

# Inokulacija soje

## Inokulacija za učinkovitu opskrbu dušikom

Soja, kao i sve mahunarke, ima sposobnost biološkog vezanja dušika iz zraka. Simbiotskim odnosom, bakterije (iz roda *Bradyrhizobium japonicum*) osiguravaju dušik biljci soje, a od biljke soje u toj razmjeni dobivaju različite hranjive tvari. Proces fiksacije dušika odvija se na korijenu, u kvržicama (nodulama). Parcele na kojima se nije uzgajala soja, nemaju zemljišne bakterije nužne za formiranje kvržica, pa ih treba unijeti u zemljište što se najučinkovitije radi putem inokulacije sjemena soje. Fiziološki aktivne kvržice imaju crvenkastu boju na presjeku.

Pri inokulaciji treba voditi računa da su bakterije živi organizmi, pa je važno poduzeti određene mjere kako bi se kvalitetno obavio proces inokulacije. Pažljiva inokulacija sjemena ili zemljišta je nužna kako bi korijen biljke u razvoju bio koloniziran ovom bakterijom.

### Rezultat

Ako se inokulacija propisno obavi, biološka fiksacija dušika (BNF) u soji može u potpunosti pokriti potrebe usjeva za gnojenje dušikom. Inokulacija povećava prinos zrna od 10-20%, kao i sadržaj bjelancevina od 1-6%. Troškovi ovog tretmana u središnjoj Europi su oko 20-30 EUR /ha, u Srbiji se kreću od 2 do 12 EUR /ha, a u Hrvatskoj od 10 do 20 EUR /ha. Trošak po hektaru ovisi o proizvodu, načinu primjene, zemlji i dobavljaču. Povrat na ovu investiciju stoga je vrlo veliki.

### Pozorno rukovanje od suštinske je važnosti

**Inokulacija sjemena:** Inokulant se nabavlja u formi živog soja bakterije-rizobija, bilo u čvrstom ili tekućem obliku. Sveukupni cilj je nanošenje bakterija na sjeme ili zemljište kako bi ostala aktivna i inficirala svo korjenje tijekom klijanja. Najlakši način je kupnja unaprijed inokuliranog sjemena, ali je najčešći pristup uporaba kontaktne inokulacije sjemena izravno prije sjetve. Pripravci

### Primjenjivost

**Tema:** Ishrana usjeva

**Za:** Sve uzgajivače soje

**Gdje:** Na svim poljima na kojima se uzgaja soja

**Vrijeme:** Kratko prije sjetve

**Oprema:** Oprema za miješanje ili sprejna prskalica

**Naknadne akcije:** Nema

**Rezultat:** Optimalan rezultat bez gnojenja dušikom

na bazi treseta mogu se ručno miješati, izravno u spremniku za sjeme, ili pomoću miješalice za cement. Precizne miješalice obično su postavljene na traktor i koriste se tamo gdje inokulant na bazi treseta ima dodato polimerno ljepilo. Ljepilo mora imati dovoljno vremena za sušenje na sjemenu, kako se sjeme ne bi zalijepilo u sijačici. Sjemenom treba rukovati pažljivo. Sipanje sjemena u velike vreće dobar je način za nježno umiješavanje inokulanta. Također, inokulacija sprejom vrlo je učinkovita, ali se ovo može raditi samo s tekućim inokulantima.



**Slika 1.** Korijen soje gradi simbiozu s rizobijskom bakterijom i stvara kvržice. Inokulirana soja može se iz zraka opskrbiti s 60 do 80% dušika kojeg uzima usjev. Nodulaciju treba provjeriti oko 6 tjedana nakon sjetve, tako što se mlade biljke pažljivo iskopaju, i provjeri broj kvržica na korjenu. Foto: J. Reknagel

**Inokulacija zemljišta** prakticira se obično u kombinaciji s kontaktnom inokulacijom sjemena (ovaj način primjene čest je u Francuskoj). Granule inokulanta nanose se pomoću aplikatora (depozitora) za granule na sijačnici. Postižu se vrlo dobri rezultati, ali se mora voditi računa da je protok granula stabilan. Kombinacija kontaktne i inokulacije zemljišta je vrlo učinkovita.

### Proizvodi i sojevi inokulanata

Postoje značajne razlike među proizvodima koji koriste iste ili slične sojeve rizobija. Proizvodi utemeljeni na tresetu smatraju se standardnim inokulantnim proizvodima. Imaju dodatnu prednost jer oboje tretirano sjeme. Uporaba polimernih ljepila posebice je relevantna kod sjetve pneumatskim sijačicama, jer pneumatska sijača tijekom sjetve znači skinuti inokulant sa sjemena.

