

AUGSNES APSTRĀDES IETEKME UZ ORGANISKO VIELU SADALĪŠANĀS INTENSITĀTI AUGSNĒ

THE INFLUENCE OF TILLAGE ON ORGANIC MATTER DEGRADATION IN THE SOIL

Laila Dubova, Antons Ruža, Ina Alsiņa

Latvijas Lauksaimniecības universitāte

Laila.Dubova@llu.lv

Abstract. Associations of microorganisms are an important component of soil biotic communities. Their efficiency is influenced not only by used mineral and organic fertilizers, but also by tillage and crop species. Organic matter accumulation or decomposition affects the amount of available nutrients and soil properties. The amount of nutrients in the soil and therewith crop yield is closely related to the diversity and activity of soil organisms. Activity of microorganisms can be judged directly by decomposition of organic matter intensity and enzyme activity in the soil. Hydrolytic enzyme activity in the soil indicates the intensity of mineralization of organic matter. Experiments were carried out to analyze conventional and minimum tillage effects on soil microbial processes. Soil samples for assessing cellulose degradation intensity and hydrolytic enzyme activity were collected twice or four times during the vegetation period at two soil depths (0–10 cm and 10–20 cm). It was found that the cellulose activity of microorganisms in the soil differs depending on meteorological conditions of the year. Minimally tilled fields (reduced tillage) compared with conventional tillage (ploughing) maintained plant residues over the soil surface and created favourable conditions for microorganisms which degrade different organic substrates. However, the surface soil is more exposed to fluctuations of environmental conditions. Balanced mineralization and humification process is crucial for sustainability of soil fertility.

Key words: minimum tillage, hydrolytic enzymes, cellulose.

Ievads

Mikroorganismu asociācijas ir nozīmīgs augsnes biocenozes komponents, kuru darbības efektivitāti var ietekmēt ne tikai lietotais minerālais un organiskais mēslojums, bet arī augsnes apstrādes veids un kultūraugu maiņa. Organiskās vielas uzkrāšanās vai sadalīšanās ietekmē augiem pieejamo barības elementu apjomu, kā arī augsnes īpašības. Barības elementu daudzums augsnē un līdz ar to arī kultūraugu raža ir cieši saistīta ar augsnes mikroorganismu daudzveidību un to darbības intensitāti (Deng, Tabatabai, 1996).

Par mikroorganismu darbības aktivitāti var spriest gan tieši pēc organiskās vielas sadalīšanās intensitātes, gan enzīmu aktivitātes augsnē. Hidrolītisko enzīmu aktivitāte augsnē liecina par organiskās vielas mineralizācijas intensitāti. Augsnē nokļūst dažādi hidrolītiskie enzīmi, kuri piedalās daudzveidīgu savienojumu šķelšanā. Enzīmi ataino baktēriju, sēņu, augu sakņu fizioloģisko aktivitāti, tādējādi raksturojot C, N, kā arī citu nozīmīgu elementu plūsmu biogeoķīmiskajā ciklā. Māla vai organisko vielu (humusa) daļiņas var saistīties ar enzīmiem, tādējādi ietekmējot to aktivitāti. Māla un humusa-enzīmu kompleksi veido ilglaicīgus noturīgus augsnes katalītiskos komponentus. Tomēr šo kompleksu uzrādītā enzimatiskā aktivitāte ne vienmēr korelē ar mikroorganismu skaitu un biomasu (Mikanova *et al.*, 2009).

Mikroorganismu aktivitāte augsnē atkarīga ne tikai no vides faktoriem. Augu sakņu izdalījumi ietekmē augsnes mikroorganismu kvantitatīvo sastāvu un aktivitāti. Sakņu izdalījumi var saturēt dažādus ogļhidrātus, organiskās un aminoskābes. Audzējot kultūraugus maiņas vai bezmaiņas sistēmā, izmainās arī mikroorganismu darbības intensitāte un metabolisms (Parmar, Dardarwal, 1999; Sturz, Christie 2003).

