

Humusvielu ķīmiskās īpašības un to unikalitāte Humates Chemical Composition and Uniqueness

Ilze Vircava, Sandijs Meškis, Laila Dubova, Ina Alsiņa
LLU Lauksaimniecības fakultāte

Abstract. Today, the positive effects of humic substances on soil microbiological activity, soil structure, plant water retention, nutrient uptake, resistance to abiotic stress, etc. are widely described. As a result, the impact of humates (HM) on yield growth and product quality has been described in numerous scientific publications. The aim of the study, using the scientific literature, is to find out the properties of HM that determine their versatile use. The chemical composition of HM, mechanism of action and possibilities of use are identified in the work. The topicality of the research was determined by the current challenges of agricultural science – to find sustainable, environmentally friendly solutions in food production without reducing crop and soil productivity. The main conclusion of the study is the understanding that it is important to find the link between the chemical composition of HM and their widely described uniqueness. In addition, it is important to identify the local potential of HM thus contributing to the development of sustainable agriculture in Latvia.

Key words: humates, humic substances.

Ievads

Humātu (HM) termins pirmo reizi zinātniskajā literatūrā minēts 1844. gadā kā humusvielu (HV) sāls vai esteris, un jau tālajā 1934. gadā tika aprakstīta to nozīme augu barošanā un HM sintēzes iespējas. Arī mūsdienās plaši tiek aprakstīta HM pozitīvā ietekme uz augsnes mikrobioloģisko aktivitāti, augsnes struktūru, ūdens aizturi, barības vielu uzņemšanu, izturību pret abiotisko stresu utt. Rezultātā neskaitāmās zinātniskajās publikācijās tiek aprakstīta HM ietekme uz kultūraugu ražu pieaugumu un produktu kvalitāti. Tomēr Lajons un Gencs (Lyons, Genc, 2016) savā publikācijā uzsver, ka joprojām trūkst pētījumu, kas sniegtu HM efektivitātes novērtējumu lauka apstākļos, kas aptvertu fundamentālus pētījumus par HM ķīmiskajām un fizikālajām īpašībām, par to mijiedarbību ar augsni un augu. Tādēļ joprojām ir aktuāli meklēt atbildes un saiti starp HM ķīmisko sastāvu un to plaši aprakstīto unikalitāti. Pētījuma mērķis ir, izmantojot zinātnisko literatūru, noskaidrot HM īpašības, kas nosaka to daudzpusīgo izmantošanu un unikalitāti. Pētījuma aktualitāti noteica šī brīža lauksaimniecības zinātnes izaicinājumi – rast ilgtspējīgus, vidi saudzējošus risinājumus pārtikas ražošanā, nesamazinot augu un augsnes produktivitāti.

Materiali un metodes

Par pētījumu objektu izvēlēti humāti, tomēr, ņemot vērā HM pētījumus galvenokārt kā humusvielu (HV) sastāvdaļu, darbā tiek raksturota kopējā HV

ietekme uz augiem, nespecificējot HM kā atsevišķu komponenti. Raksta sagatavošanā izmatota zinātniskā literatūra, kas saistīta ar HM ķīmisko sastāvu, to efektivitāti un izmantošanas iespējām. Ierobežotā apjoma dēļ atsauces rakstā veidotas tikai uz autoru ieskatā svarīgākajiem literatūras avotiem.

Rezultāti un diskusija

Humāti ir humīnskābju (HS) un fulvoskābju sāļi, kuru kompleksās molekulas lielā daudzumā ir atrodamas jebkurā HV. HM veidošanās pamatā ir karboksil- un hidroksilgrupas, kuru anjoni saista metālu jonus, veidojot HS sāļus. Jebkura HM sastāvs ir specifisks atkarībā no tā, no kādām HV tas ir iegūts. Tādējādi dažādu HV molekulārais sastāvs ir samērā mainīgs un raksturojas ar noteiktām unikālajām pazīmēm. Latvijas apstākļos galvenais HM ieguves avots var būt Latvijas teritorijā plaši izplatītie sapropeļa un kūdras resursi, kā arī komposts. Komerciāli pieejamie humāti galvenokārt tiek izmantoti lauksaimniecībā. Visplašāk tiek ražoti K, Na, Ca, Mg, Fe, Zn, Mg, Ni, Cu humāti, kas galvenokārt tiek izmantoti, lai mazinātu augšņu sasāļošanos, normalizētu augsnes pH, bagātinātu nabadzīgās augsnes ar organiskajām vielām, uzlabotu neorganisko mēslošanas līdzekļu efektivitāti u.c.

