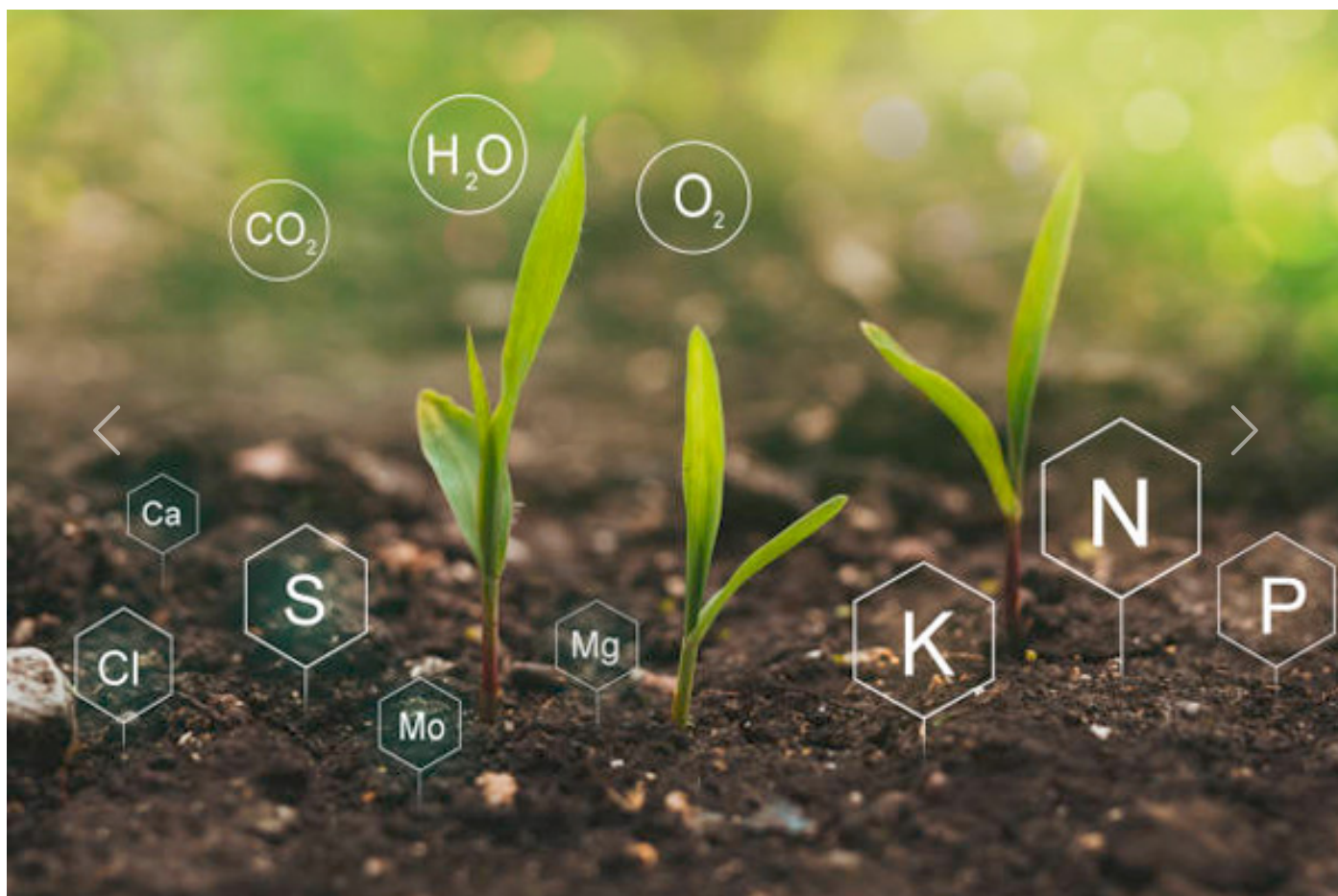


Bitkiler İçin Mikrobiyal Biyostimülanların Yararlı Etkileri

Автор(и): проф. Андон Василев, от Аграрния университет в Пловдив; доц.д-р Йорданка Карталска, Аграрен университет, Пловдив; гл. ас. д-р Катя Димитрова, Аграрен университет, Пловдив; Димитър Петков, Агредо

ООД

Дата: 30.03.2023 **Брой:** 3/2023



Mikrobiyal biyostimulanların üretimi, en yaygın olarak mikroorganizmaların çeşitli besiyerlerinde kültüre edilmesiyle gerçekleştirilir. Elde edilen mikrobiyal biyokütle ve metabolik ürünler, sıvı mikrobiyal preparatlar (stabilize bir ortamda), kurutulmuş ürünler (liyofilizasyon yoluyla) olarak formüle edilir veya belirli bir taşıyıcıya (selüloz, dekstroz, genleştirilmiş kil vb.) veya bir süspansiyona dahil edilir.

