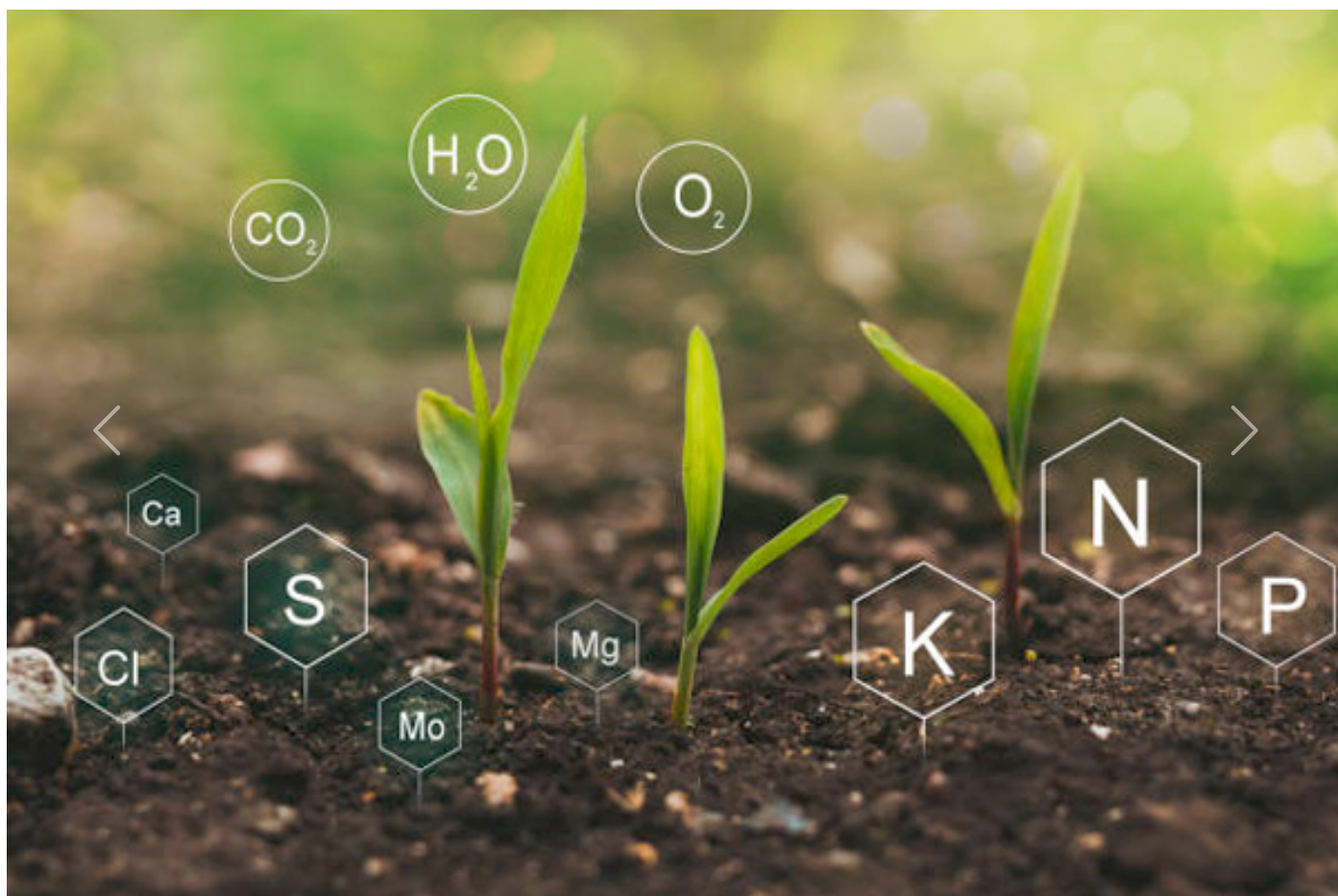


Effetti benefici dei biostimolanti microbici per le piante

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, Аграрен университет, Пловдив

ООД

Дата: 30.03.2023 **Брой:** 3/2023



La produzione di biostimolanti microbici viene comunemente effettuata coltivando microrganismi su vari substrati nutritivi. La biomassa microbica risultante e i prodotti metabolici sono formulati come preparati microbici liquidi (in un mezzo stabilizzato), come prodotti essiccati (attraverso liofilizzazione), o vengono incorporati in un vettore specifico (cellulosa, destrosio, argilla espansa, ecc.) o in una sospensione.

