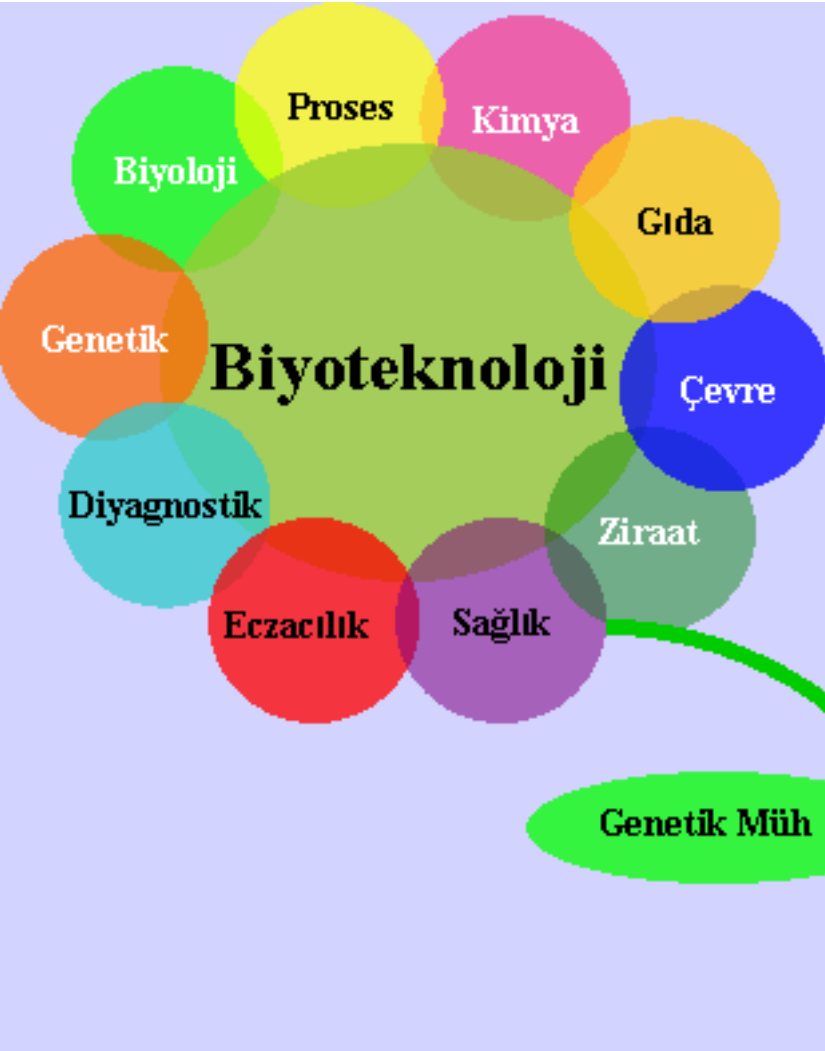
Bakterilerde Siderofor Taşıma Sistemi



- Sideroforlar çok özel taşıma sistemleri tarafından bakterilere taşınır. Bütün mikroorganizmalarda demir alınımında;
- *Dış membran reseptörü,
- *Periplazmik siderofor bağlayıcı protein (PBP) ve
- *İç membranda ATP'ye bağlı kaset (ABC) taşıyıcılarının siderofor taşıma sisteminde görevleri vardır.



Mikrobiyal Sideroforların Uygulama Alanları



- Moleküler biyoloji
- Hücre biyolojisi
- Biyokimya
- Fizyoloji
- İmmünoloji
- Mikrobiyoloji

- Matematik
- Kimya Mühendisliği
- Protein Mühendisliği
- Finansman
- Sosyoloji



Sideroforların Tarımsal Uygulamaları

- Yapılan alışmalar rizosfer bakterilerinin tohum, yumru ya da toprağa uygulandığında bitki gelişimini arttırdığını , ürettiği sideroforlar ile demiri fungus ve bakteriler için kullanamaz hale getirmesi nedeniyle, demir noksanlığı oluşturarak, toprak kaynaklı patojenlerin gelişimini engellediğini göstermektedir. Özellikle, biyogübre ve biyokontrol ajanı (bakteriostatik ve fungistatik) olarak kullanılabilceği bildirilmiştir.
- *Pseudomonas* strainleri tarafından üretilen sideroforların, gerekli olan Fe-III bağlayarak, fungal patojenlerin spor oluşumunu engellediği ve hastalığı ortadan kaldırdığı tespit edilmiştir.

- PGRB tarafından üretilen pyoverdin ve pyochelin gibi sideroforların köklerin çevresindeki demiri yakaladığı ve böylece solgunluk ve kök çürüklüğüne sebep olan *Fusarium oxysporum* ve *Pythium ultimum* gibi patojenlerin beslenmesine engel olarak patojenin çoğalmasını durdurduğu belirlenmiştir.
- Patateslerde yumru çürümesine neden olan *Erwinia carotovora* pv. *atroseptica* (Eca)'nın engellenmesinde fluorescent pseudomonasların siderofor üretiminin rolü olduğu saptanmıştır.
- *Pseudomonas putida* tarafından üretilen sideroforların *Fusarium* klamidosporelerinin çimlenmesini ya da mikrokonidilerin çim borucuğunun uzamasını önlediği belirlenmiştir.
- Yumrulara uygulanan *Pseudomonas putida* ve *P. fluorescens*'in salgıladığı sideroforların hidrojen siyanid üretimini engelleyerek topraklardaki verim azalışını önlediği belirlenmiştir.

Bitki köklerinin çevresindeki (rizosferdeki) mikroorganizmalar tarafından üretilen sideroforlar demir gibi bazı gerekli minerallerin varlığını ve alımını artırırlar.

Rizosferik bakteriler tarafından üretilen hidroksamat ve katekolat sideroforlar bitkiler tarafından kullanılmaktadır.

