

Humusne tvari i primjena huminske kiseline u poljoprivredi

Sažetak

Razvojem tehnologije proizvodnje organskih gnojiva na tržištu se pojavljuju novi proizvodi na bazi huminskih kiselina. Huminske kiseline jedna su od humusnih tvari uz fulvo kiseline i humin, te predstavljaju aktivan dio humusa i zato su najvažnija grupa humusnih tvari.

Prilikom primjene u poljoprivrednoj proizvodnji, huminske kiseline pokazale su dobar učinak. Korištenjem istih doprinosi se povećanju plodnosti tla, popravku vodozračnih odnosa u tlu, popravak kemijskih svojstava tla, neposredno mogu utjecati na plodnost biljke, rast korijena i ublažavanje stresnih situacija kod biljaka. Također, svoju primjenu su pronašle i u stočarskoj proizvodnji pri čemu poboljšavaju neke parametre zdravlja kod životinja. Stoga se preporuča primjena huminskih kiselina u poljoprivrednoj proizvodnji.

KLjučne riječi: humus, huminske kiseline, fulvo kiseline, humin, poljoprivreda

Uvod

Razvojem tehnologije proizvodnje organskih gnojiva na tržištu se pojavljuju novi proizvodi na bazi huminskih kiselina (eng. *humic acids* – HA). Prema Veselinoviću i sur. (2010) huminske kiseline su prirodne supstance i prisutne su u vodi, tlu i sedimentima. Njihova rasprostranjenost čini ih jednim od najzastupljenijih prirodnih proizvoda na Zemlji. Oko četvrtine organskog ugljika na Zemlji nalazi se u huminskim kiselinama, a obuhvaćaju čak 50-75% otopljenog ugljika u vodi (Veselinović, 2010). Nastaju kao bio-proizvodi - posljedica metabolizma mikroorganizama (Sutton i Sposito, 2005), odnosno nusproizvodi pri razgradnji organske tvari. Općenito, huminske supstance su topive u vodi. Prema stupnju topivosti mogu se podijeliti u tri grupe. To su huminske kiseline, fulvo kiseline i humin.

No, prije početka priče o važnosti huminskih kiselina za poljoprivrednu proizvodnju, potrebno je definirati o humus i važnosti humusa (lat. *zemlja*) u tlu.

U tlu, osim mineralne frakcije, dio čvrste faze tla čini i organska tvar. Ukupna količina organske tvari u tlu se kreće u rasponu od 0,5-10%. Organska tvar se u tlu, u usporedbi sa mineralnom tvari, značajno brže i više transformira, a intenzivna agrotehnika u poljoprivrednoj proizvodnji, taj procese značajno ubrzava. I dok je nekada u tlu, bio visoki postotak organske tvari, danas je količina organske tvari u tlu značajno niža. Pod nazivom „organska tvar“ u okviru različitih znanstvenih pristupa u proučavanju tla, razlikuju pojmovi koji nisu uvijek istovjetni. Općenito, organska tvar u tlu može se podijeliti na živu i mrtvu organsku tvar.

Živu organsku tvar, čine svi predstavnici flore i faune, koji žive u tlu, te se često koristi stručni naziv „edafon“. Mrtvu organsku tvar čine biljni i životinjski ostaci u tlu, koji su podložni fizikalnoj, kemijskoj i mikrobiološkoj razgradnji, te će u postupku razgradnje i tvorbe nastati humus. Količina humusa u tlu ovisi o nekoliko faktora, a prema važnosti mogu se poredati u slijedeći niz; klima-vegetacija-topografija terena-matični supstrat. U dobro dreniranim tlima, količina humusa iznosi od 1-5%, dok će se u tlima, koja imaju slab-

¹ David Gluhic, Veleučilište Rijeka, Poljoprivredni odjel Poreč, Carla Huguesa 6, HR 52 440 Poreč, e-mail: davidgluhic@yahoo.com

iju drenažu, količina humusa znatno povećati, dok kod tresetnih tala i prirodnih tresetišta, količina humusa može iznositi do 80%.

Cilj rada je pojasniti pojedine humusne tvari i opisati primjenu humusnih kiselina u poljoprivredi.