I biostimolanti microbici vengono applicati ai semi, al suolo (direttamente o tramite irrigazione e fertirrigazione), o alle piante in crescita. Sebbene i meccanismi d'azione dei biostimolanti microbici sulle piante non siano

completamente chiariti, esistono prove convincenti del loro impatto positivo sulla crescita vegetale. È ormai accettato che i loro effetti siano dovuti alla stimolazione di vari processi, i principali dei quali sono i seguenti:

- fissazione biologica dell'azoto
- mobilizzazione di fosfati insolubili;
- produzione di composti chelanti il ferro;
- produzione di ormoni e controllo dello stato fitoormonale.

Effetti benefici dei batteri e dei rizobatteri sulle piante

La **fissazione biologica dell'azoto** è uno degli effetti più noti dei microrganismi simbiotici (*Rhizobium* spp.) e di alcuni altri microrganismi (*Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp., *Bacillus polymyxa*, *Gluconoacetobacter diazotrophicus*, *Burkholderia* spp., ecc.). L'azoto atmosferico (N_2 , 78%) è inaccessibile alle piante a causa del legame triplo estremamente stabile tra i due atomi di azoto. I microrganismi sopra citati, attraverso l'enzima nitrogenasi, hanno la capacità di convertire l'azoto atmosferico nella forma ammoniacale (NH_4^+) disponibile per le piante.

Il ruolo della **fissazione simbiotica dell'azoto** nella nutrizione azotata delle colture leguminose è noto da tempo. Di maggiore interesse attuale è la capacità dei microrganismi a vita libera di supportare la nutrizione azotata di altre colture agricole. Le informazioni disponibili a questo riguardo sono ancora limitate, ma si presume che in condizioni favorevoli i biostimolanti microbici contenenti fissatori di azoto a vita libera possano arricchire il suolo con 2-3 kg di azoto per decaro.

Un altro meccanismo con cui i batteri rizosferici (PGPR) stimolano la crescita delle piante è l'aumento della disponibilità di fosforo e ferro nel suolo. Sebbene il contenuto totale di fosforo nel suolo sia solitamente elevato, solo lo 0,1% di esso è disponibile per le piante a causa della fissazione chimica e della bassa solubilità. I microrganismi consentono la trasformazione biologica dei fosfati inorganici e organici insolubili in forme disponibili per le piante. Essi sintetizzano e rilasciano nell'ambiente del suolo acidi organici ed enzimi fosfatici (fosfatasi e fitasi). Gli acidi organici aumentano la disponibilità dei fosfati inorganici, mentre gli enzimi fosfatici aumentano la disponibilità dei fosfati organici. I principali PGPR che possiedono questa capacità appartengono ai generi *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Erwinia*, ecc. Questi microrganismi producono collettivamente acidi organici a basso peso molecolare che acidificano la soluzione del suolo e quindi aumentano la solubilità degli ioni fosfato dai composti contenenti fosforo. Sciogliendo i fosfati insolubili, i microrganismi possono assimilare indirettamente una porzione significativa di P dalla soluzione del suolo. Alla morte delle cellule microbiche, il fosforo in esse

contenuto viene rilasciato, consentendone l'assorbimento sia da parte delle piante che da altri organismi del suolo.

I microrganismi solubilizzanti i fosfati esibiscono un'ampia gamma di funzioni metaboliche in diversi ambienti, il che porta a una crescita vegetale significativamente maggiore, a proprietà del suolo migliorate e a un'aumentata attività biologica. Questi microrganismi partecipano anche alla fissazione dell'azoto atmosferico, accelerano la disponibilità di altri micronutrienti, producono ormoni vegetali come auxine, citochinine e gibberelline; rilasciano siderofori, acido cianidrico, enzimi e/o composti fungicidi come chitinasi, cellulasi, proteasi, che forniscono antagonismo contro microrganismi fitopatogeni.