Özellikle *Azotobacter* ve *Pseudomonas* bakterileri;

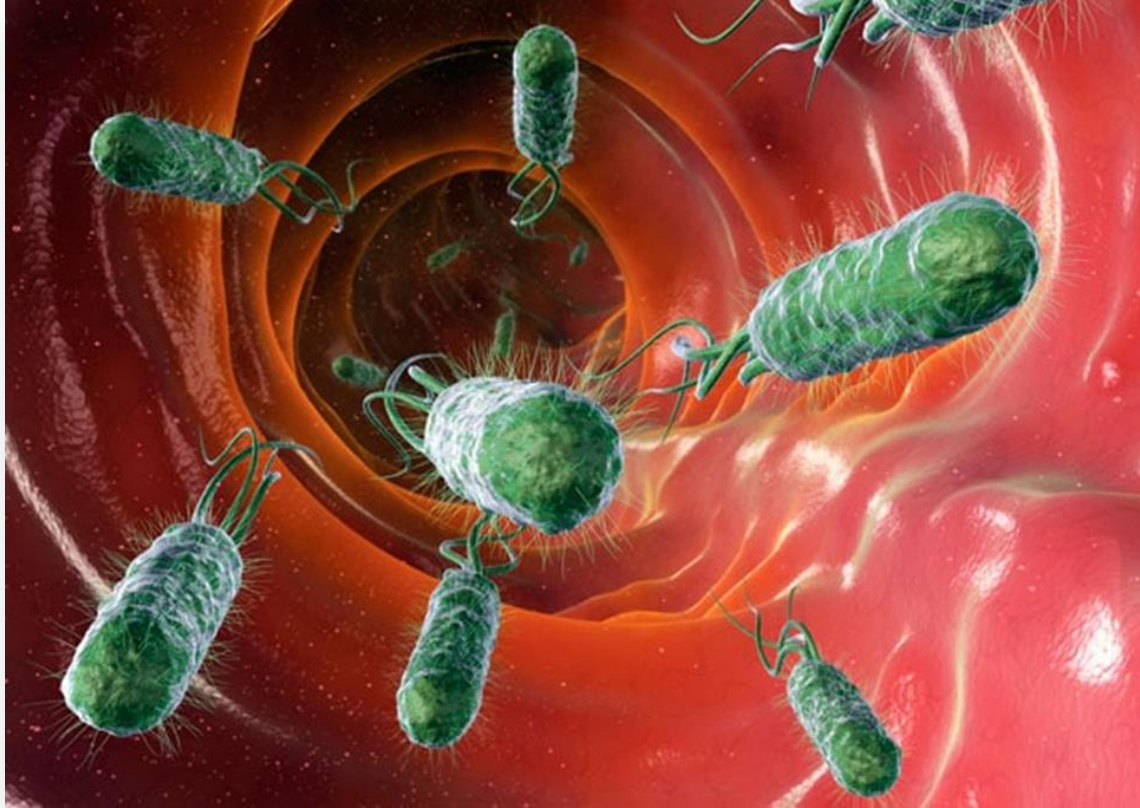
*rn, kalite ve veriminin arttırılmasına yönelik tarım uygulamaları



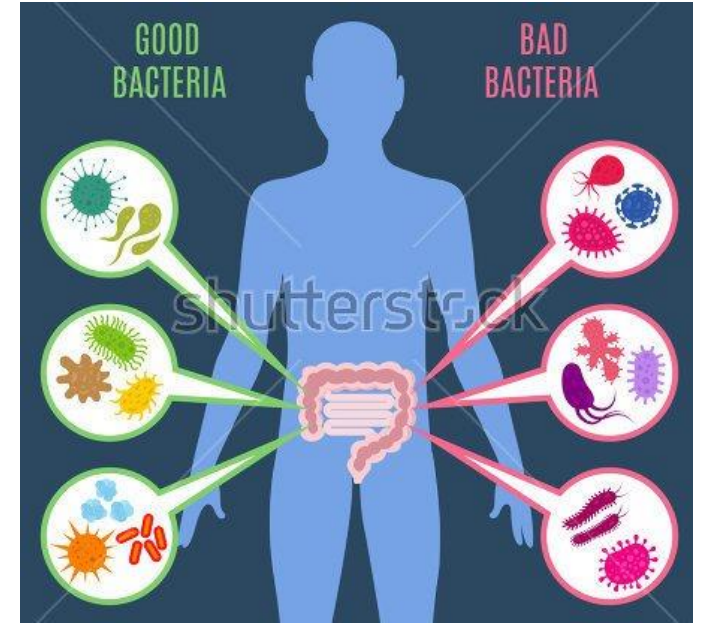
Sideroforların Tıbbi Uygulamaları

- Demir; insan yaşamında değişik fizyolojik aktiviteler için gerekli olup fazlalığı ve eksikliği değişik hastalıklara sebep olması nedeni ile sideroforlar tıpta bazı klinik uygulamalarda yer almaktadır.
- Sideroforlar bazı insan hastalıklarının tedavisinde özellikle kanser ve malaria gibi hastalıkların tedavisinde demir taşıyıcısı ve antibiyotik olarak kullanılmaktadırlar.
- Örneęin, siderofor desferrioksamın B (DFB); romatoit arthritis, alzheimer, talasemi (akdeniz anemisi), yaralanma, tümör, böbrek yetmezliği gibi hastalıkların tedavisinde geniş kullanıma sahiptir.

- Barsakların normal flora üyesi, fakültatif anaerob, gram negatif bir basil olan *Escherichia coli* aynı zamanda insan için önemli bir fırsatçı patojendir. Konukçunun savunma mekanizmasının zayıfladığı durumlarda idrar yolu enfeksiyonu, barsak ve barsak dışı enfeksiyonlara neden olmaktadır.



- Patojen *E. coli* strainlerinde siderofor varlığı önemli bir virülans özelliğidir. Organizmaya vücut sıvılarında çok az miktarda bulunan serbest demiri bağlayabilme ve hücre içine alabilme yeteneği sağlamaktadır. Barsak bakterilerinde enterobaktin (fenolat) ve aerobaktin (hidroksamat) olmak üzere 2 tip siderofor tanımlanmıştır. Septisemi ve üriner sistem enfeksiyonlu hastalardan izole edilen *E. coli* strainlerinde aerobaktin üretimi yüksek bulunmuştur.



- Sideroforların biyoaktif gruplarının antimikrobiyal ajanlara eklenmesiyle yeni tedavi protokolleri oluşturulabilmektedir.

