

**Augšņu agrofizikālo īpašību izmaiņas ziemas kviešu un rapšu sējumos,
lietojot minimālo un tradicionālo augsnes apstrādi**
*Changes in the Soil Agrophysical Properties using Minimum and Traditional Tillage for
Winter Wheat and Oilseed Rape*

Andris Bērziņš, Antons Ruža, Anita Sprincina, Jānis Uzulēns, Lauris Bāliņš
LLU Lauksaimniecības fakultāte
E-pasts: andris.berzins@llu.lv

Abstract. Soils as well as growing conditions are suitable for winter wheat and oilseed rape growing in Zemgale Lowland. The aim of the trial was to investigate the effect of minimum and traditional soil tillage on changes in the soil agrophysical properties under the conditions with different crop rotations. Changes in soil moisture and penetration resistance in both topsoil and subsoil layers were determined in winter wheat grown in repeated sowings, in monoculture and in 4-year crop rotation with oilseed rape, using different soil tillage technologies. Also changes in soil bulk density and soil capillary porosity in topsoil layer were investigated using different soil tillage technologies in different crop rotations. Soil penetration resistance was determined in every 10 cm till depth of 50 cm. Soil wetness in percentage from total soil porosity was determined in three soil layers: 0 – 5 cm; 20 – 25 cm; 40 – 45 cm. Soil bulk density and soil capillary porosity were determined in topsoil in every 5 cm of the layer. Results showed that inclusion of oilseed rape in crop rotation increased soil capillary porosity in treatments with both minimum and traditional soil tillage. Lower soil bulk density in topsoil was determined in the treatments with oilseed rape in crop rotation.

Keywords: agrophysical properties, winter wheat, oilseed rape, minimum tillage, conventional tillage.

Ievads

Pēc lielsaimniecību likvidēšanas Latvijā jaunās zemnieku saimniecības nonāca zināmās finansiālās grūtībās attiecībā uz lauksaimniecības tehnikas iegādi. Tas arī bija par iemeslu daudzu kultūraugu audzēšanas ierobežošanai un rezultātā sekoja atteikšanās no augsekas vai pat agronomiski pamatotas kultūraugu maiņas.

Zemgales līdzenums un tā augsnes ir piemērotas ziemas kviešu un rapša audzēšanai. To veicināja arī tirgus pieprasījums. Kas notiek, un kā zinātniski vērtēt šo kultūraugu audzēšanu atkārtotos un bezmaiņas sējumos vai savstarpēji tos mainot pa gadiem pie dažādiem augšņu apstrādes veidiem? Pētījumos par ziemas kviešu atkārtotiem vai bezmaiņas sējumiem to negatīvā ietekme ir pierādīta (Rubenis, 1979), bet attiecībā uz rapsi ir neskaidrības. Praktiķu vidū valda uzskats, ka rapsis ir bioloģiskais augsnes irdinātājs. Nepietiekami zinātniski pamatota ir arī pašreiz bieži lietotā augu maiņa: ziemas kvieši – rapsis un otrādi.

No ekonomiskā aspekta izvirzās jautājums par degvielas ekonomiju, atsakoties no intensīvas augsnes apstrādes, aizvietojojot to ar minimālo vai, pat vairāk, – t.s. „nulles” apstrādi. Tas noved pie augšņu fizikālo īpašību izmaiņām, kas savukārt ietekmē ražas kāpumu vai kritumu (Ruža, 2011; 2012). Katram kultūraugam atsevišķo augšņu fizikālo rādītāju optimālās vērtības var būt atšķirīgas (Kroģere, 1983; 2005). Tā kā maiņa: ziemas kvieši – rapsis, un otrādi, kā arī ar to saistītā augsnes apstrāde (mini vai maksī) līdz šim nav pakļauta nopietniem zinātniskiem pētījumiem, tad no tā arī izriet darba mērķis un uzdevumi.

Kultūraugu ražas formēšanās sākas ar sējas brīdi, jo ir svarīgi kādā augsnē iegulda sēklu (sēklu iestrādes dziļums, augsnes mitrums, tilpummasa, porainība u.c.). Literatūrā gan var atrast materiālus par to, kas notiek ar augsnes agrofizikālajām īpašībām veģetācijas laikā, bet tūlīt pēc sējas to izmaiņas aramkārt ā praktiski nav pētītas (Kroģere, 1983).

