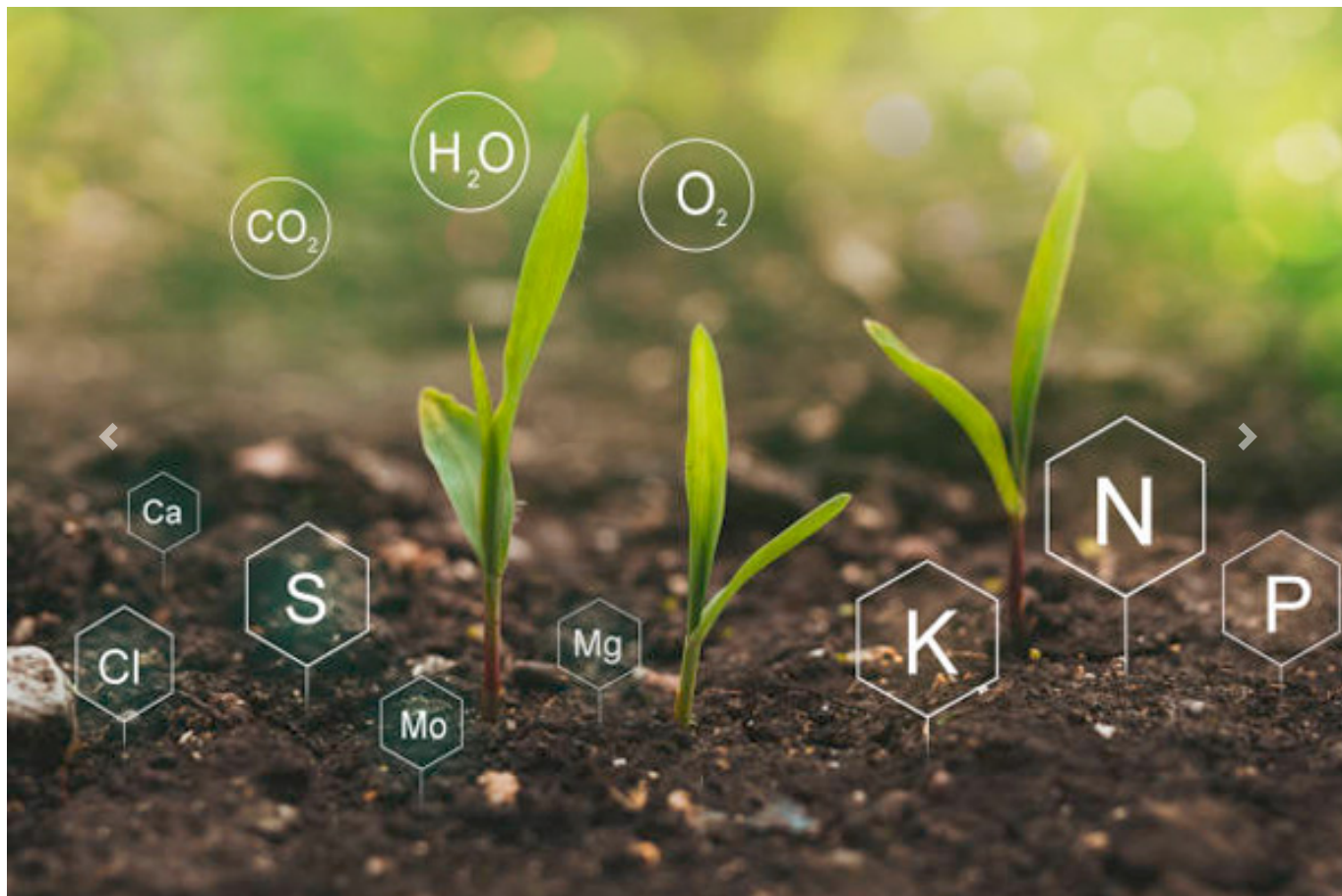


Полезни ефекти на микробиалните биостимулатори за растенията

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



Създаването на микробиалните биостимулатори най-често се извършва чрез култивиране на микроорганизми върху различни хранителни среди. Получената микробна биомаса и метаболитни продукти се формулират като течни микробиални препарати (в стабилизирана среда), като изсушени продукти (чрез лиофилизиране) или се включват в определен носител (целулоза, декстроза, експандирана глина и др.) или в суспензия.