Sideroforların Çevresel Uygulamaları

- Son yıllarda ağır metallerin çevresel kirliliğe olan katkısının bir hayli arttığı bilinmektedir. Bazı metallerin yüksek konsantrasyonları ve ağır metallerin düşük konsantrasyonları canlı çevre üzerinde toksik etki yapmakta, çok büyük fonksiyonel zararlara yol açmaktadır.
- Gelişen teknoloji ile birlikte artış gösteren bu tür ağır metallerin ortamlardan temizlenmesi ve olumsuz etkilerinin minimuma indirilmesi bir hayli önem kazanmıştır. Çevresel kirlilik etmeni olan bu tip metallerin gideriminde sideroforların bir çözüm yolu olarak belirmesi bu bileşiklerin önemini bir kat daha arttırmakta ve sideroforları araştırmaya değer kılmaktadır.





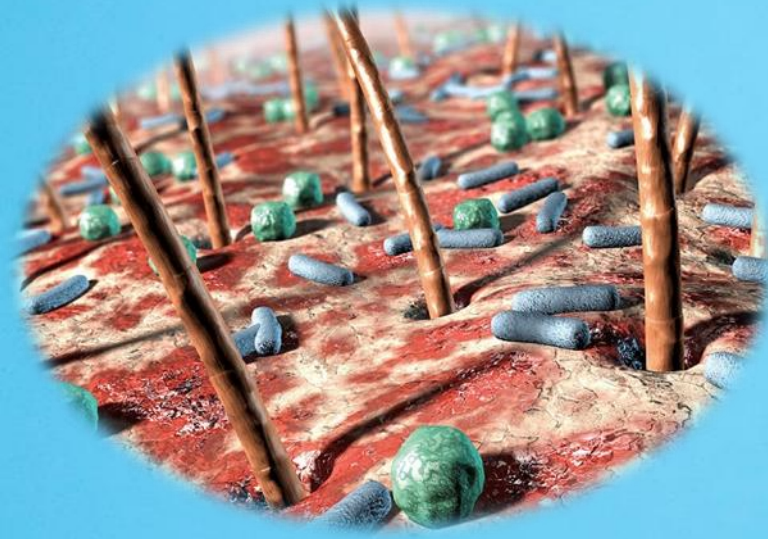
- Bakteriyel sideroforlar pasın giderimi, kanalizasyon sularının temizlenmesi gibi değişik çevresel sorunlarını çözmeye dair son yıllarda birçok çalışmada kullanılmaktadırlar.



- Bazı bakteriler metal bağlayan *polisakkarit üretirler. Buna ilaveten mangan, nikel ve demir gibi metalleri *özel reseptörler yoluyla absorbe ederler. Özellikle gram pozitif bakterilerin hücre duvarının metal bağlama özelliği oldukça güçlüdür.
- Sideroforların, demir yanında başka metalleri de bağlayabilme kapasitesine sahip olduğu bilinmektedir. Bir siderofor çeşidi ile yapılan çalışmada sideroforun, 16 çeşit metali (Ag^+ , Al^{3+} , Cd^{2+} , Co^{2+} , Cr^{2+} , Cu^{2+} , Eu^{3+} , Ga^{3+} , Hg^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Tb^{3+} , Tl^+ and Zn^{2+}) bağladığı tespit edilmiştir.
- Metallerin azlığı koşullarında siderofor sistemi organizmaya besin faktörü olarak katkı sunarken, aşırılık koşullarında ise ağır metal toksisitesine karşı bakterileri korumaktadırlar.

Kozmetikte Siderofor

- *Klebsiella pneumoniae*'nin sideroforlarının ise hem antimalarial olarak hem de kozmetik alanında deodorant olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.



Siderofor Varlığının Ortaya Çıkarılması

- Bakteri suşlarının siderofor üretimlerinin tespiti için Chrome Azurol S (CAS) agarlı besiyerleri kullanılmaktadır. Bakteri kolonilerinin etrafında gelişen portakal renkli halenin varlığı, pozitif olarak kabul edilmektedir.

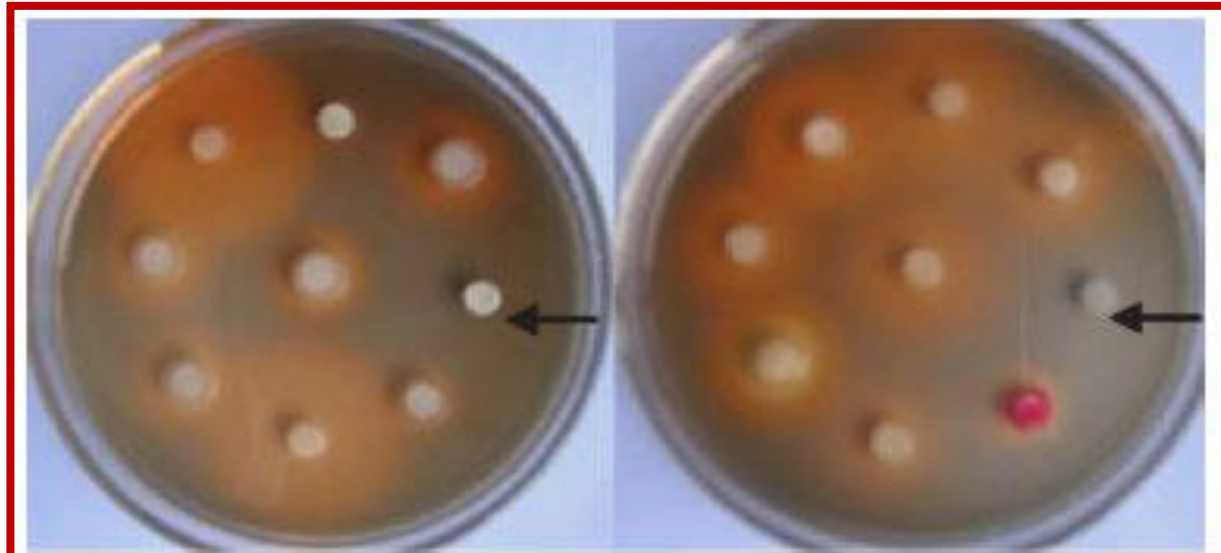
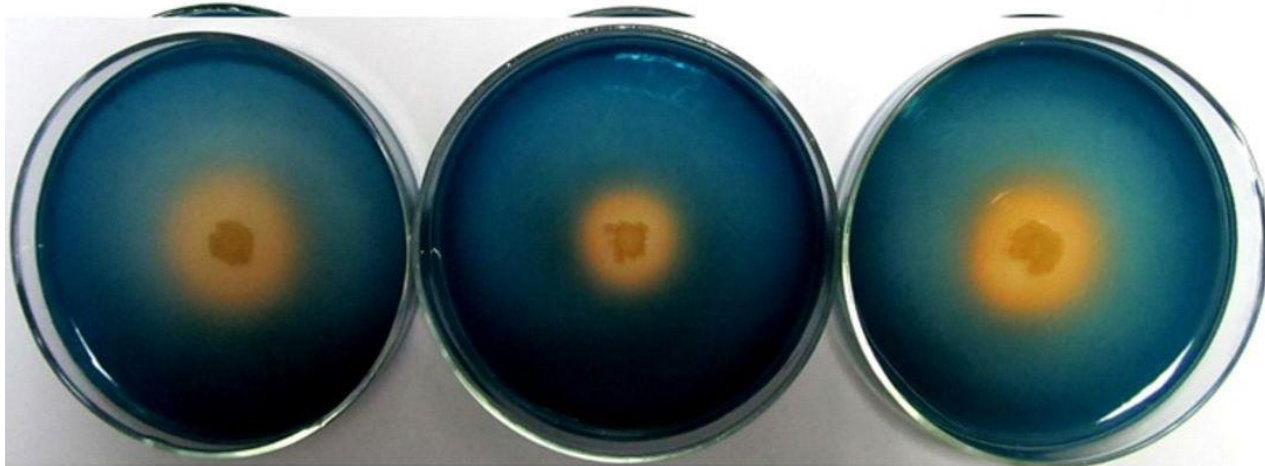