Izmēģinājuma mērķis bija rast atbildi uz jautājumu par minimālās un tradicionālās augsnes apstrādes ietekmi uz tās fizikālo īpašību izmaiņām ziemas kviešu un rapša sējumos atkarībā no to īpatsvara sējumu struktūrā.

Darba uzdevums. 1. Noteikt augsnes mitruma un penetrometriskās pretestības izmaiņas ne tikai aramkārtā, bet arī zem tās, audzējot ziemas kviešus atkārtotos un bezmaiņas sējumos vai augu maiņā ar rapsi 4 gadu periodā pie atšķirīgas augsnes apstrādes. 2. Noskaidrot, vai četrgadīgos dažādu augu maiņas variantos ir izmainījusies augsnes tilpummasa un kapilārā porainība aramkārtā un kā tas izpaužas gan minimālā un tradicionālā augsnes apstrādē, gan arī atšķirīgā augu maiņā.

Materiāli un metodes

LLU MP saimniecībā „Pēterlauki” 2008. gada rudenī iekārtoja stacionāru izmēģinājumu ar ziemas kviešiem un ziemas rapsi, tā variantus izvietojot uz diviem augšņu apstrādes foniem: minimālo un tradicionālo.

Fona veidošanai pēc priekšauga novākšanas veikti šādi augsnes apstrādes darbi: minimālajā augsnes apstrādē tikai rugaines lobīšana ar šķīvju lobītāju un sēja. Tradicionālajā apstrādē – lobīšana ar šķīvju lobītāju, aršana, pirmssējas kultivācija un sēja.

Šādi minimālās un tradicionālās augsnes apstrādes veidi tika saglabāti visus izmēģinājuma gadus. Meteoroloģisko apstākļu dēļ ziemas rapsi 2009. gada pavasarī nācās pārsēt ar vasaras rapsi. Nākošajos izmēģinājuma gados kultūraugu sortiments tika paplašināts, bet nemainījās skaidrojamo faktoru būtība.

Augšņu penetrometriskā pretestība ziemas kviešu un rapša sējumos noteikta, izmantojot sertificētu firmas „Eijkelkamp” rokas penetrometru. Augsnes pretestību noteica ņūtonos uz 1 cm^2 (N cm^{-2}). Irdenās augsnēs, lietojot dažādus uzgaļus, faktisko pretestību noteica pārrēķinot vai izmantojot tabulu. Uzgaļu šķērsriezuma laukumi bija: 1; 2; 3 un 5 cm^2 .

Augsnes pretestība noteikta šādos dziļumos (cm): 0 – 10; 10 – 20; 20 – 30; 30 – 40; 40 – 50. Aprēķināta arī vidējā augsnes pretestība 0 – 50 cm dziļumā.

Lai raksturotu augsnes fizikālās īpašības ziemas kviešu un rapša sējumos, katrā slejā pēc randomizācijas principa tika veikti mērījumi 11 vietās.

Augsnes mitrums, %, no kopējo poru tilpuma, noteikts šādos dziļumos (cm): 0 – 5; 20 – 25; 40 – 45.

Lai noteiktu augšņu fizikālo īpašību izmaiņas 4 izmēģinājuma gadu periodā pēc atšķirīgas augsnes apstrādes, tikai aramkārtā (0 – 30 cm), izmantoja augsnes 100 cm^3 cilindrus un paraugus ņēma 0 – 5; 5 – 10; 10 – 15; 15 – 20; 20 – 25; 25 – 30 cm dziļumā, piesūcināja tos uz ūdens vannas, izžāvēja līdz absolūti sausam stāvoklim, pēc tam noteica augsnes tilpummasu un kapilāro porainību.