Lai arī HM pētījumu vēsture ir sena, joprojām tiek "lauzti šķēpi" par to patieso efektivitāti. Lajons un Gencs (Lyons and Genc, 2016) uzsver, ka, izvērtējot HM iedarbības efektivitāti, ir jāņem vērā pētījuma mērogs, jo nelieli pētījumi kontrolētos apstākļos nesniedz atbildi par HM efektivitāti un to nākotni lauksaimnieciskajā ražošanā. Neskatoties uz plašo HM klāsta pieejamību lauksaimniecības tirgū, jāatzīst, ka pagaidām nav pietiekami daudz pētījumu, kas tieši izskaidrotu iespējamās HM iedarbības mehānismus, kas saistīti ar to efektivitāti. Vairāk atrodami padziļināti pētījumi par HV ietekmi uz augu augšanu, īpašu vērību piegriežot HS. Līdz ar to vismaz daļa no šiem pētījumiem pastarpināti var atspoguļot HM iedarbības mehānismus augsnē un augos, jo humāti ir viens no HV rūpnieciski ražotajiem produktiem. Zinātniskajā literatūrā ir atrodami pētījumi par HM tiešu ietekmi uz augu augšanu, īpaši abiotiskā stresa apstākļos piedaloties augu metabolisma procesos, savukārt citi pētījumi pierādījuši HM netiešu ietekmi uz augu augšanu, kuru pielietojuma rezultātā tiek mainītas/uzlabotas iepriekšminētās augsnes īpašības. Atrodamas liecības arī par dažādu HS sāļu efektivitāti, piemēram, Fe humāta efektivitāte uz citrusaugļiem. Turklāt ir pierādīts, ka HM sastāvā esošās organiskās vielas uzlabo fosfora šķīdību augsnē, tomēr iedarbības mehānismi līdz galam nav aprakstīti un izprasti. Vakkaro ar līdzautoriem (Vaccaro et al., 2009) uzskatāmi pierādīja, ka humusvielas stimulē nitrātu un nitrītu reduktāzi, glutamīna un glutamāta sintēzi un aspartāta aminotransferāzi, tātad to fermentu aktivitāti, kas saistīti ar slāpekļa uzņemšanu un metabolismu (Vaccaro et al., 2009). Citi pētnieki (Canellas, Olivares, 2014) sniedz pārskatu par HV ietekmi uz augu metabolismu, kā arī HV agronomisko nozīmi, t.sk. kombinācijā ar augiem labvēlīgām baktērijām. Vēl citā pētījumā konstatēts, ka, HV izsmidzinot uz augu lapām, tika palielināta fenilalanīna liāzes (FAL) aktivitāte (Olivares et al., 2015). FAL aktivitātes

pieaugums konstatēts arī, izmantojot HV kukurūzas audzēšanā. Minētais pētījums parādīja, ka augstas molekulas HV izmainīja kukurūzas augu sekundāro metabolismu, nodrošinot novatorisku pieeju augu stresu reakciju izpētei. Kā novērots Zallera (2007) pētījumā augu metabolisma izmaiņas konstatētas arī tomātos pēc HV izsmidzināšanas uz augu lapām (Zaller, 2007), nodrošinot tomātu ražas pieaugumu un samazinot pesticīdu lietošanu. Pētījumā (Canellas et al., 2015) noskaidrots, ka HV var izmainīt olbaltumvielu ekspresiju kukurūzas saknēs. Citā pētījumā autori secinājuši, ka pastiprināta augu augšana, reaģējot uz HV, nav saistīta ar HV esošo barības vielu saturu, bet gan ar augu augšanas un attīstības regulāciju. Autori arī norāda, ka ideja par HV tiešo ietekmi uz augu augšanu nav jauna un ir tikpat veca kā sauszemes vides evolūcija, kur augsnes humusa loma augu attīstībā ir bijusi ļoti nozīmīga. Tomēr ir arī pētījumi, kas noliedz, HM un HV efektivitāti, piemēram, secināts, ka HV iedarbība ir neefektīva (Hartz, Bottom, 2010). Tomēr citi pētnieki komentē šo negatīvo pieredzi, izsakot pieņēmumu par pētījuma apstākļiem un to ietekmi, piemēram, pārāk augstu organiskās vielas saturu augsnē (Canellas et al., 2015). Domājams arī HV izcelsmei ir liela nozīme rezultātu ieguvē. Neapšaubāmi, ka HM efektivitātes novērtējums galvenokārt saistāms ar kontrolētiem apstākļiem segtajās platībās. Tomēr, neskatoties uz atsevišķu pētījumu negatīvo rezultātu, minami arī pētījumi ar pozitīvu iznākumu tieši *in vivo* apstākļos, piemēram, pētījums lauka apstākļos par HV ietekmi uz ganību zāles sausnes ražas pieaugumu 4 gadu pētījumā (Espie, Ridgway 2020), *in vivo* pētījums par Fe-humāta ietekmi uz citrusaugļiem (Cieschi et al., 2017), pētījums par HV ietekmi uz tomātu hibrīdiem karsta kontinentāla klimata apstākļos (Abdellatif et al., 2017) un vēl daudzi citi.