Figure 1. Screening of siderophore-producing bacterial isolates using CAS agar plates. The arrows indicated the isolates PC-1012 (the left one), and G-2-17-1 (the right one) which couldn't grow on CAS agar plates. The circles in the center of the orange halos were filter papers soaked up with bacterial supernatant.

- Sideroforun miktarı 510 nm de optik dansiteyi ölçmekle hesaplanabilmektedir.
- Bir diğer kolorimetrik metot CAS (krom azurol S) boyası ile hegzadesiltrimetilamonyum bromür (HDTMA) kompleksini kullanmayı içermektedir. Siderofor tarafından CAS- HDTMA kompleksinden demirin alınması, boyanın renginde değişime neden olmaktadır.
- Boyanın rengi
- Maviden menekşe mora dönmesi katekol tip siderofor varlığını (*Aspergillus niger*),
- Maviden turuncuya dönmesi hidroksamat tip siderofor varlığını (*Bacillus cereus*) ve
- Maviden açık sarıya dönmesi ise karboksilat tip siderofor varlığını (*Rhizopus oligosporus*) göstermektedir.

B Siderophore production



M18

M18G

**M18G/
pME-gacA**

- Sideroforun var olup olmadığı belirlendikten sonra, tipini belirlemek için kimyasal karakterizasyona ihtiyaç duyulmaktadır.
- Kimyasal bir karakterizasyon ise ;
 - *ince tabaka kromatografisi,
 - *yüksek performans sıvı kromatografisi,
 - *nükleer magnetik rezonans ve
 - *kütle spektroskopisi ile yapılabilmektedir.

PGPR'ların Fosfat Çözünürlüğüne Etkisi

- **Toprağın pH'sı** ve **kireç içeriği** fosforun bitkiler tarafından alınabilirliğini etkileyen faktörlerdir.
- Topraktaki fosforun bitkiler tarafından en iyi alınabildiği pH sınırları 6,5-7,5 değerleri arasındadır. Toprak pH'sının 6,5'in altında olduğu durumlarda fosfor topraktaki etkin halde bulunan Fe, Al ve Mn gibi katyonlar ile çökelti meydana getirmek suretiyle fikse olur ve bitki tarafından alınamaz.
- Toprak pH'sının 7,5'in üzerinde olduğu durumlarda ise fosforlu gübrelerdeki monokalsiyum fosfat , trikalsiyum fosfata dönüşerek erimez veya çok güç erir formda fikse olur.
- Ayrıca kireçli alkali topraklarda genel olarak serbest halde bulunan CaCO_3 ile fosforun teması sonucu fosfor CaCO_3 'ün yüzeyine çökerek fikse olur ve bitkiler tarafından alınamaz forma dönüşür.