Микробиалните биостимулатори се прилагат върху семена, почва (директно или при напояване и фертигация) или вегетиращи растения. Независимо, че механизмите на действие на микробиалните биостимулатори върху растенията не са напълно разкрити, съществуват убедителни доказателства за положителното им влияние върху растежа на растенията. Сега се приема се, че ефектите им се дължат на стимулиране на различни процеси, основните сред които са следните:

- биологична азотфиксация
- мобилизация на неразтворими фосфати;

- производство на хелатиращи желязо съединения;
- производство на хормони и контрол на фитохормоналния статус.

Полезни ефекти на бактерии и ризобактерии за растенията

Биологичната азотфиксация е един от най-известните ефекти на симбиотичните (*Rhizobium* spp.) и някои други микроорганизми (*Azotobacter* spp., *Azospirillum* spp., *Bacillus polymyxa*, *Gluconobacter diazotrophicus*, *Burkholderia* spp. и др.). Атмосферният азот (N_2 , 78%) е недостъпен за растенията, поради изключително стабилната тройна връзка между двата азотни атома. Посочените микроорганизми чрез ензима нитрогеназа имат способност да превръщат атмосферния азот в достъпната за растенията амониева форма (NH_4^+).

Ролята на **симбиотичната азотфиксация** за азотното хранене на бобовите култури е известна отдавна. По-значителен интерес сега представлява способността на свободно живеещите микроорганизми да подпомагат азотното хранене на други земеделски култури. Наличната информация в този аспект все още е ограничена, но има схващане, че при благоприятни условия микробиалните биостимулатори, съдържащи свободно живеещи азотфиксатори, могат да обогатят почвата с 2-3 кг азот на декар.

Друг механизъм, чрез който ризосферните бактерии (PGPR) стимулират растежа на растенията, е чрез повишаване достъпността на фосфора и желязото в почвата. Въпреки, че общото съдържание на фосфор в почвата обикновено е високо, само 0.1% от него е достъпно за растенията, поради химична фиксация и ниска разтворимост. Микроорганизмите създават възможност за биологична трансформация на неразтворимите неорганични и органични фосфати в достъпни за растенията форми. Те синтезират и излъчват в почвената среда органични киселини и фосфатни ензими (фосфатаза и фитаза). Органичните киселини увеличават достъпността на неорганичните фосфати, а фосфатните ензими – на органичните фосфати. Основните PGPR, които имат тази способност спадат към родовете *Burkholderia*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Streptomyces*, *Micrococcus*, *Erwinia* и др. Тези микроорганизми общо произвеждат органични киселини с ниско молекулно тегло, които подкисляват почвения разтвор и по този начин повишават разтворимостта на фосфатните йони от фосфор-съдържащите се съединения. Чрез разтваряне на неразтворими фосфати, микроорганизмите могат да асимилират значителна част от P индиректно от почвения разтвор. При отмиране на микробните клетки съдържащия се в тях фосфор се освобождава, което позволява неговото усвояване както от растенията, така и от други почвени организми.

Фосфоро-разтварящите микроорганизми проявяват широк спектър от метаболитни функции в различни среди, което води до значително по-висок растеж на растенията, подобрени свойства на почвата и повишена биологична активност. Тези микроорганизми участват и във фиксирането на атмосферния азот, ускоряват достъпността на други микроелементи, произвеждат растителни хормони като ауксини, цитокинини и гиберелини; освобождаване на сидерофори, циановодород, ензими и/или фунгицидни съединения като хитиназа, целулоза, протеаза, които осигуряват антагонизъм срещу фитопатогенни микроорганизми.

