

Augsnes apstrādes ietekme uz augsnes mikrobioloģisko aktivitāti

The Influence of Tillage on the Soil Microbiological Activity

Laila Dubova, Antons Ruža, Ina Alsīņa, Vilhelmīne Šteinberga

LLU Lauksaimniecības fakultāte

E-pasts: laila.dubova@llu.lv

Abstract. *The experiments were established on the experimental fields at the Training and Research Farm "Peterlauki" of the Latvia University of Agriculture. The soil at this site is an Endogleyic Calcisol (GLu) with pH KCl 6.8 and low humus content (20 g kg⁻¹). Half of the six plots (three variants) were conventionally tilled (CT), but the other half of the plots were subjected to a reduced tillage (RT). The CT plots were ploughed to the depth of 25 cm, but the RT plots treatment had consisting of shallow non-inversion tillage at the depth of 10 – 12 cm. Winter wheat, spring rape and barley were grown during the experiments. Soil biological activity was expressed as activity of fluorescein diacetate (FDA) hydrolysis, dehydrogenase, soil basal respiration and biomass of soil microorganisms. Results of soil respiration intensity were affected mainly by variations in the sampling period, as well as in soil tillage system less by crop rotation. Higher soil respiration intensity and soil microorganisms biomass was detected at the beginning and end of vegetation period. The less intensity of these two measured parameters was observed in summer months. More significant influence of tillage system was established in the 10 – 20 cm soil layer.*

Keywords: *soil respiration, dehydrogenase, FDA, soil tillage.*

Ievads

Augsnes bioloģiskā aktivitāte ir viens no būtiskākajiem augsnes kvalitāti raksturojošajiem parametriem. Augsnes kvalitātes izmaiņas ir nozīmīgas ne tikai, lai nodrošinātu kvalitatīvu un ilgtspējīgu lauksaimniecisko ražošanu, bet arī saglabātu vides (ūdens, atmosfēras) kvalitāti (Gupta et al., 2011).

Barības vielu pieejamība un raža ir cieši saistīta ar augsnes bioloģisko komponentu daudzveidību un aktivitāti. Augsnes mikro- un makroorganismi piedalās praktiski visos procesos, kuri nosaka augsnes auglību. Tie sākotnēji noārda organisko substrātu, piedalās humifikācijā, nodrošina barības vielu pieejamību augiem un augsnes struktūras veidošanos. Neaizstājama arī higiēnas funkcija un spēja sintezēt fizioloģiski aktīvas vielas, kuras ietekmē augu augšanu un attīstību. Šīs augsnes organismu īpašības, apstrādājot augsni, jāuztur, jāstiprina un jāizmanto. Augsnes bioloģiskās aktivitātes novērtēšana ļauj spriest par dažādu augsnes apstrādes paņēmieni, kā arī organiskā un minerālā mēslojuma ietekmi uz bioloģisko procesu intensitāti. Mikroorganismu daudzveidība un to asociāciju struktūra ir daudz sarežģītāk nosakāma nekā biomasa un fermentu aktivitāte. Tomēr dažādu mikroorganismu grupu attiecības izmaiņas augsnē ir nozīmīgs rādītājs ilgtspējīgas augsnes auglības novērtēšanā (Trasar-Cepeda et al., 2008).

Mikroorganismu un augsnes bioķīmiskais raksturojums ir jutīgs indikators augsnes kvalitātes izmaiņām. Šos rādītājus lieto daudzu rakstu autori (Tabatabai, Dick, 2002; Stark et al., 2007; Mikanova et al., 2009) ne tikai augsnes apstrādes, bet arī dažādu organisko un neorganisko mēslojumu ietekmes raksturošanai. Fermenti ataino baktēriju, sēņu, augu sakņu fizioloģisko aktivitāti, tādejādi raksturojot C, N, kā arī citu nozīmīgu elementu plūsmu biogeoķīmiskajā ciklā. Daudzi fermenti tieši saistīti ar dzīvajām šūnām un darbojas mikroorganismu šūnā (intracelulāri). Ekstracelulārie fermenti darbojas šūnapvalka ārpusē vai izdalīti no šūnas, tās apkārtnē. Bez tam daudzi intracelulāri fermenti (sevišķi hidrolāzes) izdalītas no šūnas vai šūnām lizējoties kādu laiku saglabā savas funkcijas. Tāpēc tie vienlaicīgi ar ekstracelulārajiem fermentiem var saistīties ar mālu vai organiskajām (humusa) daļiņām. Māla un humusa-fermentu kompleksi veido ilglaicīgus noturīgus augsnes katalītiskos komponentus. Tomēr šo kompleksu uzrādītā fermentatīvā aktivitāte ne vienmēr korelē ar mikroorganismu skaitu un biomasu (Mikanova et al., 2009; Gupta et al., 2011).