Tekući inokulanti isporučuju se s lepezom aditiva i koriste polimere za zaštitu i prijanjanje. Za razliku od proizvoda utemeljenih na tresetu, tekući inokulanti ne božaju sjeme, pa se tretirano sjeme mora pažljivo obilježiti. Postoje razlike između proizvoda za inokulaciju po sojevima rizobija. Francuski G49 je standard, a koriste se



**Slika 2.** Inokulacija pomoću miješalice za beton čest je način apliciranja inokulanta na sjeme. Klijanje može biti smanjeno uslijed tjelesnih oštećenja, stoga se veće količine sjemena obično tretiraju prskanjem ili miješalicama montiranim na traktor. Foto: Taifun-Tofu GmbH



**Slika 3.** Uspješna inokulacija ključna je za proizvodnju soje. Soja bez kvržica (lijevo) pati od nedostatka dušika. Uspješna inokulacija osigurava dodatni dušik koji je biljci nužan. Foto: J. Vazner

razni novi sojevi od Embrapa u Brazilu, USDA, do Kanade i instituta Južnoafričke Republike. Nekoliko proizvođača kombinira nekoliko sojeva u jednom proizvodu. Čak i u Kini, gdje u zemljištu ima dosta bakterija *Bradyrhizobium japonicum*, raste uporaba inokulanata, jer moderni komercijalni sojevi obećavaju više performanse.

Gustoća rizobija u proizvodu ključna je za kvalitetu. Koliko bakterija po gramu ima nakon proizvodnje, koliko preživi do isporuke, te koliko ih je zaista na soji kada dođe u kontakt sa zemljištem? Podaci koje daju proizvođači obično su između jedne i tri milijarde živih stanica po gramu pripravka ( $1 \times 10^9$  ili  $3 \times 10^9$ ). Što je početni broj veći, to su veće i šanse da će dostatan broj bakterija preživjeti, čak i nepovoljne uvjete do klijanja sjemena. Ipak, proizvodi s manjom gustoćom mogu biti kvalitetniji ukoliko su kvaliteta rizobija i formula bolji.



## Ključne preporuke u inokulaciji

- Učinkovit inokulant mora biti korišten prema uputama.
- Sjeme treba podvrgnuti dvostrukoj dozi inokulanta, ukoliko soja nikada nije uzgajana na datom polju. U takvom slučaju savjetuje se kombinacija dva različita proizvoda za inokulaciju.
- Idealno je inokulaciju i sjetvu obaviti istog dana, tako da se posije samo upravo obrađeno sjeme. Sve je više proizvoda koje nude mogućnost tretiranja sjemena do 15 dana prije sjetve.
- Inokulant se mora čuvati na hladnom i tamnom mjestu, nikada iznad 25°C.
- UV svjetlo ubija bakterije. Treba izbjegavati bilo kakvu izloženost inokulanta i obrađenog sjemena sunčevoj svjetlosti. Sav rad treba obaviti u sjeni. Sjeme tretirano polimernim ljepilom treba miješati 20 minuta nakon tretmana, kako bi se spriječilo stvaranje grudvica.
- Oprema za sjetvu treba biti čista i bez ostataka prethodnih tretmana sjemena pesticidima.
- Treba spriječiti bilo kakav kontakt sjemena s kloriranom vodom, uključujući vodovodnu vodu za piće.
- Ključno je da što više bakterija preživi nakon sjetve i dok ne krene klijanje.
- Rizobij bakterije osjetljive su na pH vrijednost van raspona 6,5 – 7,5, a ukoliko je pH manji od 6,5 ili veći od 8 nema infekcije, odnosno ne formiraju se kvržične bakterije na korijenu soje.
- Oko šest tjedana nakon sjetve moguće je provjeriti kvržice na korijenu soje. U tu svrhu štihlačom treba iskopati oko pet biljaka s različitih mjesta na polju, pažljivo ukloniti zemlju i izbrojati kvržice. Ako imamo 10 do 30 kvržica u prosjeku, možemo reći kako je nodulacija dobra ili vrlo dobra. Kvržice veličine graška obično imaju bolje performanse od manjih.
- Inokulacija soje treba biti obavezna agrotehnička mjera.

