

## Primjena preparata na bazi hitozana u poljoprivrednoj proizvodnji

### Sažetak

Hitozan je organski spoj koji se dobiva iz ljuski morskih školjkaša, te ima široku primjenu u poljoprivrednoj proizvodnji. Osnovni učinak hitozana je biofungicidni učinak na brojne biljne bolesti. Osim toga, hitozan ima dobar učinak protiv stresnih uvjeta tijekom rasta i razvoja biljaka. Primjenom hitozana povećava se kvaliteta plodova kao i vrijeme skladištenja, što je iznimno važno za sitno voće (jagoda, malina, kupina, borovnica). Kako je hitozan prirodan spoj, ima dozvolu za primjenu u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji te je važan preparat za primjenu u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji. Na razini EU označava se kao preparat na bazi osnovne tvari, sukladno EZ normi 1107/2009.

**Ključne riječi:** biofungicid, hitozan, ekološka poljoprivreda, biognojivo

### Uvod

Hitozan je prirodni organski spoj, polisaharid, koji se komercijalno proizvodi različitim postupcima ekstrakcije iz ljuski morskih školjkaša i ostalih morskih organizama. Najčešće se koristi klasični postupak ekstrakcije hitina te razgradnja hitina do konačnog spoja, hitozana. U zadnje vrijeme, koriste se i novi tehnološki postupci kako bi se dobili proizvodi bolje kvalitete.

Temeljem brojnih istraživanja o primjeni hitozana u poljoprivrednoj proizvodnji, dokazani su brojni pozitivni učinci primjene istoga protiv biljnih bolesti, bakterija i virusa. Osim toga, hitozan značajno povećava otpornost biljaka na različite stresne uvjete; kako biotskog tako i abiotskog porijekla, od kojih se posebno ističe povećanje biljaka na sušu.

Hitozani se koriste i u gnojidbi u tlu, jer imaju brojne pozitivne učinke i u takvoj primjeni. U kombinaciji sa NPK gnojivima povećavaju iskoristivost hraniva, dok sa druge strane, zbog svog prirodnog porijekla potiču mikrobiološku aktivnost tla te rast i razvoj brojnih sojeva rizobakterija u tlu.

Najnovija istraživanja pokazuju da hitozani imaju i učinak na intenzivne procese elicitanje unutar biljke i sinteze fitoaleksina (Sharif i sur., 2018) te na taj način dodatno povećavaju aktivnu otpornost biljaka na brojne biljne bolesti. Posebno zanimljiv učinak je primjena hitozana u obliku nano čestica, koje također pokazuju dobar učinak na biljke (Zagzog i sur., 2017).

### Prvi znanstveni rad na temu primjene hitozana

Prvi pozitivni učinci primjene hitozana objavljeni su još 1979. godine u znanstvenom radu dvoje autora; Allana i Hardwingera, naslova „The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition“ u časopisu *Experimental Mycology*. U tom je istraživanju opisan biofungicidni učinak hitozana na staničnu stijenku patogenih gljiva koji su uzročnici brojnih biljnih bolesti.

### Proizvodnja i industrijski procesi dobivanja hitozana

U kemijskom smislu, hitozan je bipolimer linearne strukture koji se sastoji od dvije podjedinice; D-glukozamina i N-acetil-D-glukozamina, međusobno povezani 1,4 glikozidnom vezom. Iako jednostavne kemijske strukture, radi se o spoju vrlo široke primjene u poljoprivrednoj

<sup>1</sup> Poljoprivredni odjel Poreč, Veleučilište Rijeka, Karla Huguesa 6, 52 440 Poreč  
Autor za korespondenciju: davidgluhic@yahoo.com

proizvodnji. Najčešće se dobiva alkalnom deacetilacijom hitina koji je esencijalni strukturalni polimer ekzoskeleta brojnih školjkaša. Osim iz ekzoskeleta školjkaša, hitozan se može dobiti ekstrakcijom iz nekoliko vrsta morskih algi.