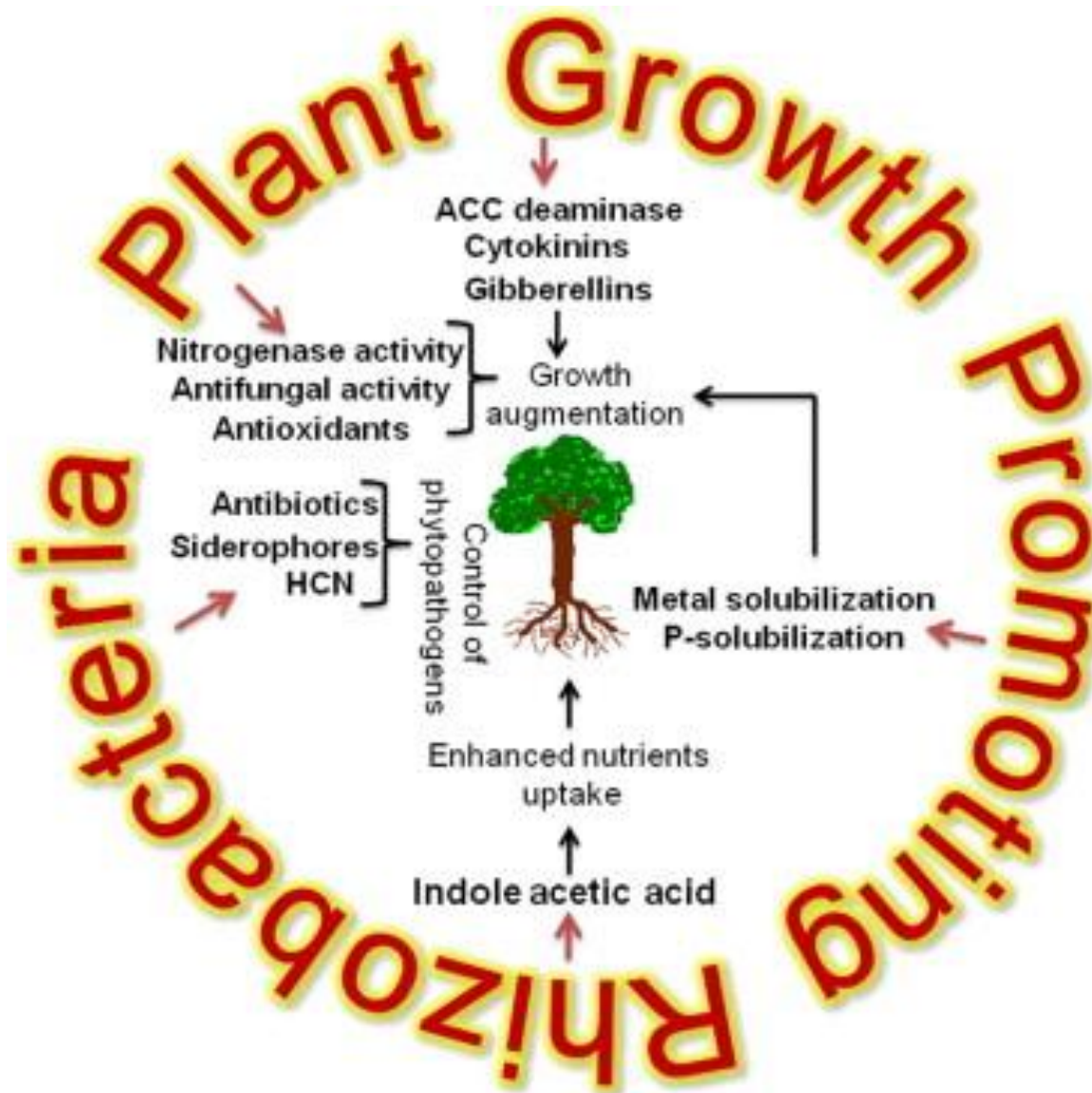
- Kök bakterilerinin fosfor çözünürlülüğü üzerine olan etkileri daha çok toprak pH'sı üzerine olan etkilerinden kaynaklanmaktadır.
- Kök bakterilerinin salgılamış oldukları glukonik asit, sitrik asit gibi organik asitler ve H+(proton) pompalanması sonucu toprak pH'sı etkilenecek fosfor bitkiler tarafından alınabilir forma dönüşür.

En iyi fosfat çözücü kök bakterileri arasında *Pseudomonas*, *Bacillus* ve *Rhizobium* genusları yer almaktadır.

PGPR'lar ve Azot Fikzasyonu

- **SİMBİYOTİK AZOT FİKZASYONU:**
- Belli mikroorganizmalar ile bitki kökleri arasında simbiyotik bir ilişki söz konusudur. Bunun en karakteristik örneği baklagiller ile bunların köklerinde nodül oluşturan *Rhizobium*'lar arasındaki ilişkidir.
- **SİMBİYOTİK OLMAYAN AZOT FİKZASYONU:**
- Simbiyotik olmayan biyolojik azot bağlama yeteneğine sahip toprakta serbest yaşayan birçok mikroorganizma vardır. Bunlar arasında *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Clostridium*, *Anabaecna* ve *Nastoc*'u sayabiliriz.
- Simbiyotik olmayan azot bağlamada neme, oksijene ve organik bir besin kaynağına ihtiyaç vardır.

PGPR'lar ve Hormon Üretimi



IAA ÜRETEN KÖK BAKTERİLERİ

Azotobacter,
Pseudomonas,
Azospirillum,
Rhizobium,
Bacillus ve
Enterobacter gibi bitki
gelisimini uyarıcı
bakteriler örnek
verilebilir.