Iekārtotajā stacionārajā lauka izmēģinājumā ar tradicionālo un minimālo augsnes apstrādi un dažādu laukaugu rotāciju tika pētīta celulozes sadalīšanās intensitāte un hidrolītisko enzīmu aktivitāte augsnē.

Materiāli un metodes

Izmēģinājumi veikti Jelgavas novadā, mācību un pētījumu saimniecībā „Pēterlauki”, Poļos. Izmēģinājuma laukā ir virsēji velēnglejota (GLu) smilšmāla augsne, humusa saturs 20 g kg⁻¹, pH KCl 6.8.

Celulozi sadalošo mikroorganismu darbība novērtēta izmēģinājumā ar diviem augsnes apstrādes variantiem – tradicionālo – arot 22–24 cm dziļumā un minimālo – apstrādājot ar disku lobītāju 10–12 cm dziļi. Paraugi ņemti 0–10 un 10–20 cm dziļumā, ejot pa lauciņa diagonāli. Katra lauciņa kopējais augsnes paraugs veidots no 15–20 zondējumiem.

Hidrolītisko enzīmu aktivitātes novērtēšanai 2012. un 2013. gadā augsnes paraugi ievākti četras reizes veģetācijas periodā. Celulozi sadalošo mikroorganismu aktivitātes novērtēšanai augsnes paraugi ievākti divas reizes gadā. Izmēģinājumā iekļauti varianti ar un bez augu maiņas. Pirmajā un otrajā izmēģinājuma lauciņā audzēja tikai ziemas kviešus, trešajā un ceturtajā lauciņā 2012. gadā audzēja ziemas kviešus, bet 2013. gadā – attiecīgi ziemas rapsi un vasaras rapsi. Pirmajā un ceturtajā izmēģinājumu variantā augsni apstrādāja arot, bet otrais un trešais lauciņš apstrādāts ar disku lobītāju.

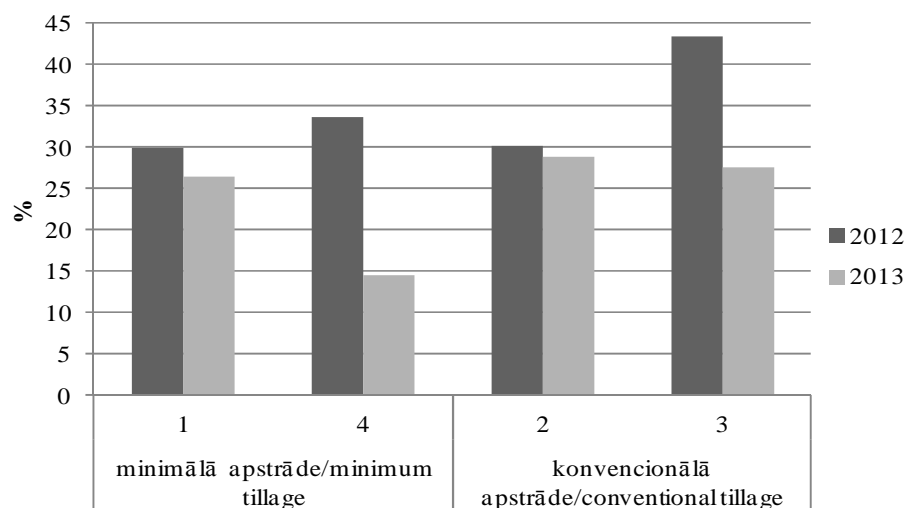
Augsnes hidrolītisko enzīmu (proteāzes, lipāzes, esterāzes) aktivitāte noteikta pēc fluoresceīndiacetāta (FDA) hidrolīzes intensitātes, ko nosaka spektrofotometriski pēc veidotā INTF daudzuma ($\mu\text{g INTF g}^{-1}$ sausas augsnes 24 h^{-1}) (Schnurer, Rosswall, 1982).

Celulozi sadalošo mikroorganismu darbība noteikta, izmantojot linu audumu. Audums sagriezts vienādos gabalos un katrs gabals nosvērts un ievietots traukā ar augsni. Katra izmēģinājuma varianta trauciņā ievietoti seši auduma gabaliņi. Pēc inkubācijas perioda mikrobioloģiski nesadalītā auduma gabaliņi izņemti no augsnes, izžāvēti un nosvērti. Rezultāts izteikts kā celulozes sadalīšanas pakāpe procentos.