Una gran parte del ferro nei suoli con reazione neutra o alcalina è in una forma non disponibile per le piante, come lo ione ferrico Fe(III). Le piante hanno due strategie per l'assorbimento del ferro: **strategia 1** aumentandone la solubilità, seguita dalla riduzione a ione ferroso Fe(II) nelle membrane delle cellule radicali, e **strategia 2** (principalmente nelle specie cerealicole) mediante essudazione di fitosiderofori che formano complessi chelati con Fe(III). I microrganismi rizosferici, simili alle colture cerealicole, possono facilitare l'assorbimento del ferro da parte delle piante attraverso la sintesi di siderofori microbici (composti chelanti a basso peso molecolare). I batteri producono principalmente tre gruppi di siderofori – catecolati, idrossammati e carbossilati, mentre i funghi del suolo ne producono quattro: ferricromi, coprogeni, fusarinine e acido rodotorulico. Indipendentemente dalla loro natura, essi formano complessi ferrici solubili che partecipano all'assimilazione del ferro e al suo assorbimento da parte delle piante. Si presume che il complesso Fe(III)-sideroforo si formi sulla superficie minerale, venga trasferito nella soluzione del suolo e diventi disponibile per l'assorbimento da parte di altri organismi. Il ruolo dei siderofori non si limita solo ad aumentare la biodisponibilità del Fe, ma include anche la capacità di formare complessi con altri elementi essenziali (ad es. Mo, Mn, Co e Ni) nell'ambiente, migliorandone l'assorbimento microbico.

Un terzo meccanismo con cui i microrganismi influenzano le piante è legato alla produzione di ormoni vegetali (o regolatori di crescita), nonché al controllo dello stato ormonale delle piante. È noto che i fitormoni come auxine, gibberelline, citochinine, etilene, acido abscissico e altri regolano una serie di processi fisiologici e morfologici nelle piante.

È stato ripetutamente stabilito che l'emissione di etilene diminuisce nelle piante inoculate. L'etilene è noto come l'ormone della senescenza. Il suo precursore nelle piante è l'acido 1-aminociclopropano-1-carbossilico (ACC). In condizioni di stress, la produzione di etilene aumenta, limita la crescita e stimola la senescenza nelle piante.

L'ACC deaminasi, prodotta dai microrganismi, ha la capacità di ridurre i livelli di etilene nelle piante inoculate e di ripristinare i processi di crescita.

Effetti benefici dei funghi micorrizici arbuscolari sulle piante

La **micorriza** (ecto- e arbuscolare) è una simbiosi tra le radici dell'80% delle piante terrestri e funghi micorrizici. La micorriza arbuscolare può svolgere un ruolo significativo nella nutrizione minerale delle piante perché forma una rete di ife che aumenta notevolmente il volume e la superficie di contatto delle radici nel suolo.



Creazione di una micorrizosfera attorno alle radici aggiungendo prodotti micorrizici al suolo

È noto che le radici delle piante occupano non più del 5-10% del volume interno del suolo; pertanto, gran parte dei nutrienti si trova al di fuori della loro portata. Le ife fungine sono più sottili dello spessore delle "radici attive" (0,2-0,3 mm), motivo per cui hanno una maggiore capacità di penetrazione nel suolo e di conseguenza un maggiore accesso ai nutrienti e all'acqua nel terreno. Quando i prodotti micorrizici vengono inoculati con successo, si forma una "micorrizosfera", che facilita l'apporto di fosforo, di difficile accesso per le radici, e di una serie di micronutrienti. *Glomus* spp. è il genere più diffuso di funghi micorrizici arbuscolari, che include specie con una specializzazione più ampia o più ristretta verso specifiche specie vegetali.

Elenco dei prodotti approvati per la fertilizzazione biologica nell'ambito dell'Eco-schema 3

I suddetti effetti benefici dei microrganismi forniscono le basi alle aziende per sviluppare e offrire appropriati biostimolanti microbici sul mercato agricolo. Alcuni dei prodotti microbici autorizzati in Bulgaria con dichiarata capacità di fissazione dell'azoto sono presentati nella tabella.

Biostimolanti microbici inclusi nell'Elenco dei prodotti autorizzati in Bulgaria (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>Rhizopagus 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, 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>Bradirizobium 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: GALAGO 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