Novērtēt fermentu aktivitāti un saprast faktorus, kuri regulē fermentu aktivitāti, substrāta apjomu ir viens no posmiem augsnes metaboliskā potenciāla, auglības un kvalitātes raksturošanai, kā arī palīdz izprast augsnes bioloģisko procesu elastību dažādu dabisko un antropogēno ietekmju rezultātā. Darba mērķis bija skaidrot augsnes bioloģiskās aktivitātes izmaiņas aršanas un lobīšanas ietekmē.

Materiāli un metodes

Augsnes mikrobioloģiskās aktivitātes novērtēšana veikta projekta VPP. Nr. 2010.10-4/VPP-5 /VP26 ietvaros iekārtotajos izmēģinājuma laukos Jelgavas novada, MPS Pēterlauki, Poķos. Izmēģinājuma laukā ir virsēji velēnglejota (GLu) smilšmāla augsne, humusa saturs 20 g kg^{-1} , pH KCl 6.8.

Izmēģinājumā salīdzināti divi augsnes apstrādes varianti – tradicionālā – arot 25 cm dziļumā un minimālā – diskojot 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. Augsnes paraugi 2011. gadā ņemti sešas reizes. Izmēģinājumā iekļauti varianti ar augu maiņu un bez augu maiņas (Tabula).

Izmēģinājuma varianti
Variants of the Experiment

Apstrādes veids <i>Tillage</i>	Lauciņa Nr. <i>Plot No.</i>	2009	2010	2011
Augsne diskota <i>Minimal tillage</i>	1	ziemas kvieši <i>winter wheat</i>	ziemas kvieši <i>winter wheat</i>	ziemas kvieši <i>winter wheat</i>
	5			rapsis <i>rape</i>
	9			mieži <i>barley</i>
Augsne arta <i>Conventional tillage</i>	2	ziemas kvieši <i>winter wheat</i>	ziemas kvieši <i>winter wheat</i>	ziemas kvieši <i>winter wheat</i>
	6			rapsis <i>rape</i>
	10			mieži <i>barley</i>

Augsnes bioloģisko aktivitāti raksturojošie rādītāji:

- Augsnes elpošanas intensitāte. Elpošanas intensitāti nosaka pēc izdalītā CO₂ daudzuma no 100 g sausas augsnas stundā (mg CO₂ 100 g⁻¹ h⁻¹). Izdalīto CO₂ nosaka ar titrēšanas metodi. CO₂ saistās ar KOH un atlikumu notitrē ar HCl (Microbiological Methods, 2005).