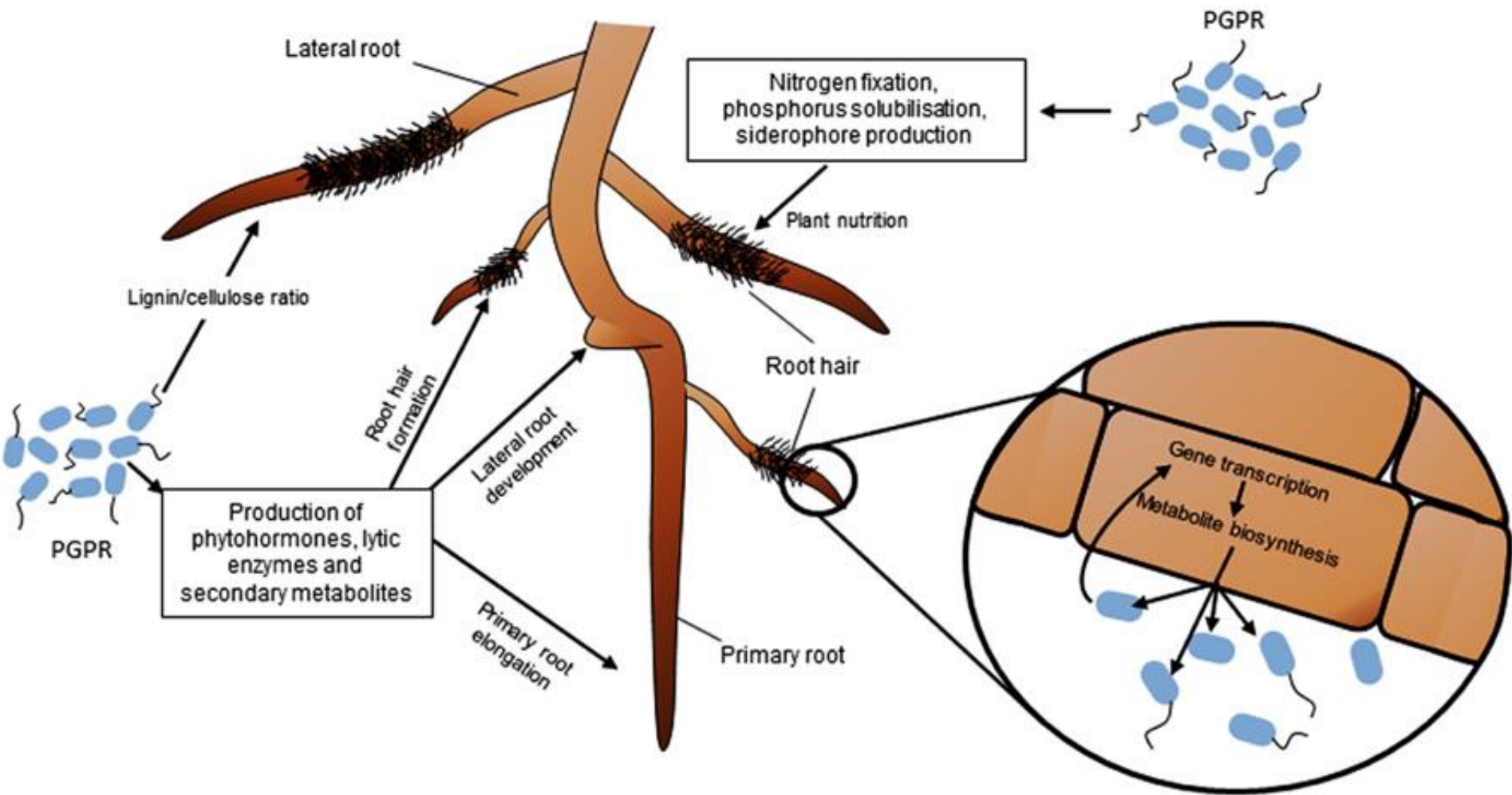


- **Bazı olaylarda etilenin varlığı konsantrasyona bağlı olarak uyarıcı iken bazı olaylarda engelleyicidir.**
- Etilen birçok bitkinin tohumlarının çimlenmesinde gereklidir. Tohum çimlenmesinde ve fidelerin gelişmesi sırasında etilenin üretim oranı artmaktadır.
- Etilenin düşük seviyelerinde kök oluşumu ve büyümesi artmakta ve kök uzaması uyarılmaktadır.
- Yüksek seviyelerdeki etilen ise kök uzamasını engellemektedir.
- Ayrıca bitki köklerine mikroorganizmaların saldırması sonucu bitkide etilen sentezi artar. Bu etilen sentezinin artışı kök gelişmesini önlemektedir.

- Bitkiler tarafından etilen sentezi asamasında ACC (1-amino-cyclopropone-1-carboxylic acid) önemli rol oynar.
- ACC bitkilerde etilen varlığının direkt belirleyicisidir.



- ACC deaminase enzimi etilen sentezinde önemli aşamalardan biri olan ACC oluşumunu engeller.
- Birçok bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri ACC deaminase aktivitesi göstermektedir. PGPR tarafından üretilen ACC deaminase yardımıyla etilen seviyesinin düşürülmesiyle bitkilerin kök uzunluğu artmaktadır.



- **HCN (Hydrogen Cyanide):**

- Zararlı mikroorganizmalar kök gelişimi için zararlı olan HCN üretirler.
- Bu bakteriler HCN üretmek için demire ihtiyaç duyarlar. Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinden siderofor üretenler bu zararlı bakterilerin HCN üretmesine engel olurlar.
- Bitki gelişimini uyaran kök bakterilerinin sideroforları diğer zararlı bakterilerin sideroforlarına göre demir (III) ile daha yüksek uyuma sahiptir. Ortamda sınırlı miktarda bulunan demiri PGPR'lar kullandığı için zararlı bakterilerin kullanması için ortamda demir kalmaz ve bu bakteriler HCN üretemez.

- **Antibiyotikler:**

- Bir organizmanın, başka bir organizmanın metabolitleriyle engellenmesi antibiyosis e dayalı bir biyolojik kontrol mekanizmasıdır. Bu metabolitler patojenlere karşı geniş bir etkiye sahip antibiyotikler ve intra spesifik olan bakteriosinlerdir.
- Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterileri tarafından salgılanan çeşitli antibiyotikler ve bakteriosinler ile zararlı mikroorganizmaların gelişmesi engellenir. Bu zararlı mikroorganizmaların engellenmesiyle de bitki kökleri daha iyi gelişir.



- Antibiyotikler mikroorganizmalara karşı toksik olan ve ortamda yayılabilen kimyasal bileşiklerdir.
- Bir antibiyotik bakteri hücrelerinde; hücre duvarı, hücre membranı, protein ve nükleik asit sentezinde gerekli olan bir enzim üzerinde etkilidir.