Mikrobiyal biyostimulanlar tohumlara, toprağa (doğrudan veya sulama ve fertigasyon yoluyla) veya büyüyen bitkilere uygulanır. Mikrobiyal biyostimulanların bitkiler üzerindeki etki mekanizmaları tam olarak aydınlatılmamış

olsa da, bitki büyümesi üzerindeki olumlu etkilerine dair ikna edici kanıtlar bulunmaktadır. Artık etkilerinin, başlıcaları aşağıdakiler olan çeşitli süreçlerin uyarılmasından kaynaklandığı kabul edilmektedir:

- biyolojik azot fiksasyonu
- çözünmez fosfatların mobilizasyonu;
- demir şelatlayıcı bileşiklerin üretimi;
- hormon üretimi ve fitohormonal durumun kontrolü.

Bakterilerin ve rizobakterilerin bitkiler üzerindeki faydalı etkileri

Biyolojik azot fiksasyonu, simbiyotik (*Rhizobium* spp.) ve diğer bazı mikroorganizmaların (*Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp., *Bacillus polymyxa*, *Gluconoacetobacter diazotrophicus*, *Burkholderia* spp., vb.) en iyi bilinen etkilerinden biridir. Atmosferik azot (N_2 , %78), iki azot atomu arasındaki son derece kararlı üçlü bağ nedeniyle bitkiler için erişilemez durumdadır. Yukarıda bahsedilen mikroorganizmalar, nitrojenaz enzimi aracılığıyla atmosferik azotu bitkilerin kullanabileceği amonyum formuna (NH_4^+) dönüştürme yeteneğine sahiptir.

Simbiyotik azot fiksasyonunun baklagil bitkilerinin azot beslenmesindeki rolü uzun zamandır bilinmektedir. Günümüzde daha büyük ilgi, serbest yaşayan mikroorganizmaların diğer tarım ürünlerinin azot beslenmesini destekleme yeteneğidir. Bu konudaki mevcut bilgiler hala sınırlıdır, ancak uygun koşullar altında serbest yaşayan azot bağlayıcılar içeren mikrobiyal biyostimulanların toprağı dekar başına 2-3 kg azotla zenginleştirebileceği varsayılmaktadır.

Rizosfer bakterilerinin (PGPR) bitki büyümesini teşvik ettiği bir diğer mekanizma, topraktaki fosfor ve demirin kullanılabilirliğini artırmalarıdır. Topraktaki toplam fosfor içeriği genellikle yüksek olmasına rağmen, kimyasal fiksasyon ve düşük çözünürlük nedeniyle bunun sadece %0,1'i bitkiler için kullanılabilir durumdadır.

Mikroorganizmalar, çözünmez inorganik ve organik fosfatların bitkilerin kullanabileceği formlara biyolojik dönüşümünü sağlar. Toprak ortamına organik asitler ve fosfat enzimleri (fosfataz ve fitaz) sentezler ve salgırlar. Organik asitler inorganik fosfatların kullanılabilirliğini artırırken, fosfat enzimleri organik fosfatların kullanılabilirliğini artırır. Bu kapasiteye sahip başlıca PGPR'lar *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Erwinia* vb. cinslerine aittir. Bu mikroorganizmalar toplu olarak, toprak çözeltisini asitleştiren ve böylece fosfor içeren bileşiklerden fosfat iyonlarının çözünürlüğünü artıran düşük moleküler ağırlıklı organik asitler üretir. Çözünmez fosfatları çözerek, mikroorganizmalar toprak çözeltisinden önemli bir P kısmını dolaylı olarak asimile edebilir. Mikrobiyal hücrelerin ölümü üzerine, içerdikleri fosfor salınır, bu da onun hem bitkiler hem de diğer toprak organizmaları tarafından alınmasını sağlar.