## Dodatne informacije

- Webinar o inokulaciji <https://www.donausoja.rs/strucni-saveti-za-proizvodace/>
- Online baza za organsku poljoprivredu (Organic Eprints) osigurava pristup vodiču za ispitivanje aktivnosti kvržica
- Pomereš i Hansen (2017): Ispitivanje nodularne aktivnosti kod mahunarki. FertilCrop Technical Note. (<http://orgprints.org/31344/>)

Informacije o proizvođačima inokulanata i sjemenskim kućama koje nude pre-inokulirano sjeme soje u Europi i u našoj regiji:

- Agrel, [www.agrel.de](http://www.agrel.de)
- Agritema, [www.agritema.com/en](http://www.agritema.com/en)
- Agrounik, [www.agrounik.rs](http://www.agrounik.rs)
- Agro-nika, [www.agro-nika.com](http://www.agro-nika.com)
- BASF, <https://www.agricentre.basf.co.uk/en>
- Bayer, [www.cropscience.bayer.rs](http://www.cropscience.bayer.rs)
- Biofor System, [www.biofor.rs](http://www.biofor.rs)
- Cosun Seed, [www.cosunseed.rs](http://www.cosunseed.rs)
- Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, [www.fazos.unios.hr](http://www.fazos.unios.hr)
- Institut za ratarstvo i povrtarstvo, [www.nsseme.com/proizvodi/mikrobioloski-preparati](http://www.nsseme.com/proizvodi/mikrobioloski-preparati)
- Institut za zemljište, [www.soilinst.rs](http://www.soilinst.rs)
- Legume Technology, [www.legumetechnology.co.uk](http://www.legumetechnology.co.uk)
- Rizobacter, [www.rizobacter.com/en](http://www.rizobacter.com/en)
- Selsem, [www.deltaagrar.rs](http://www.deltaagrar.rs)
- Stoller Europe, [www.stollereurope.com/en](http://www.stollereurope.com/en)
- Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, [www.agr.unizg.hr/hr/460/Biofixin-S](http://www.agr.unizg.hr/hr/460/Biofixin-S)

## Izvori

Veliki dio informacija koje su ovdje predstavljene rezultat su istraživanja i studija koje je obavila Njemačka udruga za soju (Deutscher Soja Forderring ) zajedno s tvrtkom Taifun-Tofu GmbH iz Njemačke.

## Donau Soja Udruženje

Donau Soja je internacionalna, neprofitna udruga, koja okuplja preko 280 članova iz više od 25 europskih zemalja, udruženih u zajedničkoj misiji – poboljšanje uvjeta za održivu proizvodnju, genetski nemodificirane soje u

Europi i jačanje europske neovisnosti u opskrbi proteinima. Članovi naše udruge brojne su poljoprivredne tvrtke, proizvođači i prerađivači soje, proizvođači stočne hrane, farme životinja, proizvođači prehrambenih proizvoda, ali i svi vodeći trgovački lanci, kao i organizacije za zaštitu okoliša i druge institucije.

Pogodnosti koje ostvarujete kroz članstvo u Donau Soja udruzi su brojne. Internacionalna

Donau Soja udruga kontinuirano prati tržišna kretanja i svojim članovima pruža aktualne informacije i jedinstvene podatke o cijenama soje, bez gmo premijama, prognozama na europskom i svjetskom tržištu, procjeni ponude i potražnje i omogućuje poslovno povezivanje proizvođača i kupaca duž čitavog lanca vrijednosti na europskom tržištu.



## Imprint

**Autori:** Fabian von Beesten, Martin Miersch i Jürgen Recknagel

**Izdavač:** Donau Soja

**Editori:** Natalija Kurjak i Maja Matoša Kočar

**Produkcija:** Donau Soja

**Copyright:** Sva prava su pridržana. Umnožavanje i distribucija dopušteni su samo u nekomercijalne svrhe, i to pod uvjetom da je jasno i u potpunosti naznačen izvor.

Ovaj materijal je nastao u okviru Legume Translated projekta. Projekt podržava pristup relevantnim informacijama iz nedavnih reprezentativnih istraživanja, osobito ako istraživanje financira EU. Projekt je financiran od strane EU u sklopu programa Horizon 2020, broj 817634

Izneseni stavovi su stavovi autora i ne odražavaju nužno stajališta Europske komisije. Prezentirani podaci temeljito su provjereni i vjeruje se da su točni i precizni. Međutim, u slučaju bilo kakve pogreške u dostavljenim podacima, ni autori ni Europska komisija ne mogu snositi pravnu odgovornost. U tom smislu nema jamstava u vezi s datim podacima.

Podaci koji se odnose na uporabu sredstava za zaštitu bilja moraju se usporediti s deklaracijom o proizvodu ili drugim izvorima podataka o registraciji proizvoda.

**Materijal je preveden i adaptiran u okviru programa Donau Soja Proteinska partnerstva**

 Austrian  
Development  
Agency

 EUROPE  
SOYA DONAU  
SOJA