**Slika 1.** Morski mekušci su izvor za industrijski proces dobivanja hitozana  
**Figure 1.** Marine molluscs are a source for the industrial process of chitosan production

### Biofungicidni način djelovanja hitozana

Na temelju brojnih istraživanja o učinku hitozana kao sredstva sa biofungicidnim učinkom Goy i suradnici (2009) opisuju tri mehanizma djelovanja:

Direktan (kontaktni) učinak na razgradnju peptidoglikana (razgradnja stanične stijenke patogenih gljiva)

Ulazak hitozana nakon razgradnje peptidoglikana u staničnu citoplazmu i inhibicija sinteze proteina

Formiranje eksternog filma na površini biljke (lista/ploda) koji onemogućava penetraciju hifa patogenih gljiva u biljno tkivo

U slijedećoj tablici prikazana su istraživanja na nekoliko poljoprivrednih kultura na kojima je potvrđen biofungicidni učinak hitozana.

**Tablica 1.** Biofungicidni učinak hitozana kod primjene na nekoliko poljoprivrednih kultura  
**Table 1.** Biofungicidal effect of chitosan when applied to several crops

Kultura/Crop	Doza primjene/ Dose of application	Biljna bolest/ Plant disease	Izvor istraživanja/ Source of research
Krastavac/ Cucumber	0,2 g/1 L	<i>Botrytis cinerea</i>	Ben-Shalom i Fallik, 2003
Rajčica/Tomato	1 mg/1 L	<i>Alternaria solani</i>	Sathiyabama i sur., 2014
Rajčica/Tomato	0,1%	<i>Fusarium Oxysporum sp. Lycopersici</i>	Sathiyabama i Charles, 2015
Rajčica/Tomato	0,1 mg/L vode/water (primjena u tlo/ application to soil)	<i>Pochonia chlamydospora</i>	Escudero i sur., 2017
Rajčica/Tomato	10 mg/1 L. vode/water (tretman sjemena/ seed treatment)	<i>Ralstonia solanacearum</i>	Algam i sur., 2010
Breskva/Peach	0,5 g/1 L vode/water	<i>Monilia furcticola</i>	Ma i sur., 2013

Iz navedenih istraživanja vidljiv je dobar biofungicidni učinak na brojne patogene organizme. Dodatna prednost **preparata na bazi hitozana je da su prema postojećoj zakonskoj regulativi na razini EU označeni kao preparati na bazi osnovnih tvari (uz posebnu EZ normu br. 1107/2009)**. Takvi preparati ne ostavljaju rezidue na plodovima te nemaju karencu nakon primjene. Kako preparat na bazi osnovnih tvari imaju i certifikate za primjenu u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji, hitozan postaje važan preparat u borbi protiv brojnih bolesti u ekološkom uzgoju.



**Figure 2.** Kytos, chitosan-based microgranulated preparation (manufacturer Altinco, Spain)  
**Slika 2.** Kytos, mikrogranulirani preparat na bazi hitozana (proizvođač Altinco, Španjolska)

### **Učinak hitozana protiv stresnih uvjeta u poljoprivrednoj proizvodnji**

Drugi važni učinak primjene hitozana u poljoprivrednoj proizvodnji je dobar učinak protiv stresnih uvjeta. Primjenom hitozana vrši se indukcija apscizinske kiseline (ABA), koja ima važnu ulogu u povećanje otpornosti biljaka na sušu. Apscizinska kiselina (ABA) se naziva i hormonom stresa, jer regulira vodnu ravnotežu biljaka u uvjetima nedostatka vode uzrokujući zatvaranje puči (smanjenje gubitka vode transpiracijom) i povećavajući primanje vode korijenom. Brojnim istraživanjima potvrđen je pozitivan učinak hitozana i povećanje otpornosti na sušu za veliki broj poljoprivrednih kultura.

Isto tako, primjena otopine hitozana na sjeme, povećava se klijavost sjemena i snaga nicanja, što je posebno važno kod ranih rokova sjetve povrća.

### **Učinak hitozana na prinos i kvalitetu plodova poljoprivrednih kultura**

Primjenom preparata na bazi hitozana potvrđeni su brojni pozitivni učinci na poljoprivrednim kulturama. Prije svega, to je povećanje mase plodova i prinosa po biljci, zatim povećanje količine suhe tvari u plodovima ali isto tako i pojedinih parametara kvalitete, poput veće količi-

ne polifenola i antocijana u bobicama grožđa kod vinove loze. Pozitivan učinak nakon primjene hitozana tumači se pozitivnim utjecajem hitozana na intenzitet fotosinteze.