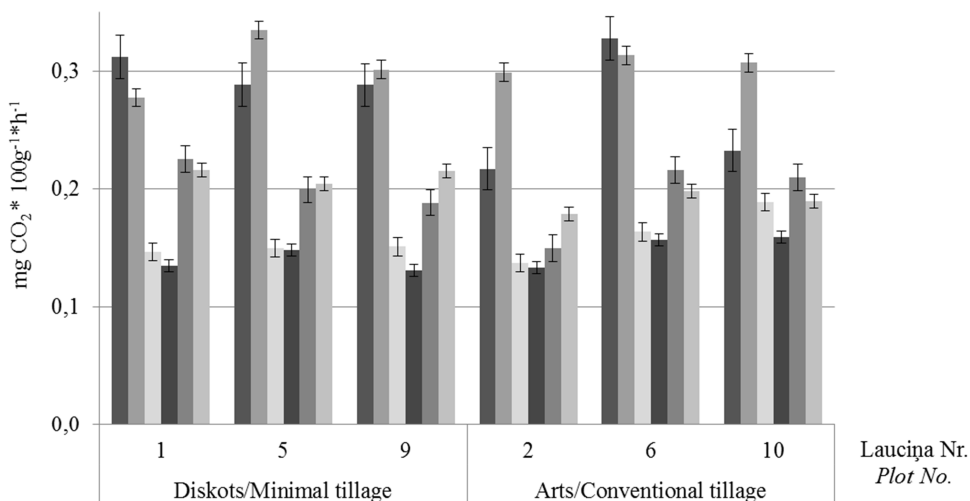
- Mikroorganismu biomasas (μg C_{mikroorg.} kg⁻¹ sausas augsnas) izmaiņas, kas aprēķinātas pēc substrāta inducētās elpošanas (SIR) rezultātiem (LVS ISO 14240-1:1997).

- Augsnes fermentatīvā aktivitāte, raksturota ar oksido-reduktāžu grupas fermenta dehidrogenāzes aktivitāti, ko nosaka spektrofotometriski pēc veidotā INTF daudzuma (μg INTF g⁻¹ sausas augsnas 24 h⁻¹) (Хазиев, 2005; Kaimi et al., 2007) un fluoresceīndiacetāta (FDA) hidrolīzes intensitātes, kas raksturo vairāku hidrolītisko fermentu (proteāzes, lipāzes, esterāzes) aktivitāti. Nosaka spektrofotometriski pēc izveidotā fluoresceīna daudzuma (μg fluoresceīna g⁻¹ sausas augsnas h⁻¹) (Ghini, Morandi, 2006).

Augsnei pirms analizēšanas noteikts sausnas daudzums (augzne karsēta 105 °C līdz nemainīgai masai).

Rezultāti

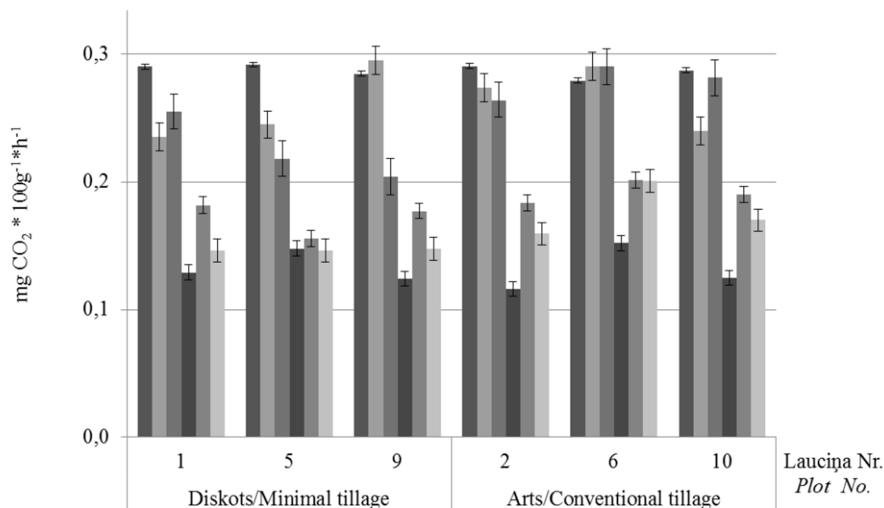
Mikroorganismu biomasas izmaiņas augsnas virskārtā saistītas ar meteoroloģisko apstākļu sezonālajām izmaiņām un mikroorganismiem izmantojamo substrātu. Par to liecina būtiskas mikroorganismu biomasas svārstības augsnas virskārtā. Mikroorganismu daudzums samazinās vasarā, zemāko līmeni sasniedzot jūnijā. Septembrī un novembrī mikroorganismu biomasas pakāpeniski palielinās kā diskotajos, tā arī artajos izmēģinājuma laukos (1. attēls). Būtiskāka augsnas apstrādes veida ietekme konstatēta mikroorganismu biomasas izmaiņām 10 – 20 cm augsnas slānī. Artajos izmēģinājuma laukos arī šajā dziļumā septembrī un novembrī, salīdzinot ar jūliju, biomasas palielinājās. Turpretī diskotajos laukos 10 – 20 cm dziļumā mikroorganismu biomasas paliek vienā līmenī ar jūliju vai samazinās (2. attēls).