Rezultāti un diskusijas

Mikroorganismu aktivitāti augsnē ietekmē ne tikai meteoroloģiskie apstākļi, bet arī augsnes apstrādes veids un audzētie kultūraugi. Salīdzinot celulozes sadalīšanās pakāpi, konstatētas statistiski būtiskas atšķirības starp variantiem. Aktīvāka celulozi sadalošo mikroorganismu darbība augsnes virskārtā konstatēta izmēģinājuma lauciņos, kur augsne arta un 2012. gadā audzēti ziemas kvieši, bet 2013. gadā – rapsis (1. att.). 2013. gadā celulozes sadalīšanas intensitāte visos variantos bija zemāka nekā 2012. gadā.

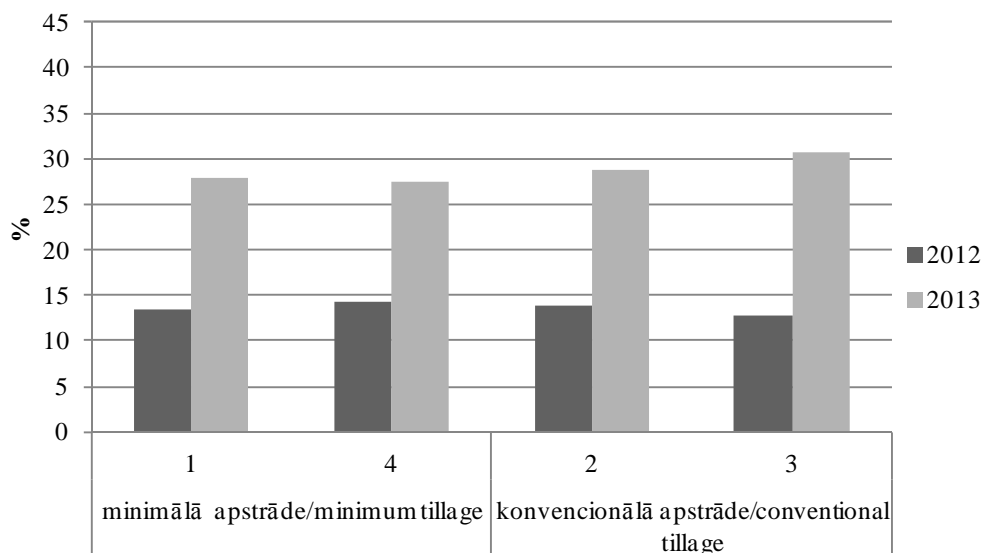
To var skaidrot ar atšķirīgiem meteoroloģiskajiem apstākļiem, jo 2013. gadā no aprīļa līdz septembrim nokrišņu bija mazāk nekā 2012. gadā. Kaut arī veicot augsnes minimālo apstrādi virskārtā saglabājas lielāks augu atlieku apjoms, to mikrobioloģiskā sadalīšanās notiek ar svārstīgu intensitāti.



1. att. Celulozes sadalīšanās pakāpe augsnes virskārtā (0–10 cm) minimāli un konvencionāli apstrādātos laukos: 1 un 2 – bezmaiņas sējumos ziemas kvieši, 3 un 4 – augmaiņā 2012. g. ziemas kvieši un 2013. g. rapsis.

Fig. 1. Cellulose degradation intensity soil under reduced and conventionally tilled in the soil upper layer (0–10 cm): 1 and 2 – winter wheat fields without crop rotation, 3 and 4 – fields with crop rotation winter wheat (2012) and rape (2013).

