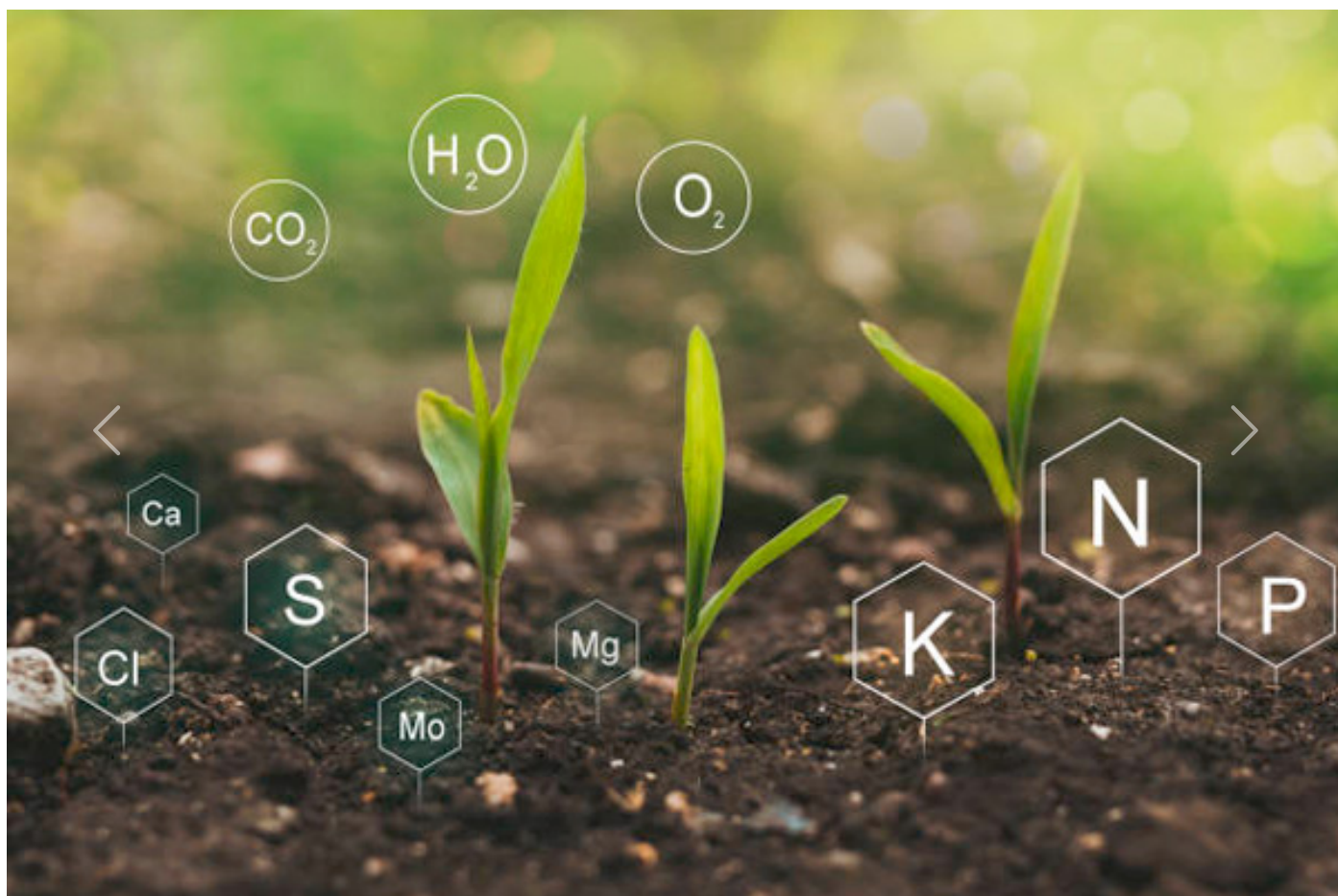


Korisni učinci mikrobijskih biostimulatora za biljke

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



Proizvodnja mikrobijskih biostimulatora najčešće se provodi uzgojem mikroorganizama na raznim hranjivim podlogama. Dobivena mikrobijska biomasa i metabolički produkti formuliraju se kao tekući mikrobnii pripravci (u stabiliziranoj podlozi), kao sušeni proizvodi (liofilizacijom) ili se ugrađuju u određeni nosač (celuloza, dekstroza, ekspanzirani glineni agregat, itd.) ili u suspenziju.