1.att. Mikroorganismu biomasa 0 – 10 cm dziļumā:
 Fig. 1. The biomass of soil microorganisms at the 0 – 10 cm depth:

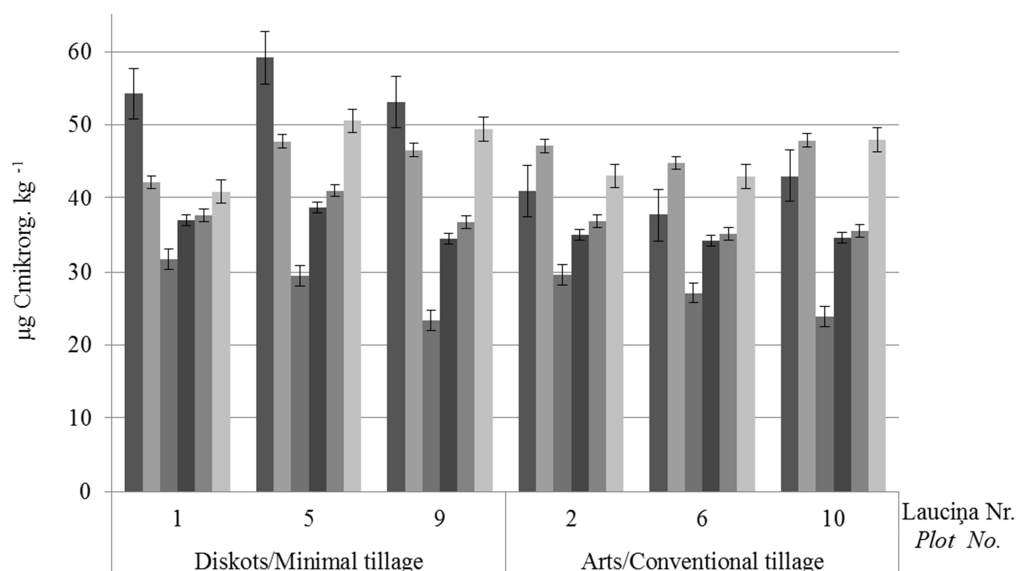
■ Aprīlis/ April ■ Maijs/May ■ Jūnijs/June
 ■ Jūlijs/July ■ Septembris/September ■ Novembris/November

Augsnes virskārtā elpošanas intensitātes svārstības ir būtiskākas, nekā dziļākajā augsnes slānī. Augsnes virskārtā (3. attēls) elpošanas intensitāte augstāko līmeni sasniedz pavasarī (aprīlis, maijs) un rudenī (septembris, novembris). Zemākais elpošanas intensitātes līmenis bija jūlijā. Izmaiņu tendence līdzīga ar mikroorganismu biomasas izmaiņām. Dziļākajā augsnes slānī augstākā elpošanas intensitāte konstatēta pavasara mēnešos (4. attēls), veģetācijas perioda laikā vērojama elpošanas intensitātes samazināšanās. Elpošanas intensitātes izmaiņām starp augsnes apstrādes veidiem nav konstatēta statistiski būtiska atšķirība. Būtiskas izmaiņas ir tikai starp paraugu ievākšanas reizēm.