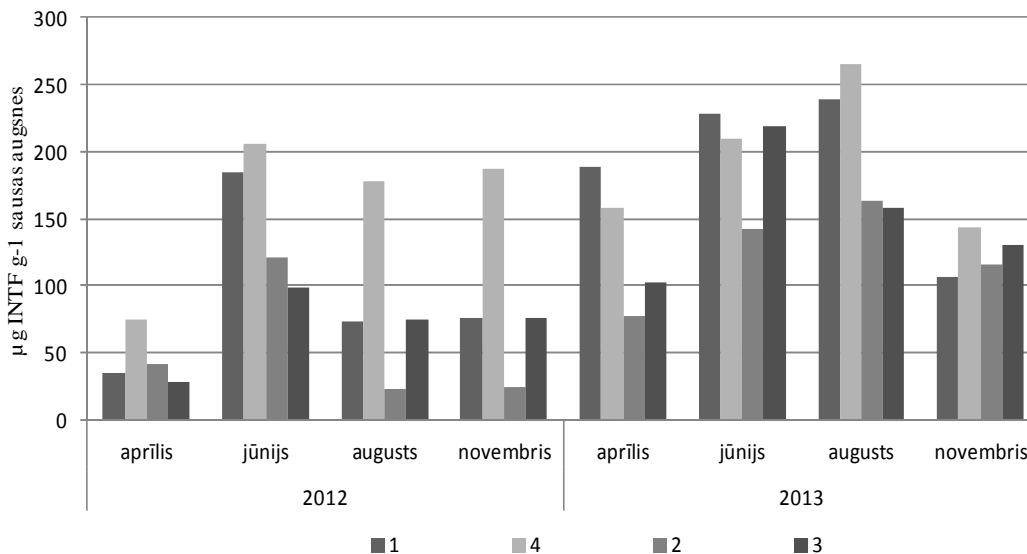
Nokrišņu trūkums 2013. gadā būtiski ietekmēja mikroorganismu aktivitāti augsnes virskārtā. Dziļākajā augsnes slānī celulozi sadalošo mikroorganismu aktivitāte visos variantos bija līdzīga un svārstījās robežās no 12.87% līdz 13.44%. Turpretī 2012. gadā bija vairāk nokrišņu un temperatūra tikai par 1–2°C pārsniedza vidējo ilggadējo, tāpēc bija konstatējama augstāka mikrobioloģiskā aktivitāte augsnes virskārtā. Celulozes sadalīšanās intensitāte svārstījās no 27.40% līdz 30.77% (2. att.). Audzēto kultūraugu ietekme vairāk izpaužas augsnes virskārtā.



2. att. Celulozes sadalīšanās pakāpe augsnes 10–20 cm slānī minimāli un konvencionāli apstrādātos laukos: 1 un 2 – bezmaiņas sējumos ziemas kvieši, 3 un 4 – augmaiņā 2012. g. ziemas kvieši un 2013. g. rapsis.

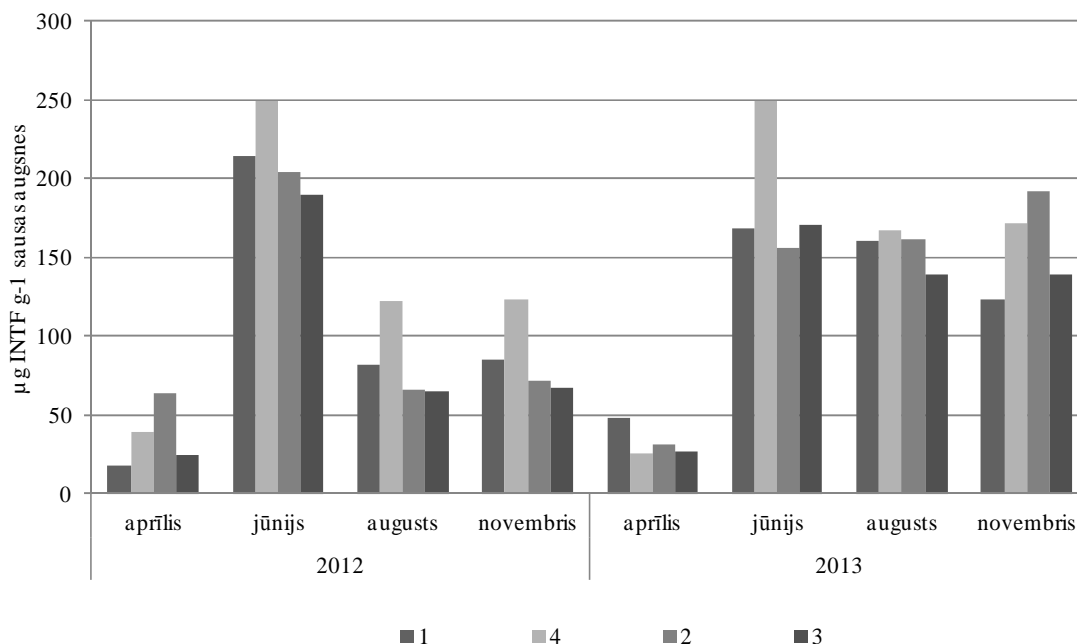
Fig. 2. Cellulose degradation intensity in the soil under reduced and conventionally tilled in the soil depth 10–20 cm: 1 and 2 – winter wheat fields without crop rotation, 3 and 4 – fields with crop rotation winter wheat (2012) and rape (2013).