***Erwinia herbicola*'nın Ürettiği Antimikrobiyal Bileşikler ve İnhibe Ettiği Organizmalar**

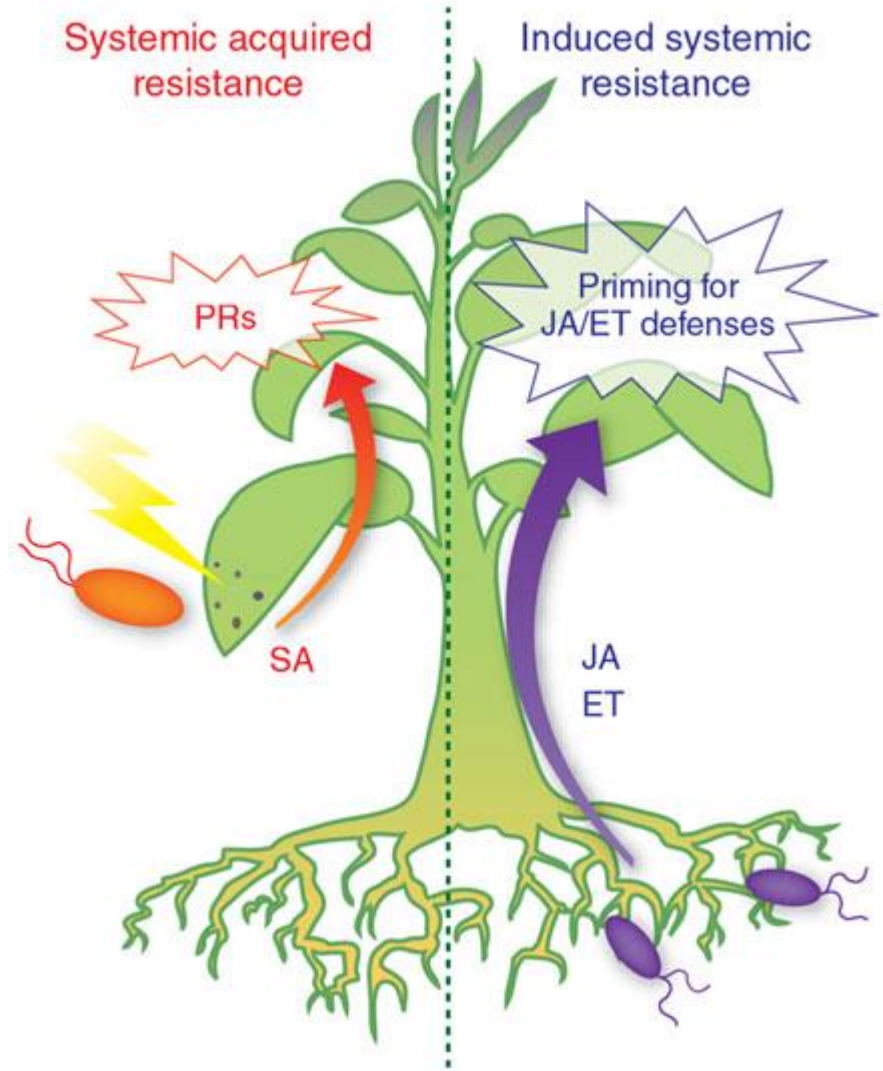
Antimikrobiyal Bileşik	İnhibe Ettiği Organizma
Organik Asit	<i>Erwinia amylovora</i>
Beta-Glucosidase	<i>E. amylovora</i>
Beta-Lactam	Bakterilerin büyük kısmı
Herbicolin O	Bakterilerin büyük kısmı

- Bakteriosinler ise birçok bakteri türü tarafından üretilen aynı veya yakın ilişkili türlerin diğer ırklarına karşı aktivite gösteren protein içerikli antibakteriyel maddelerdir.
- Birçok bakteriosin bağlanma ve öldürme açısından hücre duvarı üzerinde spesifik yerlere gereksinim duyarlar.
- Bakteriosinler genelde protein sentezini, DNA stabilitesini ve membran bütünlüğünü atkileyerek bakterileri öldürürler.

Bakteriosin Üreten MO	İnhibe edilen Organizma	Bakteriosin
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	Patojenik strain <i>P. s. pv. syringae</i>	Syringacin
<i>Erwinia herbicola</i>	<i>E. amylovora</i>	Herbicolacin
<i>E. carotovora</i>	Patojenik strain <i>E. carotovora</i>	Carotovoricin
<i>Agrobacterium radiobacter</i>	<i>A. tumefaciens</i>	Agrocin

- **Enzimler:**
- Bitki gelişimini uyaran kök bakterileri Chitinase, Beta-1,3 glucanase, protease, lipase gibi enzimler sentez ederler.

- Bir bitkide biyolojik olarak uyarılmış 3 çeşit sistemik savunma sistemi tanımlanmıştır. Bunlar;
- **1.** Nekrotik mikroorganizmalar tarafından tetiklenen "sistemik kazanılmış dayanıklılık" (SAR)
- **2.** Patojen olmayan rizobakter izolatlarının köklerde kolonize olmasıyla aktive olan "uyarılmış sistemik dayanıklılık" (ISR)
- **3.** Böceklerin beslenmesine bağlı olarak ortaya çıkan doku hasarlarıyla uyarılan "yara uyarımlı savunma sistemi "





- *Tohum Kodlama
- *Fide veya fidanların köklerinin bakteriyel solüsyona daldırılması
- *Toprağa inokulasyon
- *Bitki yapraklarına sprej

- Tahıl yapraklarına *Bacillus pumilus* uygulandığında, *Puccinia recondita*'nın ürediosporun çim tüplerini eriterek enfeksiyonunu önlemektedir.



- *Puccinia allii* (soğan pası)'ye karşı soğan yapraklarına *Bacillus cereus* uygulandığında pas püstüllerinin sayısında önemli oranda azalma olmuştur.



- Buğdayda zor olum (take-all) hastalığının (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) engellenmesi için tohumlara *Pseudomonas fluorescens* uygulaması yapıldığında (10^8 - 10^9 h/tohum) hastalığın engellendiği görülmüştür.



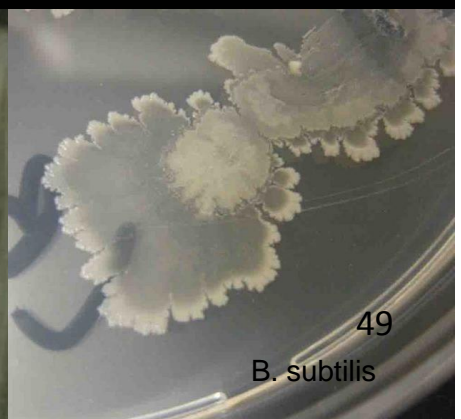
- *Bacillus subtilis*, *B. cereus* subsp. *mycoides* ve *B. thuringiensis* gibi bakteriler fasulye pası etmeni *Uromyces phaseoli*'nin uredospor çimlenmesini engellemiştir.



B. mycoides



1 B.th.



49 B. subtilis



© 2008 NC State University

Pseudomonas cepacia'nın
yer fıstığında *Cercospora*
yaprak lekesine karşı
engelleyici olduğu
belirlenmiştir.





Figure 3: Sclerotinia Stem Rot severity and increased root growth achieved using tomato-associated rhizobacteria strains compared to the untreated and *S. sclerotiorum*-inoculated control. KU158884: *Bacillus thuringiensis* B2; KT921327: *B. subtilis* B10; KT921429: *Enterobacter cloacae* B16.