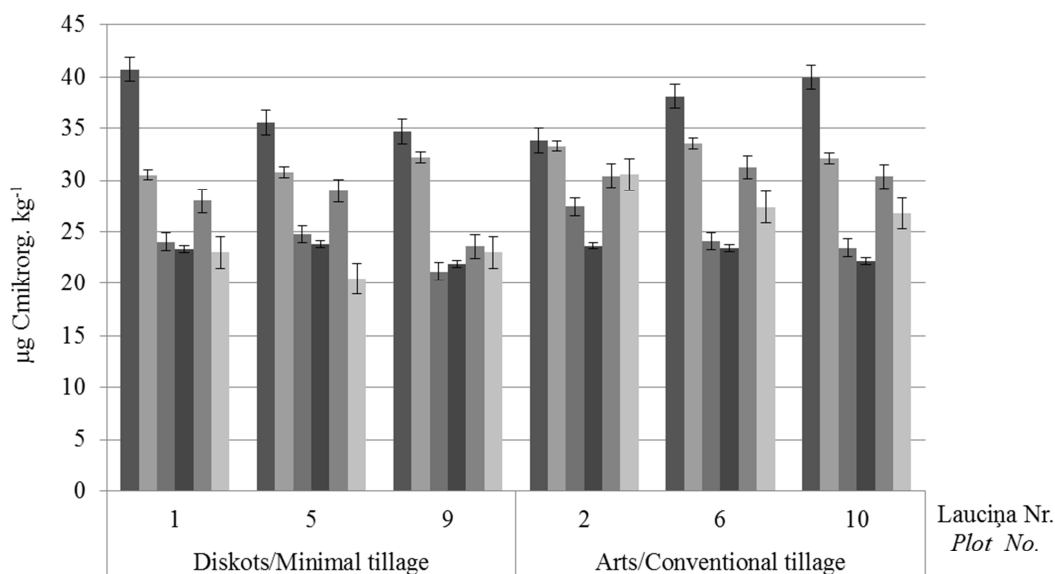
2. att. Mikroorganismu biomasa 10 – 20 cm dziļumā:
 Fig. 2. The biomass of soil microorganisms at the 10 – 20 cm depth:

■ Aprīlis/ April ■ Maijs/May ■ Jūnijs/June
 ■ Jūlijs/July ■ Septembris/September ■ Novembris/November



3. att. Augsnes elpošanas intensitāte 0 – 10 cm dziļumā:
 Fig. 3. The respiration intensity of the soil at the 0-10 cm depth:

■ Aprīlis/ April ■ Maijs/May ■ Jūnijs/June
 ■ Jūlijs/July ■ Septembris/September ■ Novembris/November



4. att. Augsnes elpošanas intensitāte 10 – 20 cm dziļumā:
 Fig. 4. The respiration intensity of the soil at the 10-20 cm depth:

■ Aprīlis/ April ■ Maijs/May ■ Jūnijs/June
 ■ Jūlijs/July ■ Septembris/September ■ Novembris/November

Augsnes fermentatīvās aktivitātes izmaiņas raksturojas ar būtiskām svārstībām starp paraugu ievākšanas reizēm. Dehidrogenāžu aktivitātes svārstībām konstatējama līdzīga tendence kā elpošanas intensitātei. Zemākais līmenis augsnes virskārtā konstatēts jūlijā. Diskotajos laukos (Nr. 9., 10.) dehidrogenāžu aktivitātei novērojamas mazākas svārstības.

Novembrī dziļākajā augsnes slānī dehidrogenāžu aktivitāte, atšķirībā no augsnes virskārtas, samazinājās kā diskotajos, tā arī artajos laukos.

FDA hidrolīzes intensitātei atšķirības konstatētas augsnes virskārtā starp diskotajiem un artajiem laukiem. Aprīlī diskotajos laukos FDA hidrolīzes intensitāte būtiski augstāka ($F_{fakt.} 13.52 < F_{crit.} 4.30$) nekā artajos laukos. Diskotajos laukos augsnes virskārtā saglabājas augu atliekas, tāpēc veidojas labvēlīgi apstākļi tām mikroorganismu grupām, kuras sadala dažādus organiskos substrātus. Turpmākajos mēnešos FDA hidrolīzes intensitāte izlīdzinās un būtiskas atšķirības augsnes virskārtā nebija konstatētas. Dziļākajā augsnes slānī FDA hidrolīzes intensitāte aprīlī ir zema kā artajos, tā arī diskotajos laukos un līdzīgi kā augsnes virskārtā, veģetācijas perioda laikā paaugstinājās.