Dažāda veida HM visplašāk izmanto lauksaimniecībā – dārzkopībā, augkopībā un lopkopībā, tomēr ievērojamu daļu HM izmanto arī medicīnā, kosmetoloģijā un vides jomā. Lauksaimniecībā HM izmanto gan kā augsnes ielabotājus, gan arī kā biostimulantus. Kanellas ar līdzautoriem apkopojusi plašu (44) pētījumu sarakstu ar dārzeniem, augļiem un ogām, kas atspoguļo HV pozitīvo ietekmi uz to augšanu un ražu (Canellas et al., 2015); pētnieki arī pauduši uzskatu, ka HV bioaktivitāte var palīdzēt samazināt mēslošanas līdzekļu daudzumu, uzlabot barības vielu izmantošanas efektivitāti, aizstāt sintētiskos augu augšanas regulētājus, uzlabot augļu kvalitāti, paaugstināt ūdens noturību augsnē, samazināt augu slimību risku u.c. Zinātniskajā literatūrā ir atrodami veiksmīgi pētījumi arī par citiem HM izmantošanas veidiem, piemēram, HM-sepiolīta izmantošanu augšņu piesārņojuma mazināšanā no smagajiem metāliem (Cd, Pb), kā arī notekūdeņu attīrīšanu no dzīvsudraba.

Secinājumi

Humātu (HM) unikalitāte ir balsīta uz to ķīmisko sastāvu un darbību dažādos vides apstākļos. Tomēr HM iedarbības mehānismi ir jāturpina pētīt, liekot uzsvāru uz HM, kas iegūti no vietējām izejvielām; jāturpina vērtēt HM

efektivitāte lauksaimnieciskajā ražošanā, jo, apzinot vietējo HM potenciālu, varētu sekmēt ilgtspējīgas lauksaimniecības attīstību Latvijā.

Pateicība

Pētījums tapis ar Eiropas Savienības Eiropas Lauksaimniecības fonda lauku attīstībai atbalstu 16.1 apakšpasākuma, projekta Nr. 00-A01612-000010 “Inovātīvas dehidratācijas tehnoloģijas pielietojuma izpēte sapropeļa ieguvē, uz sapropeļa bāzes veidotu produktu izmantošanas iespējas augkopībā un lopkopībā” finansiālo atbalstu.

Literatūra

1. Abdellatif, I.M.Y., Abdel-Ati, Y.Y., Abdel-Mageed, Y.T., Hassan M.A.M. (2017). Effect of Humic Acid on Growth and Productivity of Tomato Plants Under Heat Stress. *Journal of Horticultural Research*, 25, pp. 59–66.
2. Espie, P., Ridgway, H. (2020). Bioactive carbon improves nitrogen fertiliser efficiency and ecological sustainability. *Sci Rep*, 10, No. 3227.
3. Canellas, L.P., Olivares, F.L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1, No. 3.
4. Canellas, L.P., Silva, S.F., Olk, D.C., Olivares, F.L. (2015). Foliar application of *Herbaspirillum seropedicae* and humic acid increase maize yields. *J. Food Agric. Environ.*, 13(1), pp. 146–153.
5. Cieschi, M.T., Caballero-Molada, M., Menéndez, N., Naranjo, M.A., Lucena, J.J. (2017). Long-term effect of a leonardite iron humate improving Fe nutrition as revealed in silico, *in vivo*, and in field experiments. *J. Agr. Food Chem.*, 65, pp. 6554–6563.
6. Hartz, T.K., Bottoms, T.G. (2010). Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. *HortScience*. 45, pp. 906–910.
7. Lyons, G., Genc, Y. (2016). Commercial humates in agriculture: real substance or smoke and mirrors? – a review. *Agron*, 6(4), pp.1–8.
8. Olivares, F.L., Aguiar, O.N., Rosa, R.C.C., Canellas, L.P. (2015). Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. *Scientia Horticulturae*, 83(12), pp.100–108.
9. Vaccaro, S., Muscolo, A., Pizzeghello, D., Spaccini, R., Piccolo, A., Nardi, S. (2009). Effect of a compost and its water-soluble fractions on key enzymes of nitrogen metabolism in maize seedlings. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(23), pp. 11267–11276.
10. Zaller, J.G. (2007). Vermicompost in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Eur J Soil Biol*, 43, pp. S332–S336.