GÖNEN

KONTROL

54 35

GÜBRE

CEYHAN

KONTROL

S4 35

GÜBRE

GÖNEN



KONTROL



NK 12



GÜBRE

CEYHAN



KONTROL

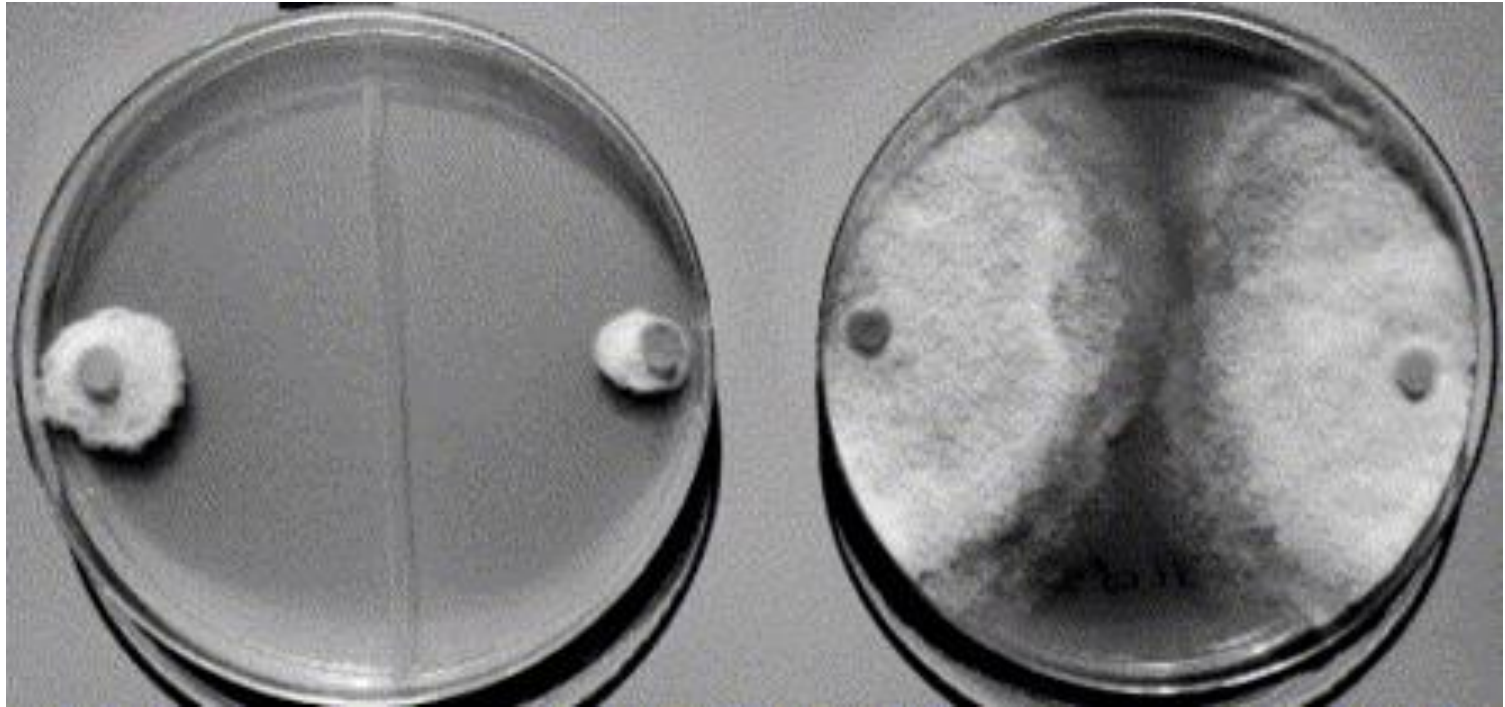


NK 12

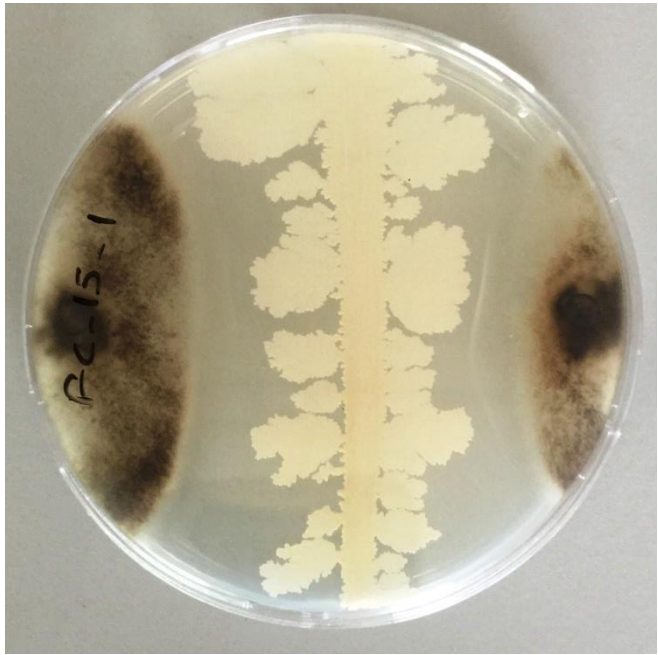


GÜBRE











Control *Azospirillum* sp. strain TN10 *Agrobacterium* sp. strain TN14 *Pseudomonas* sp. strain TN36 *Enterobacter* sp. strain TN38 *Rhizobium* sp. strain TN42



Un-inoculated Control



Inoculated with different PGPR strains



Effect of *Bacillus subtilis* in the biomass production of pepper plants (root). Treatments *Bacillus* and treatments without *Bacillus*.

SONUÇ



Günümüzde bitkisel üretimde rastgele kimyasal gübre ve pestisit kullanımı toprak sağlığının bozulmasına, çevre kirlenmesine, patojen ve zararlı popülasyonlarının artmasına neden olmaktadır. Tarımsal ekosistemlerde birçok toksik ve tehlikeli kimyasal madde bulunmakta ve bunlar bitki, toprak, yeraltı suları ve gıdaların içine karışmaktadır. Tüm dünyada yeterli miktar ve kalitede gıda temininin kirletici tarımla sağlanamayacağı endişesi yaygınlaşmakta ve sonuç olarak sağlıklı bir tarım sistemi için PGPR kullanımı ile başarılı sonuçların alınması mümkün olacaktır.

TEŐEKKÜRLER



Bella Dancer