Fosfat çözücü mikroorganizmalar, farklı ortamlarda geniş bir metabolik fonksiyon yelpazesi sergiler, bu da önemli ölçüde daha yüksek bitki büyümesine, gelişmiş toprak özelliklerine ve artan biyolojik aktiviteye yol açar. Bu mikroorganizmalar ayrıca atmosferik azotun fiksasyonuna katılır, diğer mikro besinlerin kullanılabilirliğini hızlandırır, oksinler, sitokininler ve gibberellinler gibi bitki hormonları üretir; sideroforlar, hidrojen siyanür, enzimler ve/veya kitinaz, selüloz, proteaz gibi fungisidal bileşikler salgılayarak fitopatojenik mikroorganizmalara karşı antagonizma sağlar.

Nötr veya alkali reaksiyonlu topraklardaki demirin büyük bir kısmı, bitkiler için kullanılamaz bir formda, örneğin demir (III) iyonu Fe(III) şeklindedir. Bitkilerin demir alımı için iki stratejisi vardır: **strateji 1** çözünürlüğünü artırarak, ardından kök hücre zarlarında demir (II) iyonu Fe(II)'ye indirgenmesi ve **strateji 2** (ağırlıklı olarak tahıl türlerinde) Fe(III) ile şelat kompleksleri oluşturan fitosideroforların salgılanması. Rizosferik mikroorganizmalar, tahıl ürünlerine benzer şekilde, mikrobiyal sideroforların (düşük moleküler ağırlıklı şelat oluşturan bileşikler) sentezi yoluyla bitkilerin demir alımını kolaylaştırabilir. Bakteriler esas olarak üç grup siderofor üretir – katekolatlar, hidroksamalar ve karboksilatlar, toprak mantarları ise dört grup üretir: ferrikromlar, koprogenler, fusarininler ve rodotorulik asit. Doğaları ne olursa olsun, demir asimilasyonuna ve bitkiler tarafından alımına katılan çözünür demir kompleksleri oluştururlar. Fe(III)-siderofor kompleksinin mineral yüzeyinde oluştuğu, toprak çözeltisine transfer edildiği ve diğer organizmalar tarafından alım için kullanılabilir hale geldiği varsayılmaktadır. Sideroforların rolü sadece Fe'nin biyoyararlanımını artırmakla sınırlı değildir, aynı zamanda ortamdaki diğer temel elementlerle (yani Mo, Mn, Co ve Ni) kompleksler oluşturma ve bunların mikrobiyal alımını iyileştirme yeteneğini de içerir.

Mikroorganizmaların bitkileri etkilediği üçüncü bir mekanizma, bitki hormonlarının (veya büyüme düzenleyicilerinin) üretimi ve ayrıca bitkilerin hormonal durumunun kontrolü ile ilgilidir. Oksinler, gibberellinler, sitokininler, etilen, absisik asit ve diğerleri gibi fitohormonların bitkilerde bir dizi fizyolojik ve morfolojik süreci düzenlediği bilinmektedir.

Aşılانmış bitkilerde etilen salınımının azaldığı defalarca tespit edilmiştir. Etilen yaşlanma hormonu olarak bilinir. Bitkilerdeki öncülü 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asittir (ACC). Stres koşullarında etilen üretimi artar, büyümeyi sınırlar ve bitkilerde yaşlanmayı uyarır. Mikroorganizmalar tarafından üretilen ACC deaminaz, aşılانmış bitkilerde etilen seviyelerini düşürme ve büyüme süreçlerini geri kazandırma yeteneğine sahiptir.

Arbusküler mikorizal mantarların bitkiler üzerindeki faydalı etkileri

Mikoriza (ektomikoriza ve arbusküler mikoriza), karasal bitkilerin %80'inin kökleri ile mikorizal mantarlar arasındaki bir simbiyozdur. Arbusküler mikoriza, bitkilerin mineral beslenmesinde önemli bir rol oynayabilir çünkü

köklerin topraktaki hacmini ve temas yüzeyini büyük ölçüde artıran bir hif ağı oluşturur.



Toprağa mikorizal ürünler eklenerek kökler etrafında bir mikorizosfer oluşturulması

Bitki köklerinin toprağın iç hacminin en fazla %5-10'unu işgal ettiği bilinmektedir; bu nedenle, besin maddelerinin büyük bir kısmı onların erişiminin ötesinde kalır. Mantar hifleri, "çalışan köklerin" kalınlığından (0,2-0,3 mm) daha incedir, bu nedenle toprakta daha yüksek penetrasyon kapasitesine ve buna bağlı olarak topraktaki besin maddelerine ve suya daha fazla erişime sahiptirler. Mikorizal ürünler başarıyla aşılandığında, kökler için erişimi zor olan fosfor ve bir dizi mikro besinin teminini kolaylaştıran bir "mikorizosfer" oluşur. Glomus spp., arbusküler mikorizal mantarların en yaygın cinsidir ve belirli bitki türlerine yönelik geniş ve daha dar uzmanlığa sahip türleri içerir.