Osim na kvalitetu plodova tijekom rasta i razvoja, primjena hitozana ima pozitivan učinak i na sposobnost boljeg skladištenja plodova nakon berbe. Ovaj učinak je naročito važan za sitno jagodičasto voće, poput jagoda, malina, kupina ili borovnica (Petriccione i sur., 2015; Zhang i Quantick, 1998). Zbog snažnog antioksidativnog učinka hitozana, dolazi do inhibicije razvoja patogenih organizama na površini plodova, i time se na ekološki i prihvatljiv način za potrošača, značajno produžava sposobnost skladištenja voća.

### Primjena hitozana kao biognojiva

Još je jedna važna mogućnost primjene hitozana u poljoprivrednoj proizvodnji - kao biognojivo. Hitozan je vrijedan organski materijal. Veća količina hitozana može se proizvesti iz nusprodukata kod prerade morskih plodova (rakova, školjki) i time osigurati jeftin izvor hitozana koji se može koristiti kao organsko/biološko gnojivo. Razgradnje hitozana u tlu je enzimatski proces, bez štetnog i negativnog učinka na mikroorganizme u tlu (Bell i sur., 1998). Hitozan također ima biostimulativni učinak na rast i razvoj korijena poljoprivrednih kultura (Murphy i sur., 2000) te na usvajanje hraniva u tlu (Bakiyalakshmi i sur., 2016). Dobar učinak pokazuje i kombinacija NPK gnojiva obogaćena sa dodatkom hitozana (Silva i sur., 2016). Kod takvih gnojiva značajno je poboljšano usvajanje hraniva a smanjeni su gubici ispiranjem hraniva iz tla. Primjenom hitozana u tlu se smanjuje i štetna mikroflora u tlu, poput nematoda ili ostalih patogenih gljiva u tlu (Amini 2015; Chen i sur., 2016; Escudero i sur., 2017).

### Zaključak

Hitozan je vrijedan organski spoj, koji ima brojne pozitivne učinke na poljoprivredne kulture. Prije svega je to dokazani biofungicidni učinak na brojne biljne bolesti, bez rezidua i štetnih učinaka na zdravlje potrošača. Osim toga, pokazuje i dobar učinak protiv stresnih uvjeta (suše) te na kvalitetu i trajnost plodova brojnih poljoprivrednih kultura. Istovremeno, hitozan je dozvoljen za primjenu u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji, te se time otvara mogućnost učinkovite borbe protiv brojnih biljnih bolesti.