Голяма част от желязото в почви с неутрална или алкална реакция се намира в неусвоима за растенията форма като фери-йон $Fe(III)$. Растенията имат две стратегии за поглъщане на желязо: **стратегия 1** чрез увеличаване на разтворимостта му, последвано от редуциране до фери-йон $Fe(II)$ в мембраните на кореновите клетки и **стратегия 2** (основно при житните видове) чрез отделяне на фитосидерофори, които образуват хелатни комплекси с $Fe(III)$. Ризосферните микроорганизми подобно на житните култури могат да улеснят приемането на желязо от растенията чрез синтез на микробиални сидерофори (нискомолекулни хелатни съединения. Бактериите продуцират основно три

групи сидерофори - катехолати, хидроксамати и карбоксилати, а почвените гъби - четири групи; ферихроми, копрогени, фузаринини и родоторулинова киселина. Независимо от тяхната природа те образуват разтворими фери комплекси, които се включват в асимилацията на желязото и усвояването му от растенията. Предполага се, че комплексът Fe(III)–сидерофор се образува на минералната повърхност, прехвърля се в почвения разтвор и става достъпен за усвояване от други организми. Ролята на сидерофорите не се изчерпва само с повишаване бионаличността на Fe, а също и с възможността да образуват комплекси с други основни елементи (т.е. Mo, Mn, Co и Ni) в околната среда, подобрявайки микробното им усвояване.

Трети механизъм, по който микроорганизмите влияят върху растенията, е свързан с продукцията на растителни хормони (или растежни регулатори), както и с контрол върху хормоналния статус на растенията. Известно е, че фитохормоните ауксини, гиберелини, цитокинини, етилен, абсцисинова киселина и други регулират редица физиологични и морфологични процеси в растенията.

Многократно е установено, че в инокулираните растения намалява емисията на фитохормона етилен. Етиленът е известен като хормон на стареенето. Негов предшественик в растенията е 1-амино-циклопропан-1-карбоксилна киселина (ACC). В стресови условия, продукцията на етилен се увеличава, ограничава растежа и стимулира стареене в растенията. ACC деаминазата, продуцирана от микроорганизмите, има способността да намалява нивата на етилен в инокулираните растения и да възстановява растежните процеси.

Полезни ефекти на арбускуларни микоризни гъби за растенията

Микоризата (екто - и арбускуларна) е симбиоза между корените на 80% на сухоземните растения и микоризни гъби. Арбускуларната микориза може да играе значителна роля за минералното хранене на растенията, защото изгражда мрежа от хифи, чрез която многократно увеличава обема и контактната повърхност на корените в почвата.



Създаване на микоризосфера около корените чрез добавяне на микоризни продукти в почвата

Известно е, че корените на растенията обхващат не повече от 5 - 10% от вътрешния обем на почвата, следователно голяма част от хранителните елементи са извън техния обхват. Хифите на гъбите са по-тънки от дебелината на „работещите корени“ (0,2 – 0,3 mm), поради което имат по-висока проникваща способност в почвата и съответно по-голям достъп до хранителни елементи и вода в почвата. При успешно инокулиране на микоризни продукти се формира „микоризосфера“, която улеснява

снабдяването на растенията с трудно достъпния за корените фосфор и редица микроелементи. *Glomus* spp. е най-широко разпространения род арбускуларни микоризни гъби, в който има видове с широка и по-тясна специализация към конкретни растителни видове.

Списък с одобрени продукти за органично торене по Екосхема 3

Посочените полезни ефекти на микроорганизмите дават основания на бизнеса да създаде и предложи на агропазара подходящи микробиални биостимулатори. Някои от разрешените в България микробиални продукти с анонсирана азотфиксираща способност са представени в таблицата.

Микробиални биостимулатори, включени в Списъка на разрешените продукти в България (2022)

Наименование на препарата	Активен компонент	Количество	Полезни ефекти	Приложение	Доза	Производител/притежател на регистрацията/представител
N-leaf	<i>Methylobacterium</i> spp. - 2 щам <i>Arthrobacter</i> spp. – 1 щам	3x10 ⁹ UFC/ml	азот-фиксация, ензими от азотния цикъл, стимулиране синтеза на растежни хормони, антагонистични действие, производство на ацетоин	житни култури, рапица, царевица, слънчоглед, лозя, бобови, картофи и зеленчуци, овощни култури	30-50мл дка	Суми Агро
Амилис	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> - 2 щам	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</i> spp.	1x10 ⁹ UFU/g	азотфиксиращи бактерии и микоризни гъби	полски, зеленчукови, лъвета		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 ⁷ CFU/ml <i>Bacillus subtilis</i> - 10 ⁷ 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