Rezultāti un diskusija

Skaidrojot augsnes mitruma izmaiņas rudens periodā līdz 45 cm dziļumam minimālās un tradicionālās augsnes apstrādes variantos, raksturīgi, ka ziemas kviešos augu maiņā gan minimālā, gan tradicionālā augsnes apstrādē augsne līdz 25 cm dziļumam vērojams zemākais mitruma saturs (1. tabula). Straujš augsnes mitruma kāpums bija 40 – 45 cm slānī neatkarīgi no kultūrauga vai augsnes apstrādes veida. Izņemot variantus ar ziemas kviešu atkārtotu audzēšanu, augsnes mitruma pieaugums 40 – 45 cm dziļumā arī abos apstrādes variantos tika matemātiski pierādīts ar 95% ticamības intervālu, salīdzinot ar augsnes slāni 0 – 5 cm gan ziemas kviešos, gan rapsim augu maiņā. Vismazākais augsnes mitrums rudenī virskārtā – 0 – 5 cm, (t.i. sēklu atrašanās dziļumā) bija pēc tradicionālās augsnes apstrādes – 19.1%. Līdzīgi tas bija vērojams arī attiecībā uz vidējiem mitruma rādītājiem 0 – 45 cm (1. tabula).

1. tabula

Augsnes mitrums rudenī 0 – 45 cm dziļumā, %
Soil Moisture in Autumn, 0 – 45 cm depth, %

Parauga noņemšanas dziļums <i>Sampling depth,</i> cm	Minimālā apstrāde <i>Minimum tillage</i>			Tradicionālā apstrāde <i>Conventional tillage</i>		
	ziemas kvieši, bezmaiņas <i>winter wheat monoculture</i>	ziemas kvieši, augu maiņā <i>winter wheat in crop rotation</i>	rapsis augu maiņā <i>rape in crop rotation</i>	ziemas kvieši, bezmaiņas <i>winter wheat monoculture</i>	ziemas kvieši, augu maiņā <i>winter wheat in crop rotation</i>	rapsis augu maiņā <i>rape in crop rotation</i>
0 – 5 (K)	26.2	21.6	28.0	23.4	19.1	23.7
20 – 25	26.7	20.8	26.9*	25.9	19.5	26.3*
40 – 45	27.9	26.5*	30.1*	30.2*	25.7*	30.4*
Vidēji Average 0 – 45 cm	26.9	23.0	28.3	26.5	21.4	26.8
<i>RS_{0,05} LSD_{0,05}</i>	4.21	1.24	1.04	3.58	1.26	1.34

K – pieņemts par kontroli, ar ko salīdzina pārējos rādītājus *control*

* – starpības būtiskas pie 95% ticamības līmeņa *differences are significant at 95% probability level*

2. tabula

Augsnes penetrometriskā pretestība rudenī 0 – 50 cm dziļumā, N cm⁻²
Soil Penetration Resistance in Autumn, 0 – 50 cm depth, N cm⁻²

Parauga noņemšanas dziļums <i>Sampling depth, cm</i>	Minimālā apstrāde <i>Minimum tillage</i>			Tradicionālā apstrāde <i>Conventional tillage</i>		
	ziemas kvieši, bezmaiņas <i>winter wheat monoculture</i>	ziemas kvieši, augu maiņā <i>winter wheat in crop rotation</i>	rapsis augu maiņā <i>rape in crop rotation</i>	ziemas kvieši, bezmaiņas <i>winter wheat monoculture</i>	ziemas kvieši, augu maiņā <i>winter wheat in crop rotation</i>	rapsis augu maiņā <i>rape in crop rotation</i>
0 – 10 (K)	200	250	116	200	286	134
10 – 20	188	273	139*	154	243*	98*
20 – 30	200	245	146*	168	250*	142
30 – 40	224	227	140*	184	240*	156*
40 – 50	272*	286*	147*	236	259	162*
Vidēji Average 0 – 50 cm	217	256	137	188	256	138
<i>RS_{0,05} LSD_{0,05}</i>	48.1	34.9	13.5	73.2	35.7	15.8

K – pieņemts par kontroli, ar ko salīdzina pārējos rādītājus *control*

* – starpības būtiskas pie 95% ticamības līmeņa *differences are significant at 95% probability level*