Materijal i metode

Rad se temelji na deskriptivnoj analizi sekundarnih izvora podataka. Analizirana je dostupna relevantna stručna i znanstvena literatura koja opisuje humusne supstance (huminske kiseline, fulvo kiseline i humin).

Rezultati i rasprava

Najveći postotni udio u prirodnim organskim materijama imaju huminske materije, 80-95%, dok 5-20% čine ugljikohidrati, proteini, masne kiseline, fenoli, steroli, ugljikovodici, urea, porfirini i ostali organski spojevi (Gjesing, 1998).

Temeljem količine humusa u tlu, svrstavamo i ocjenjujemo humoznost tla, te se prema Gračaninu (1977) vrši podjela tla, kako je navedeno u Tablici 1.

Tablica 1. Ocjena humoznosti tla

Oznaka humoznosti tla	% humusa u tlu
Vrlo slabo humozna tla	< 1,0%
Slabo humozna tla	1,0-3,0%
Dosta humozna tla	3,0-5,0%
Jako humozna tla	5,0-10,0%
Vrlo jako humozna tla	više od 10,0%

Izvor: Gračanin (1977)

Humusne tvari

Humusne tvari u širem smislu su produkti intenzivnog raspadanja ostataka, kao i resinteze i humifikacije s time da se razlikuju slijedeće grupe (Škorić, 1991):

Nespecifične humusne tvari

Specifične humusne tvari

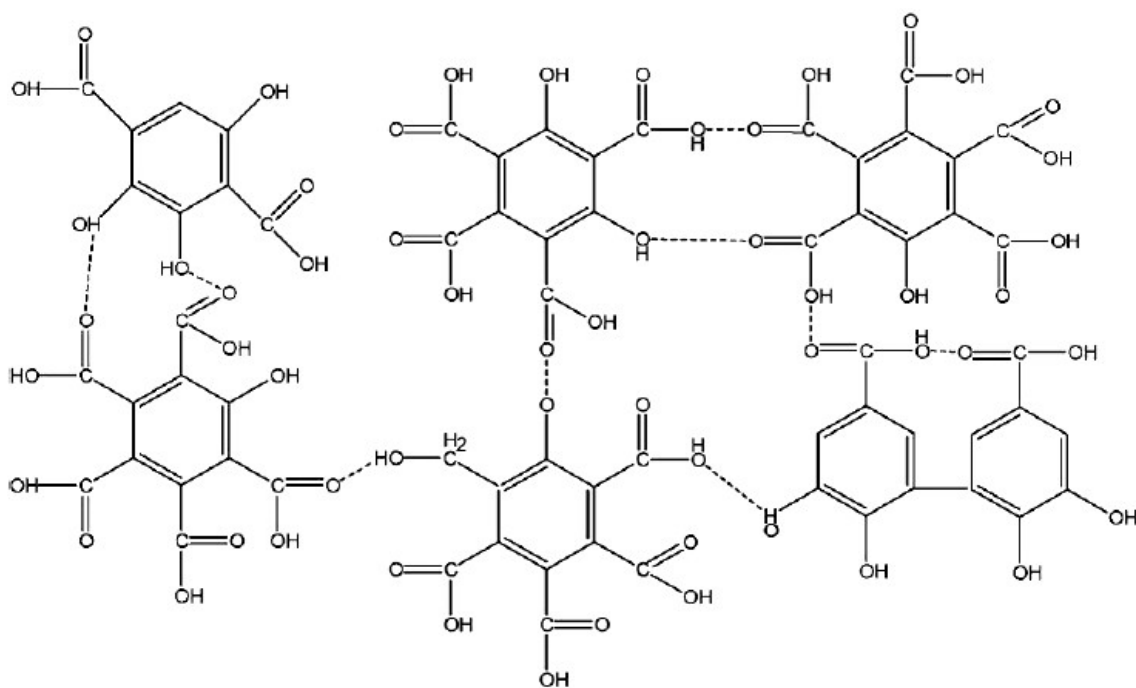
Nespecifične humusne tvari čine ukupno 10-15% od ukupne količine humusnih tvari, a sastoje se od bjelančevina, aminokiselina, ugljikohidrata, poliuronskih kiselina, aminosaharida, polifenola, vitamina, antibiotika, smola i lignina.