Eko-şema 3 kapsamında organik gübreleme için onaylı ürünler listesi

Mikroorganizmaların yukarıda belirtilen faydalı etkileri, işletmelerin tarım pazarında uygun mikrobiyal biyostimulanlar geliştirmesi ve sunması için gerekçe sağlamaktadır. Bulgaristan'da azot bağlama kapasitesi beyan edilerek yetkilendirilmiş mikrobiyal ürünlerden bazıları tabloda sunulmuştur.

Bulgaristan'da Yetkili Ürünler Listesi'ne dahil edilen mikrobiyal biyostimulanlar (2022)

Наименование на препарата	Активен компонент	Количество	Полезни ефекти	Приложение	Доза	Производител/притежател на регистрацията/представител
N-leaf	<i>Methylobacterium spp.</i> - 2 шама <i>Arthrobacter spp.</i> - 1 шам	3x10 ⁹ UFC/ml	азот-фиксация, ензими от азотния цикъл, стимулиране синтеза на растежни хормони, антагонистични действие, производство на ацетон	житни култури, рапица, царевица, слънчоглед, лозя, бобови, картофи и зеленчуци, овощни култури	30-50мл дка	Суми Агро
Амилис	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - 2 шама	1x10 ⁹ UFC/ml	разграждане на растителни остатъци, фиксиране на атмосферния азот и нитратите, стимулиране растежа на корените, антагонизъм		30-50мл дка	Суми Агро
Мико Аплай ендо макс	<i>Rhizophagus irregularis</i> , <i>Claroideoglossum luteum</i> , <i>Claroideoglossum etunicatum</i> , <i>Claroideoglossum claroideum</i>		повишаване на кореновата маса, ефективно хранене, подобрен воден режим, повишена устойчивост към стрес	пшеница, царевица, слънчоглед, фуражни култури, бобови култури	1 г на дка	Суми Агро
БИО ЕДНО течен	<i>Azotobacter vinelandii</i> , <i>Clostridium pasteurianum</i>		за увеличаване на азотфиксацията в почвата			Био-уан ООД, Гарланд, САЩ/Биокомпост БГ ООД, Разград
НУТРИБИО N/ NUTRIBIO N	<i>Azotobacter salinestris</i> <i>Glomus spp.</i>	1x10 ⁹ UFU/g	азотфиксиращи бактерии и микоризни гъби	полски, зеленчукови, дървета		Производител Ceres Biotics Tech., S. L. Испания удостоверение за регистрация №0412/20.12.2019г. на Меди Плюс Р

						ООД, гр. Пловдив
РИЗОЛ ЗА СОЯ	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> - 10 ⁹ CFU/ml <i>Azotobacter chroococcum</i> - 10 ⁹ CFU/ml <i>Bacillus subtilis</i> - 10 ⁹ CFU/ml		подобрява усвояемостта на азота чрез фиксирането му		200мл дка	Производител: АГРОУНИК Д.О.О. Сърбия Удостоверение за регистрация №180/10.02.2017г на ПИРГОС АГРО ООД, гр. Бургас
СВОБОДЕН АЗОТ 100/ FREE N-100	<i>Azotobacter chroococcum</i> - 5x10 ⁹ CFU/ml		подобряване на храненето чрез фиксиране на азота от въздуха		50мл в 10-20л за дка	Производител: GAIAGO SAS, Франция Удостоверение за регистрация №0378/11.06.2019г. на Амитаца ООД, гр. Кресна
ХАЙСТИК ЛЮЦЕРНА	<i>Sinorhizobium meliloti</i> 1x10 ⁹		колонизация на кореновата система и фиксация на атмосферния азот			Производител: Agricultural Specialities Limited, United Kingdom Удостоверение за регистрация №0121-2/15.06.2018г. на БАСФ ЕООД, гр. София

Легенда: CFU/ml, UFC/ml, UFU/g – титър на клетките в съответния препарат, изразени като колоно-образуващи единици на милилитър или грам от продукта