Sezonālās augsnes mitruma, temperatūras un pieejamo barības vielu svārstības var būtiski ietekmēt mikroorganismu biomasu un to aktivitāti. Tāpēc noturīgas izmaiņas veidojas vairāku gadu laikā, ietekmējot augsnes organiskās vielas daudzumu dažādos augsnes dziļumos. Organiskās vielas uzkrāšanās virskārtā var izraisīt pakāpenisku tās samazināšanos dziļākajos augsnes slāņos. Augsta hidrolītisko fermentu aktivitāte var liecināt par augstu organiskās vielas mineralizācijas intensitāti. Literatūrā ir atziņas (Geisseler, Horwath, 2009), ka dažkārt, augsnes apstrādes ietekmi ilgākā laika periodā labāk raksturo augsnes organiskās vielas daudzuma izmaiņas. Ilgtermiņā augsnes auglības saglabāšanai nozīmīga ir mineralizācijas un humifikācijas procesu sabalansēta norise. Reducēta augsnes apstrāde atstāj ievērojamu daudzumu augu atlieku augsnes virskārtā, tāpēc tajā palielinās mikroorganismu biomasu un aktivitāti.

Tomēr atšķirībā no Franchini et al. (2007) publicētajiem rezultātiem fermentu aktivitāti būtiski neietekmēja augu maiņa. Novērojama tikai fermentu aktivitātes svārstību amplitūdas izmaiņas atsevišķos izmēģinājuma laukos, kur audzēja miežus. Liecinot, ka ilgākā laika periodā būtiskākas atšķirības varētu veidoties starp laukiem ar augu maiņu un lauku bez augu maiņas.

Secinājumi

Lielākas svārstības fermentu un augsnes bioloģiskās aktivitātes izmaiņās konstatētas augsnes virsējā slānī (0 – 10 cm), bet dziļākajā paraugu ņemšanas slānī (10 – 20 cm) svārstības ir izlīdzinātākas un vairāk raksturo apstrādes ietekmi nevis klimatisko apstākļu kopumu.

Literatūra

1. Franchini J.C., Crispino C.C., Souza R.A., Torres E., Hungria M. (2007). Microbiological parameters as indicators of soil quality under various soil management and crop rotation systems in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, Vol. 92, p. 18 – 29.
2. Geisseler D., Horwath W.R. (2009). Short-term dynamics of soil carbon, microbial biomass, and soil enzyme activities as compared to longer-term effects of tillage in irrigated row crops. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 46, p. 65 – 72.
3. Ghini R., Morandi M.A.B. (2006). Biotic and abiotic factors associated with soil suppressiveness to *Rhizoctonia solani*. *Scientia Agricola*, Vol. 63, p. 153 – 160.
4. Kaimi E., Mukaidami T., Tamaki M. (2007). Screening of Twelf Plant Species for Phytoremediation of Petroleum Hydrocarbon – Contaminated Soil. *Plant Production Science*, Vol. 10, p. 211 – 218.
5. LVS ISO 14240-1. *Augsnes kvalitāte. Augsnes mikrobioloģiskās biomasas noteikšana* – 1. daļa: Inducētā substrāta respirācijas metode (1997). 7 lpp.
6. *Microbiological Methods for Assessing Soil Quality* (2005). Ed by. J. Bloem, W.D. Hopkins, A. Benedetti. Wallingford. Oxordsire, GRB: CABI Publishing. 301 p.
7. 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.
8. Stark C., Condrón L.M., Stewart A., Di H.J., O'Callaghan M. (2007). Effects of past and current crop management on soil microbial biomass and activity. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 43, p. 531 – 540.

9. Tabatabai A.M., Dick W.A. (2002). Enzymes in Soil. *Enzymes in the environment*. Ed. by R.G. Burns, P. Dick. CRC Press, p. 656 – 685.
10. Trasar-Cepeda C., Leirós M.C., Gil-Sotres F. (2008). Modification of biochemical properties by soil use. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, Vol. 8, p. 53 – 60.
11. Хазиев Ф.Х. (2005). *Методы почвенной энзимологии*. Москва: Наука. 253 с.