Specifične humusne tvari su visokomolekulani kompleksni produkti humifikacije. Čine 80-95% humusnih tvari, a u kemiji humusa, često se samo one i smatraju humusom u užem smislu riječi. To su produkti nastali kondenzacijom i polimerizacijom, koloidnih su dimenzija i tamnih boja, a dijele se na tri najvažnije podgrupe:

- Huminska kiselina
- Fulvo kiseline
- Humini

dijelom i nehuminske tvari (kao polisaharidi i većina organskih fosfornih spojeva i nekih drugih niskomolekulanih spojeva) koji se ne ubrajaju ili se ne mogu nazivati fulvokiseline. Elementarni kemijski sastav ove frakcije, u odnosu na prije opisane huminske kiseline, karakterizira manja količina ugljika (C), uži je odnos C i H, više kisika (O) i 7-10% pepela. I fulvokiseline se sastoje od jezgara koje su samo manje kondenzirane, i zato su svijetlije boje. Fulvo kiseline su manjih su molekularnih masa od huminskih kiselina i sa više hidrofilnih funkcionalnih grupa (Molnar, 2011). Pretpostavlja se da su fulvo kiseline vjerojatno oksidacijski nusproizvodi raspadanja huminskih kiselina. Prosječna masa fulvo kiselina iznosi oko 2000 Da (Fu i sur., 2006).

Scheffer i Schachtschabel (1970) označuju fulvokiseline kao niskomolekularne fenoleve i kinoidne spojeve, dosta jake organske kiseline, čije su soli topive, a koje stvaraju i kompleksne spojeve. Posebno su značajni kompleksi sa Al i Fe, koji na taj način intenziviraju procese trošenja u tlu, ali i ubrzavaju migraciju ovih metala. Fulvokiseline sadrže dušik (N), koji pri hidrolizi prelazi u otopinu, a hidroliza sadrži i aminokiseline koje su sličnog sastava kao i one iz huminskih kiselina.



Slika 2. Predložena struktura fulvinske kiseline

Izvor: Fu i sur., 2006

Humini

Humini su specifične huminske tvari, koje su netopive, odnosno ne ekstrahiraju se u hladnoj lužini. Ako se prethodno tretiraju s jakim mineralnim kiselinama, ruše se veze sa silikatima. Općenito, grupi humina pripadaju i ugljikove materije (bituminozne) kao rezultat karbonizacije organskih ostataka. Humini su dosta inertni za procese u tlu, kao i za svojstva koja bi imala neko veće značenje za tlo. Rice i MacCarthy (1989) su nakon izoliranja iz riječnog sedimenta ustanovili da se humin sastoji od bitumena (26%), huminskih kiselina (11%), lipida (oko 2%), dok je ostatak netopljivi dio.

Tablica 2. Osnovne karakteristike huminskih kiselina, fulvokiselina i humina

Parametar	HUMINSKE KISELINE			FULVOKISELINE	HUMINI
	<i>Himatomelanska kiselina</i>	<i>Smeđa huminska kiselina</i>	<i>Siva huminska kiselina</i>		
Boja	Smeđa	Tamnosmeđa	Tamnosiva	Žuta do smeđa	Crna
Topljivost					
Voda	Netopljive	Netopljive	Netopljive	Topljive	Netopljive
Alkohol	Topljive	Netopljive	Netopljive	Topljive	Netopljive
NaOH	Topljive	Topljive	Topljive	Topljive	Netopljive
% ugljika (C)	58-62%	50-60%	58-62%	43-52%	Nepoznato
Molekularna masa	-	5.000-1.000.000	-	2.000-9.000	Nepoznato

Izvor: Škorić (1991)

Preparati na bazi huminskih kiselina i njihova važnost za upotrebu u poljoprivredi

Huminske kiseline su proizvodi koji imaju višestruku važnost za primjenu u poljoprivrednoj proizvodnji, od kojih navodimo:

- Povećavaju kapacitet adsorpcije hraniva u tlu
- Neutraliziraju nagle promjene pH vrijednost tla, je imaju sposobnost puferiranja viška/manjka slobodnih vodikovih iona u vodenoj otopini tla
- Poboljšavaju usvajanje hraniva iz tla u nepovoljnim uvjetima (niska temperatura tla, nedostatak vode u tlu, višak soli u tlu) (Duan i sur., 2003)
- Imaju sposobnost helatizacije za kationima (Fe, Mn, Zn) u alkalnim tlima i poboljšavaju usvajanje u karbonatnim/alkalnim tlima (Szilágyi, 1971)
- Zadržavaju anorganska vodotopiva gnojiva u zoni korijena i smanjuju ispiranje mineralnih oblika hraniva iz tla
- Potiču pretvorbu netopivih oblika hraniva (fosfor, mikroelementi) u topive, biljci, pristupačne oblike
- Služe kao hrana svim mikroorganizmima u tlu, te poboljšavaju mikrobiološku aktivnost tla (povećanje produkcije CO₂ u tlu)
- Imaju sposobnost vezivanja toksičnih elemenata (teških metala poput olova, kadmija, žive i dr.) u tlu
- Potiču rast i razvoj korijena biljaka (Varanini i Pinton, 1995)

Na tržištu postoji veći broj preparata na bazi huminskih kiselina. Uglavnom se radi o tekućim prepatima u kojima se nalaze različiti postoci huminskih i fulvokiselina. Mikrogranulirani preparati na bazi huminskih kiselina, dosta su rijetki na tržištu, jer zbog veće koncentracije huminskih kiselina, imaju značajno veću cijenu. Većina preparata na tržištu dobiveno je ekstrakcijom američkog leonardita (najveća nalazišta nalaze se u pokrajini North Dakota u SAD) uz djelovanje kalijeve ili natrijeve lužine. Preparati koji su dobiveni ekstrakcijom uz pomoć kalijeve lužine (KOH) bolje su kvalitete, jer nema zaostataka štetnog natrija (Na) kod jeftinije ekstrakcije sa natrijevom lužinom (NaOH).

Kako se huminske kiseline dobivaju ekstrakcijom iz organskog materijala, vrlo je važna čistoća izvorne sirovine na količinu teških (toksičnih) metala. Tako se preporuča uvijek imati na uvid analizu na količinu teških metala (živa, krom, bakar, nikal, olovo, kadmij) kod

odabira preparata na bazi huminskih kiselina.

Iako je huminska kiselina tvar organskog porijekla, prisutnost huminske kiseline u vodi za ljudsku u potrebu nije poželjna (korištenje podzemnih voda – bunari i sl.), zbog reakcije istih s klorom pri čemu mogu nastati kancerogeni i toksični proizvodi. Tako su Veselinović i sur. (2010) proveli pokus u kojem su ispitali degradaciju huminske kiseline pod utjecajem UV zračenja u prisutnosti vode (H_2O_2). Svojim rezultatom pokazali su da takvo tretiranje vode za humanu upotrebu može biti vrlo ekonomičan i koristan način osiguranja vode za piće bez huminskih kiselina.

Huminske kiseline također su korištene u stočnoj hrani za ishranu stoke. Primjena kiselina s različitim sadržajem u krmivu nema za cilj povećanje energije, nego pozitivno utječe na zdravlje životinje. Dodavanjem u stočnu hranu pozitivno utječe na digestiju (probavu), rast i imunološki sustav životinja (apsorpciju i detoksikaciju) (Trckova i sur., 2005). Prema Písaříkovej i sur. (2010) huminske kiseline stabiliziraju crijevnu mikrofloru, učinkovito korištenje nutrijenata (biološki aktivni spojevi iz hrane) i bolju iskoristivost stočne hrane.

Učinak korištenja huminskih kiselina intenzivnije je istražen u ishrani mliječnih krava. Prema Thomassen i sur. (2000) istraživanja su potvrdila da korištenje huminske kiseline povećava mliječnost kod krava. Neka druga istraživanja također su potvrdila taj nalaz. Primjena huminske kiseline povećava osim mliječnosti i udio masti u mlijeku (Livestock R Us, 2003) kod krava, a kod ovaca je ista smanjuje razinu kolesterola u krvi (Tunç i Yörük, 2007).

U jednom od novijih istraživanja (Degirmencioglu, 2012) ispitan je utjecaj primjene huminske kiseline u krmiva na primjeru ishrane Sanske koze. Sanke koze hranjene su obrocima koji su sadržavali različite razine huminske kiseline. Rezultati su pokazali da takva ishrana pozitivno utječe na smanjenje ukupnog kolesterola u krvi životinje, a za daljnje pozitivne učinke takve ishrane trebalo bi provesti daljnja istraživanja.