### Literatura

- Algam, S.; Xie, G.; Li, B.; Yu, S.; Su, T.; Larsen, J. Effects of *Paenibacillus* strains and chitosan on plant growth promotion and control of *Ralstonia* wilt in tomato. *J. Plant Pathol.* 2010, *92*, 593–600.
- Allan, C.R.; Hadwiger, L.A. The fungicidal effect of chitosan on fungi of varying cell wall composition. *Exp. Mycol.* 1979, *3*, 285–287.
- Amini, J. Induced resistance in potato plants against verticillium wilt invoked by chitosan and Acibenzolar-S-methyl. *Aust. J. Crop Sci.* 2015, *9*, 570–576.
- Bakiyalakshmi, S.V.; Valli, V.; Swarnila, R.D.L. Isolation and Application of Chitin and Chitosan from crab shell. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 2016, *91*–99.
- Bell, A.A.; Hubbard, J.C.; Liu, L.; Davis, R.M.; Subbarao, K.V. Effects of chitin and chitosan on the incidence and severity of *Fusarium* yellows of celery. *Plant Dis.* 1998, *82*, 322–328.
- Ben-Shalom, N.; Fallik, E. Further suppression of *Botrytis cinerea* disease in cucumber seedlings by chitosan-copper complex as compared with chitosan alone. *Phytoparasitica* 2003, *31*, 99–102.
- Chen, Y.-E.; Yuan, S.; Liu, H.-M.; Chen, Z.-Y.; Zhang, Y.-H.; Zhang, H.-Y. A combination of chitosan and chemical fertilizers improves growth and disease resistance in *Begonia x hiemalis* Fotsch. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 2016, *57*, 1–10.
- Escudero, N.; Lopez-Moya, F.; Ghahremani, Z.; Zavala-Gonzalez, E.A.; Alaguero-Cordovilla, A.; Ros-Ibañez, C.; Lacasa, A.; Sorribas, F.J.; Lopez-Llorca, L.V. Chitosan increases tomato root colonization by *Pochonia chlamydosporia* and their combination reduces root-knot nematode damage. *Front. Plant Sci.* 2017, *8*–16.
- Goy, R.C.; Britto, D.D.; Assis, O.B. A review of the antimicrobial activity of chitosan. *Polímeros* 2009, *19*, 241–247.
- Long, L.T.; Tan, L.V.; Boi, V.N.; Trung, T.S. Antifungal activity of water-soluble chitosan against *Colletotrichum capsici* in post-harvest chili pepper. *J. Food Process. Preserv.* 2017.
- Ma, Z.; Yang, L.; Yan, H.; Kennedy, J.F.; Meng, X. Chitosan and oligochitosan enhance the resistance of peach fruit to brown rot. *Carbohydr. Polym.* 2013, *94*, 272–277.
- Murphy, J.G.; Rafferty, S.M.; Cassells, A.C. Stimulation of wild strawberry (*Fragaria vesca*) arbuscular mycorrhizas by

addition of shellfish waste to the growth substrate: Interaction between mycorrhization, substrate amendment and susceptibility to red core (*Phytophthora fragariae*). *Appl. Soil Ecol.* 2000, 15, 153–158.

Petriccione, M.; Mastrobuoni, F.; Pasquariello, M.S.; Zampella, L.; Nobis, E.; Capriolo, G.; Scortichini, M. Effect of chitosan coating on the post-harvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. *Foods* 2015, 4, 501–523.

Sathiyabama, M.; Akila, G.; Einstein Charles, R. Chitosan-induced defence responses in tomato plants against early blight disease caused by *Alternaria solani* (Ellis and Martin) Sorauer. *Arch. Phytopathol. Plant Prot.* 2014, 47, 1777–1787.

Sathiyabama, M.; Charles, R.E. Fungal cell wall polymer based nanoparticles in protection of tomato plants from wilt disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Carbohydr. Polym.* 2015, 133, 400–407.

Sharif R., Mujtaba M., Ur Rahman M., Shalmani A., Ahmad H., Anwar T., Tianchan D., Wang X. (2018) The multifunctional role of chitosan in horticultural crops. A review. *Molecules* 23:872-892

Silva, W.O.; Stamford, N.P.; Silva, E.V.; Santos, C.E.; Freitas, A.D.S.; Silva, M.V. The impact of biofertilizers with diazotrophic bacteria and fungi chitosan on melon characteristics and nutrient uptake as an alternative for conventional fertilizers. *Sci. Hortic.* 2016, 209, 236–240.

Zagzog, O.A.; Gad, M.M.; Hafez, N.K. Effect of Nano-chitosan on Vegetative Growth, Fruiting and Resistance of Malformation of Mango. *Trends Hortic. Res.* 2017, 6, 673–681.

Zhang, D.; Quantick, P.C. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 1998, 73, 763–767.

Prispjelo/Received: 5.4.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 8.4.2022.

Professional paper

## Application of chitosan-based preparations in agricultural production

### Abstract

Chitosan is an organic compound derived from the shells of sea shells, and has wide application in agricultural production. The main effect of chitosan is a biofungicidal effect on many plant diseases. In addition, chitosan has a good effect against stressful conditions during plant growth and development. Applying chitosan increases the quality of fruits and increases storage life, which is especially important for small fruits (strawberry, raspberry, blackberry, blueberry). As chitosan is a natural compound, it is licensed for use in organic agricultural production and is an important preparation for use in organic farming. At EU level it is designated as a preparation based on a basic substance, in accordance with EC standard 1107/2009.

**Key words:** biofungicide, chitosan, organic farming, biofertilizer