Mikrobijski biostimulatori primjenjuju se na sjeme, tlo (izravno ili putem navodnjavanja i fertigacije) ili na rastuće biljke. Iako mehanizmi djelovanja mikrobijskih biostimulatora na biljke nisu u potpunosti razjašnjeni, postoje

uvjerljivi dokazi o njihovom pozitivnom utjecaju na rast biljaka. Danas je prihvaćeno da su njihovi učinci posljedica stimulacije raznih procesa, od kojih su glavni sljedeći:

- biološka fiksacija dušika
- mobilizacija netopivih fosfata;
- proizvodnja spojeva koji keliraju željezo;
- proizvodnja hormona i kontrola fitohormonskog statusa.

Koristan učinak bakterija i rizobakterija na biljke

Biološka fiksacija dušika jedan je od najpoznatijih učinaka simbiotskih (*Rhizobium* spp.) i nekih drugih mikroorganizama (*Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp., *Bacillus polymyxa*, *Gluconoacetobacter diazotrophicus*, *Burkholderia* spp., itd.). Atmosferski dušik (N_2 , 78%) nedostupan je biljkama zbog iznimno stabilne trostruke veze između dva atoma dušika. Gore spomenuti mikroorganizmi, pomoću enzima nitrogenaze, imaju sposobnost pretvoriti atmosferski dušik u amonijevu formu (NH_4^+) dostupnu biljkama.

Uloga **simbiotske fiksacije dušika** u ishrani dušikom mahunarki odavno je poznata. Od većeg je trenutnog interesa sposobnost slobodnoživućih mikroorganizama da podrže ishranu dušikom drugih poljoprivrednih kultura. Dostupne informacije u tom pogledu još su ograničene, ali se pretpostavlja da u povoljnim uvjetima mikrobijski biostimulatori koji sadrže slobodnoživuće fiksatore dušika mogu obogatiti tlo s 2–3 kg dušika po jutru.

Drugi mehanizam kojim rizosferne bakterije (PGPR) stimuliraju rast biljaka je povećanje dostupnosti fosfora i željeza u tlu. Iako je ukupni sadržaj fosfora u tlu obično visok, samo je 0,1% njega dostupno biljkama zbog kemijske fiksacije i niske topljivosti. Mikroorganizmi omogućuju biološku transformaciju netopivih anorganskih i organskih fosfata u oblike dostupne biljkama. Oni sintetiziraju i otpuštaju u tlo organske kiseline i fosfatne enzime (fosfatazu i fitazu). Organske kiseline povećavaju dostupnost anorganskih fosfata, dok fosfatni enzimi povećavaju dostupnost organskih fosfata. Glavni PGPR koji imaju ovu sposobnost pripadaju rodovima *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Erwinia*, itd. Ovi mikroorganizmi zajednički proizvode niskomolekularne organske kiseline koje zakiseljuju tlušćicu i tako povećavaju topljivost fosfatnih iona iz spojeva koji sadrže fosfor. Otapanjem netopivih fosfata, mikroorganizmi mogu neizravno asimilirati značajan dio P iz tlušćice. Nakon smrti mikrobnih stanica, fosfor sadržan u njima se oslobađa, što omogućuje njegov unos i od strane biljaka i drugih organizama u tlu.

Mikroorganizmi koji otapaju fosfate pokazuju širok raspon metaboličkih funkcija u različitim okolinama, što dovodi do znatno većeg rasta biljaka, poboljšanih svojstava tla i povećane biološke aktivnosti. Ovi

mikroorganizmi također sudjeluju u fiksaciji atmosferskog dušika, ubrzavaju dostupnost drugih mikroelementata, proizvode biljne hormone poput auksina, citokinina i giberelina; otpuštaju siderofore, cijanovodik, enzime i/ili fungicidne spojeve poput hitinaze, celulaze, proteaze, koji pružaju antagonizam prema fitopatogenim mikroorganizminna.