Prema Islamu i sur. (2005) nema sumnje da huminska kiselina ima antibakterijski, antiviralni i protuupalni učinak kod životinja te poboljšava imuni sustav, smanjuju stres i ublažava miris izmeta. Također ima pozitivan učinak na funkcioniranje jetre. U konačnici smanjuje smrtnost i povećava rast kod peradi. Međutim, pozitivan učinak može biti upitan za preživače jer zbog svog antimikrobnog djelovanja može uzrokovati nedovoljnu sintezu proteina redukcijom mikroorganizama u buragu. Literatura koja pozitivno ocjenjuje huminske kiseline za povećanje rasta kod preživača dovodi u pitanje upravo taj učinak, no gdje postoji rizik za oboljenja kod životinja huminske kiseline mogu djelovati u zaštiti od bolesti. Također, efekt korištenja može biti različit zbog različitih izvora, načina pripreme te različitih sustava uzgoja životinja u različitim regijama s različitim klimom.

U praksi su dobar učinak pokazale primjene huminskih kiselina, neposredno nakon presađivanja presadnica povrća (rajčica, krastavac, paprika) u kombinaciji sa primjenom vodotopivih gnojiva ili mikroelemenata (Adani i sur., 1998)

U biljnoj proizvodnji primjenjuju se različiti biostimulatori uz sve ostale potrebne tehnološke mjere naročito kad se biljka treba prilagoditi novonastalim uvjetima (npr. presadnice rajčice). Biostimulatori mogu sadržavati huminske kiseline, aminokiseline, peptide, proteine, polisaharide i vitaminski kompleks koji pomaže biljci u razvoju. Sve te komponente utječu na sustav tlo-biljka-korijen (Parađiković i sur., 2008). Prema Maini (2006) neki od pozitivnih učinaka primjene biostimulatora su: smanjenje razine stresa za biljku u slučaju nepovoljnih temperatura, povećanje prinosa, smanjenje štetnih posljedica u slučaju elementarnih nepogoda (suše, smrzavanja), mehaničkih i kemijskih oštećenja kao i u slučaju virusne infekcije biljke.

Huminska kiselina pozitivno utječe na klijavost, rast korijena i nadzemnu masu rajčice (Thi Lua i Böhme, 2001). Pokus koji je izveden na rajčici (Parađiković i sur., 2008) ukazuje na to da primjena biostimulatora u proizvodnji presadnica rajčice može poboljšati razvoj korijena, što je važan preduvjet brže adaptacije biljaka na stres uslijed presađivanja. Čak se pokazalo da različite sorte različito reagiraju, odnosno postoji genotipska raznolikost na primjenu biostimulatora. U sličnom istraživanju (Vinković i sur., 2009) na istoj biljci pokazan je pozitivan učinak na pojačani razvoj lisne mase.

Huminske kiseline kao tekući preparati mogu se koristiti za zalijevanje biljaka (presadnica), potapanje kontejnera sa presadnicama ili kroz sustav fertirigacije (samostalno ili u kombinaciji sa vodotopivim gnojivima). Isto tako, mogu se prskanjem aplicirati direktno na korijen sadnica drvenastih kultura (voćke, vinova loza) prije sadnje u tlo.

Mikrogranulirane i praškaste huminske kiseline mogu se primjeniti direktno u tlo, pojedinačno za svako stablo ili kod pripreme substrata za sadnju ili presađivanje.

Prosječna doza primjene tekućih huminskih kiselina iznosi ukupno 50-70 lit/ha, razdjeljno u manje tretmane sa prosječnom dozom od 3-5 lit/ha. U pojedinim ekstremnim uvjetima (visoka količina soli u tlu, stres, zaostatak u rastu kulture) doze za pojedinačnu primjenu huminskih kiselina dosežu i 20 lit/ha. Iako postoji nekoliko znanstvenih podataka o učinkovitosti huminskih kiselina preko lista, puno je više provjerenih podataka o pozitivnom učinku kod primjene u tlo. Budući da su to tekući preparati, mogu se primjenjivati direktno zalijevanjem ili kroz sustav fertirigacije.