Fluoresceīna diacetāta (FDA) hidrolīzes intensitāte raksturo vairāku hidrolītisko enzīmu (proteāze, lipāze, esterāze) aktivitāti augsnē. Minimāli apstrādātajos laukos (reducētā augsnes apstrāde), salīdzinot ar konvencionālo apstrādi (arot) augsnes virskārtā saglabājas vairāk augu atlieku, tāpēc varētu veidoties labvēlīgi apstākļi tām mikroorganismu grupām, kuras sadala dažādus organiskos substrātus. Aktivizējoties mikroorganismu darbībai, augsnē nokļūst mikroorganismu izdalītie hidrolītiskie enzīmi, kuri katalizē dažādu organisko vielu šķelšanu. Tā kā augsnes virskārta ir vairāk pakļauta mainīgu vides apstākļu ietekmei, var konstatēt būtiskas hidrolītisko enzīmu aktivitātes atšķirības starp minimāli un konvencionāli apstrādātajiem laukiem, kā arī dažādos augsnes dziļumos. Augsnes virskārtā augstāka FDA hidrolīzes intensitāte konstatēta minimāli apstrādātajos izmēģinājuma lauciņos (3. att.). Augstākā hidrolītisko enzīmu aktivitāte abos izmēģinājuma gados konstatēta ceturtajā lauciņā, kur audzēja ziemas kviešus maiņā ar rapsi. Abos augsnes slāņos augstāka hidrolītisko enzīmu aktivitāte bija 2013. gadā. Iespējams, enzīmu aktivitāti ietekmēja augstais nokrišņu līmenis 2012. gada vasarā, kad jūnijā nokrišņu daudzums par aptuveni 20% pārsniedza ilggadējo līmeni, bet jūlijā par aptuveni 50%. Dziļākajā augsnes slānī (10–20 cm) starp izmēģinājuma lauciņiem būtiskas atšķirības nekonstatēja, bet arī šajā dziļumā 2012. gadā augstāka FDA hidrolīzes intensitāte bija ceturtajā lauciņā (4. att.).



3. att. FDA hidrolīzes intensitātes izmaiņas veģetācijas perioda laikā augsnes virskārtā (0–10 cm) minimāli (1 un 4) un konvencionāli (2 un 3) apstrādātos laukos: 1 un 2 – bezmaiņas sējumos ziemas kvieši, 3 un 4 – augmaiņā 2012. g. ziemas kvieši un 2013. g. rapsis.

Fig. 3. FDA hydrolysis intensity changes in the soil under reduced (1 and 4) and conventional tillage (2 and 3) in the soil upper layer (0–10 cm) during vegetation period: 1 and 2 – winter wheat fields without crop rotation, 3 and 4 – fields with crop rotation winter wheat (2012) and rape (2013).



4. att. FDA hidrolīzes intensitātes izmaiņas veģetācijas perioda laikā augsnes 10–20 cm slānī minimāli (1 un 4) un konvencionāli (2 un 3) apstrādātos laukos: 1 un 2 – bezmaiņas sējumos ziemas kvieši, 3 un 4 – augmaiņā 2012. g. ziemas kvieši un 2013. g. rapsis.