Velik dio željeza u tlima neutralne ili lužnate reakcije je u obliku nedostupnom biljkama, poput iona željeza(III) $Fe(III)$. Biljke imaju dvije strategije za unos željeza: **strategija 1** povećanjem njegove topljivosti, nakon čega slijedi redukcija u ion željeza(II) $Fe(II)$ u membranama stanica korijena, i **strategija 2** (uglavnom u vrstama žitarica) izlučivanjem fitosiderofora koji tvore kelatne komplekse s $Fe(III)$. Rizosferni mikroorganizmi, slično žitaricama, mogu olakšati unos željeza u biljke sintezom mikrobnih siderofora (niskomolekularnih kelatnih spojeva). Bakterije uglavnom proizvode tri skupine siderofora – kateholate, hidroksamate i karboksilate, dok gljive u tlu proizvode četiri skupine: ferihrome, koprogene, fuzarinine i rodotorulnu kiselinu. Bez obzira na njihovu prirodu, oni tvore topive komplekse željeza(III) koji sudjeluju u asimilaciji željeza i njegovom unosu od strane biljaka. Pretpostavlja se da se kompleks $Fe(III)$ –siderofor formira na površini minerala, prenosi u tlušćicu i postaje dostupan za unos od strane drugih organizama. Uloga siderofora nije ograničena samo na povećanje bioraspoloživosti Fe, već uključuje i sposobnost stvaranja kompleksa s drugim esencijalnim elementima (npr. Mo, Mn, Co i Ni) u okolišu, poboljšavajući njihov mikrobni unos.

Treći mehanizam kojim mikroorganizmi utječu na biljke povezan je s proizvodnjom biljnih hormona (ili regulatora rasta), kao i s kontrolom hormonskog statusa biljaka. Poznato je da fitohormoni poput auksina, giberelina, citokinina, etilena, abscisinske kiseline i drugi reguliraju niz fizioloških i morfoloških procesa u biljkama.

Više puta je utvrđeno da se emisija etilena smanjuje u inokuliranim biljkama. Etilen je poznat kao hormon starenja. Njegov prekursor u biljkama je 1-aminociklopropan-1-karboksilna kiselina (ACC). U uvjetima stresa, proizvodnja etilena raste, ograničava rast i stimulira starenje u biljkama. ACC deaminaza, koju proizvode mikroorganizmi, ima sposobnost smanjiti razinu etilena u inokuliranim biljkama i obnoviti procese rasta.

Koristan učinak arbuskularnih mikoriznih gljiva na biljke

Mikoriza (ekto- i arbuskularna) je simbioza između korijena 80% kopnenih biljaka i mikoriznih gljiva.

Arbuskularna mikoriza može igrati značajnu ulogu u mineralnoj ishrani biljaka jer formira mrežu hifa koja uvelike povećava volumen i kontaktnu površinu korijena u tlu.



Stvaranje mikorizosfere oko korijena dodavanjem mikoriznih proizvoda u tlo

Poznato je da korijenje biljaka zauzima ne više od 5–10% unutarnjeg volumena tla; stoga, velik dio hranjivih tvari leži izvan njihova dosega. Gljivične hife su tanje od debljine "radnih korijena" (0,2–0,3 mm), zbog čega imaju veću sposobnost prodiranja u tlo i prema tome veći pristup hranjivim tvarima i vodi u tlu. Kada se uspješno inokuliraju mikorizni proizvodi, formira se "mikorizosfera", koja olakšava opskrbu fosforom, teško dostupnim korijenju, i nizom mikroelementata. Glomus spp. je najrašireniji rod arbuskularnih mikoriznih gljiva, koji uključuje vrste sa širokom i užom specijalizacijom prema određenim biljnim vrstama.

Popis odobrenih proizvoda za organsku gnojidbu u okviru Ekosheme 3

Gore spomenuti korisni učinci mikroorganizama daju osnovu poduzećima za razvoj i ponudu odgovarajućih mikrobijskih biostimulatora na agrotistu. Neki od mikrobijskih proizvoda odobrenih u Bugarskoj s najavljenom sposobnošću fiksacije dušika prikazani su u tablici.

Mikrobijski biostimulatori uključeni u Popis odobrenih proizvoda u Bugarskoj (2022.)

Наименование на препарата	Активен компонент	Количество	Полезни ефекти	Приложение	Доза	Производител/притежател на регистрацията/представител
N-leaf	<i>Methylobacterium spp.</i> - 2 щама <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, царевича, слънчоглед, лозя, бобови, картофи и зеленчуци, овощни култури	30-50мл дка	Суми Агро
Амилис	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - 2 щама	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 Апълай ендо макс	<i>Rhizophagus irregularis</i> , <i>Claroideoglomus luteum</i> , <i>Claroideoglomus etunicatum</i> , <i>Claroideoglomus claroideum</i>		повишаване на кореновата маса, ефективно хранене, подобрен воден режим, повишена устойчивост към стрес	пшеница, царевича, 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>Bradirhizobium 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