Tablica 3. Sastav proizvoda Humistar® (tekuće huminske kiseline) - proizvođač Tradecorp Ltd., Španjolska

Huminske kiseline	13,2 %
Fulvokiseline	3,3 %
Kalij (K ₂ O)	5,5 %
pH	13,0
Specifična masa	1,1 kg/lit

Izvor: Granum agrocentar (2017), https://www.granum.ba/product/57/humistar_5_lit



Slika 3. Utjecaj huminskih kiselina na razvoj korijena presadnica krastavaca
Izvor: <http://www.gnojidba.info/gnojiva-tradecorp/humistar/>

Zaključak

Gornji sloj tla naziva se humus. Po sastavu čine ga razgrađene organske tvari odnosno nastaje humifikacijom biljaka i životinja. To je sloj zemlje u koje se događaju djelovanja mikroorganizama i zbog toga je to vrlo plodna vrsta tla. Sadrži velike količine ugljika i vodika. Humus nije kemijski spoj nego ga čine humusne tvari. Te tvari su huminske kiseline, fulvo kiseline i humin. Svaka navedena pojedinačna tvar ima svoje specifičnosti i „ponašanje“ u prirodnim procesima razgradnje. Huminske kiseline su aktivan dio humusa i zato najvažnija grupa humusnih tvari. Dosadašnja istraživanja pokazala su relativno široku primjenu u poljoprivredu, kako u biljnoj tako i u stočarskoj proizvodnji.

Literatura

- Adani F., Genevini P., Zaccheo P., Zocchi G. (1998). The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of Plant Nutrition*, 21(3), 561-575.
- Degirmencioglu, T. (2012). Possibilities of using humic acid in diets for Saanen goats. *Mljekarstvo*, 62 (4), 278-283.
- Duan, J., Gregory, J. (2003). Coagulation by hydrolysing metal salts. *Adv Colloid Interface* 100-102, 475-502.
- Duan J., Wilson F., Graham N., Hwa Tay, J. (2003). Adsorption of humic acid by powerd activated carbon in saline water condition. *Desalination*, 151 (1), 53-66.
- Fu, J.F., Ji, M., Wang, Z., Jin, L.N., An, D.N. (2006). A new submerged membrane photocatalysis reactor (SMPR) for fulvic acid removal using a nano-structured photocatalyst. *J. Hazard. Mater.*, B 131, 238-242.
- Gjesing, E.T. (1998). Plenarno predavanje „Prirodne organske materije u vodi“ održano u Zimskoj školi za zaštitu životne sredine – Kvalitet vode za pice, PMF - Institut za hemiju, Novi Sad.
- Gnojdba Info (2017). Humistar. <http://www.gnojdba.info/gnojiva-tradecorp/humistar/> (pristupljeno 11.4.2017.)
- Gračanin M., Ilijanić Lj. (1977). Uvod u ekologiju bilja. Školska knjiga. Zagreb
- Granum agro centar (2017). Humistar 5 lit. https://www.granum.ba/product/57/humistar_5_lit (pristupljeno 11.4.2017.)
- Islam, K.M.S., Schuhmacher, A., Gropp, J.M. (2005). Humic Acid Substances in Animal Agriculture. *Pakistan Journal of Nutrition*, 4 (3), 126-134.
- Livestock R Us (2003). Field trials on Dairy Cattle. ENVIROMATE Inc. 8571 Boat Club Road, Fort Worth, Texas 76178. www.livestockrus.com/consignments/viromate/enviromate.htm
- Maini, P. (2006). The experience of the first biostimulant, based on aminoacids and peptides: a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results. Ed. Centro Scientifico Italiano dei Fertilizzanti. *Fertilitas Agrorum*, 1(1), 29-43.
- Molnar, J. (2011). Efekti odabranih unapređenih procesa oksidacije i koagulacije na sadržaj prirodnih organskih materija u vodi, Univerzitet u Novom Sadu Prirodno-matematički fakultet Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine. Doktorska disertacija. Novi Sad, 2011. godina. 191 str.
- Parađiković, N., Vinković, T., Teklić, T., Guberac V., Milaković, Z. (2008). Primjena biostimulatora u proizvodnji pre-sadnica rajčica. U: *Zbornik radova 43. hrvatskog i 3. međunarodnog simpozija agronoma (Proceedings 43rd Croatian and 3rd International Symposium on Agriculture)*. 43. i 3. međunarodni simpozij agronoma. Popišil, M. (ur.), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zagreb, 435-438.
- Piccolo, A. (2002). Thesupramolecular structure of humic substances. A novel understanding of humus chemistry and implications in soil science. *Adv Agron*, 75, 57-134.
- Pišarićová, B., Zralý, Z., Herzig, I. (2010). The Effect of dietary sodium humate supplementation on nutrient digestibility in growing pigs. *Acta Vet Brno*, 79, 349-353.
- Rice, J., MacCarthy, P. (1989). Isolation of humin by liquid-liquid partitioning. *Sci Total Environ*, 81-82, 61-69.
- Scheffer F. I Schachtschabel P. (1970). *Lerbuch der Bodenkunde*. F. Enke Verlag. Stuttgart
- Stevenson, F. J. (1982). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. 1st edn. Wiley. New York, USA.
- Sutton, R., Sposito, G (2005). Molecular Structure in Soil Humic Substances: The New View. *Environmental science & technology*, 39 (23), 9009-9015.
- Szilágyi, M. (1971). Reduction of Fe³⁺ ion by humic acid preparations. *Soil Sci.*, 111(4), 233-235.
- Škorić, A. (1991). Sastav i svojstva tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti. Zagreb
- Thi Lua, H., Böhme, M. (2001). Influence of humic acid on the growth of tomato in hydroponic systems. International Symposium on Growing Media and Hydroponics. *ISHS Acta Horticulturae*, 548, 451-458
- Thomassen, B.P.H., Faust, R.H. (2000). The use of a processed humic acid product as a feed supplement in dairy production in the Netherlands. *The world grows organic international scientific conference*, August, Basle. Page 339.
- Trckova, M., Matlova, L., Hudcova, H., Faldyna, M., Zralý, Z., Dvorska, L., Beran, V., Pavlik, I. (2005). Peat as a feed supplement for animals: a review. *Vet Med Czech*, 50 (8), 361-377.
- Tunç, M.A., Yörük, M.A. (2007). The effect of humate on rumen parameters and blood values in sheep. Atatürk Univ