Fig. 4. FDA hydrolysis intensity changes in the soil under reduced (1 and 4) and conventional tillage (2 and 3) in the soil depth 10–20 cm during vegetation period: 1 and 2 – winter wheat fields without crop rotation, 3 and 4 – fields with crop rotation winter wheat (2012) and rape (2013).

Konvencionāli apstrādātajos laukos zemākā hidrolītisko enzīmu aktivitāte ir otrajā izmēģinājumu lauciņā, kur audzēja ziemas kviešus. Hidrolītisko enzīmu zemā aktivitāte liecina par mazāku daudzumu hidrolizējamā substrāta.

Secinājumi

1. Celulozes sadalīšanās augsnes virskārtā atkarīga no meteoroloģiskajiem apstākļiem, kas veicina mikroorganismu aktivitāti. Dziļākajā pētītajā slānī būtiskas celulozi noārdošo mikroorganismu aktivitātes svārstības atkarībā no augsnes apstrādes veida nenovēro.
2. Augstāka hidrolītisko enzīmu aktivitāte augsnes virskārtā konstatēta minimāli apstrādātos laukos.

Pateicība. Pētījums veikts ar Valsts pētījumu programmas 2010.10-4/VPP-5/VP26 finansējumu.

Izmantotā literatūra

1. Deng S. P., Tabatabai M. A. (1996). Effect of tillage and residue management on enzyme activities in soils. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 22, p. 208–213.
2. Mikanova O., Javurek M., Šimon T., Friedlova M., Vach M. (2009). The effect of tillage systems on some microbial characteristics. *Soil and Tillage Research*, Vol. 105, p. 72–76.
3. Parmar N., Dardarwal K. R. (1999). Stimulation of nitrogen fixation and induction of flavonoid like compounds by rhizobacteria. *Journal of Applied Microbiology*, Vol. 86, p. 36–44.
4. Schnurer J., Rosswall T. (1982). Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 43, p. 1256–1261.
5. Sturz A.V. and Christie B. R. (2003). Beneficial microbial allelopathies in the root zone: the management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil and Tillage Research*, Vol.72, p. 107–123.

MINIMĀLĀS UN TRADICIONĀLĀS AUGSNES APSTRĀDES IETEKME UZ KAPILĀRO PORAINĪBU ARAMKĀRTĀ

EFFECT OF MINIMUM AND CONVENTIONAL SOIL TILLAGE ON CAPILLARE POROSITY IN THE PLOUGH LAYER

**Andris Bērziņš, Antons Ruža, Anita Sprincina, Matīss Grinvalds,
Edgars Lankovskis, Artis Ozols**

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lauksaimniecības fakultāte
andris.berzins@llu.lv

Abstract. The aim of the study was to determine the effect of minimum soil tillage on soil capillary porosity in comparison with traditional soil tillage used by many farms. The capillary porosity in the plough layer was determined with traditional and minimum tillage in spring and autumn using cylinders with the capacity of 100 cm³ and the height of 5 cm. Sampling depths were: 0–5; 5–10; 10–15; 15–20; 20–25 and 25–30 cm. Capillary porosity was determined in spring 2 weeks after drilling or soil tillage and in autumn after harvesting. The data mathematical analysis was performed by the variance analysis method used for the calculation of significant difference at confidence interval $LSD_{0.05}$ and variant impact indicator $\eta\%$. The results of soil capillary porosity were similar in the depth from 20 to 30 cm. It is understandable because the traditional tillage decreases soil treatment when ploughing at the depth of 20–22 cm. The analysis of changes of soil capillary porosity in spring in treatments with soil shelling at the depth from 0 to 5 cm (minimum tillage) shows that capillary porosity in spring is significantly higher because deeper layers of soil are compacted. It creates favourable conditions for seed germination: loose surface and dense seed bed ensure the access of moisture through capillaries to crop seeds thus increasing the yield.

Key words: agrophysical properties, minimum tillage, conventional (traditional) tillage, capillary porosity, plough layer.