Health Sci Ens. Thesis.

Varanini, Z., Pinton, R. (1995). Humic substances and plant nutrition. *Prog. Bot.*, 56, 97–117.

Veselinović, A. M., Bojić, A. L.J., Purenović, M. M. Nikolić, G. M., Anđelković, T. D., Dačić, S. D., Bojić, D. V. (2010). Ispitivanje uticaja parametara UV/H₂O₂ procesa na degradaciju huminskih kiselina. *Hem. ind.*, 64 (4), 265–273.

Vinković, T., Parađiković, N., Teklić, T., Štolfa, I., Guberac, V., Vujić, D. (2009) Utjecaj biostimulatora na rast i razvoj rajčice (*Lycopersicon esculentum* Mill.) nakon presađivanja. U: *Zbornik radova 44. hrvatskog i 4. međunarodnog simpozija agronoma*. 44. i 4. međunarodni simpozij agronoma. Lončarić, Z., Marić S. (ur.), Sveučilište J. J. Strossmayera, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 459-463.

Review article

Humic substances and humic acid application in agriculture

Abstract

New products based on humic acids appear on the market with development of production technology of organic fertilizers. Humic acids are one of the humic substances along the fulvic acid and humin, and represent the active part of the humus and therefore the most important group of humic substances. Humic acids showed a good effect during application in agricultural production. Its use contributes to soil fertility increase, correcting the physical and chemical properties relations in soil; repair of chemical properties of soil; directly can affect the fertility of the plants, root growth and relieve stress situations for plants. Also, its application could be in livestock production where can improve some parameters of health of animals. Therefore the application humic acid in agriculture is recommended.

Keywords: humus, humic acid, fulvic acid, humin, agriculture

Humistar



Preparat na bazi tekućih huminskih kiselina
13,2% huminskih kiselina

OMRI certifikat za primjenu u organskoj
poljoprivrednoj proizvodnji



Distributer: Agro Expert d.o.o, Poreč www.agroexpert.hr 098/435-129