Analizējot augsnes penetrometrisko pretestību 0 – 50 cm dziļumā starp minimālo un tradicionālo apstrādi, atšķirības kopumā pa kultūraugu grupām un to maiņu ir nelielas (2. tabula). Vismazākā augsnes penetrometriskā pretestība, tātad arī tās sablīvējuma pakāpe, vērojama rapsim augu maiņā ar citiem kultūraugiem pēc abiem augsnes apstrādes veidiem, pie kam salīdzinot ar 0 – 10 cm dziļumu (virskārtu) attiecībā uz sablīvējumu, vairumā gadījumu matemātiski samazināta tā pierādās rapsim gan minimālās, gan tradicionālās augsnes apstrādes gadījumā. Augstākā augsnes sablīvējuma pakāpe vērojama ziemas kviešiem augu maiņā visos noteikšanas dziļumā, t.i. 0 – 50 cm gan pēc

tradicionālās, gan minimālās augsnes apstrādes. Interesanti, ka vidējie rādītāji abās apstrādes sistēmās bija pilnīgi vienādi – 256 g cm^{-3} .

Analizējot augsnes tilpummasas izmaiņas tūlīt pēc sējas 0 – 30 cm dziļumā ziemas kviešu bezmaiņas sējumos un salīdzinot tās ar rapsi augu maiņā, izteikti gan visos paraugu noņemšanas dziļumos, gan vidēji 0 – 30 cm, zemākā bija rapsim augu maiņā (3. tabula).

Izteikti augstākie augsnes tilpummasas rādītāji raksturīgi gan atsevišķi pa dziļumiem, gan vidēji aramkārtā bija pēc minimālās augsnes apstrādes ziemas kviešu bezmaiņas sējumos.

Audzējot ziemas kviešus bezmaiņas sējumos un rapsi augu maiņā, tradicionālajā augsnes apstrādē tilpummasu atšķirības pa augsnes slāņiem bija nelielas, bet 0 – 30 cm dziļumā ziemas kviešu bezmaiņas sējumos salīdzinot ar augu maiņā audzētu rapsi minimālajā augsnes apstrādē izteikti gan visos paraugu ņemšanas dziļumos, gan vidēji zemākā tilpummasa bija augu maiņā audzētam rapsim, t. i. $0.04 - 0.17 \text{ g cm}^{-3}$, vai vidēji 0 – 30 cm dziļumā par 0.10 g cm^{-3} .

3. tabula

Augsnes tilpummasa rudenī aramkārtā 0 – 30 cm dziļumā, g cm^{-3}
Soil Bulk Density in Topsoil in Autumn, 0 – 30 cm depth, g cm^{-3}

Parauga noņemšanas dziļums Sampling depth, cm	Minimālā apstrāde Minimum tillage			Tradicionālā apstrāde Conventional tillage		
	ziemas kvieši, bezmaiņas winter wheat monoculture	rapsis augu maiņā rape in crop rotation	+/- ziemas kvieši pret rapsi winter wheat compared to rape	ziemas kvieši, bezmaiņas winter wheat monoculture	rapsis augu maiņā rape in crop rotation	+/- ziemas kvieši pret rapsi winter wheat compared to rape
0 – 5 (K)	1.57	1.40	0.17	1.49	1.47	0.02
5 – 10	1.69	1.65*	0.04	1.61	1.56	0.05
10 – 15	1.72	1.61*	0.11	1.58	1.55	0.03
15 – 20	1.70	1.58*	0.12	1.51	1.58*	-0.07
20 – 25	1.74	1.68*	0.06	1.70*	1.63*	0.07
25 – 30	1.74	1.62*	0.12	1.67	1.65*	0.02
Vidēji Average 0 – 30 cm	1.69	1.59	0.10	1.59	1.57	0.02
<i>RS</i> _{0,05} <i>LSD</i> _{0,05}	0.20	0.10	×	0.20	0.11	×

K – pieņemts par kontroli, ar ko salīdzina pārējos rādītājus *control*

* – starpības būtiskas pie 95% ticamības līmeņa *differences are significant at 95% probability level*

Kopumā var secināt, ka, ieskaitot pat tradicionālu augsnes apstrādes veidu un rapša audzēšanu, minētas augsnes pēc agronomiskā vērtējuma uzskatāmas par blīvām līdz ļoti blīvām (Kroģere, 1983).

4. tabula

Augsnes kapilārā porainība rudenī aramkārtā 0 – 30 cm dziļumā, %
Soil Capillary Porosity in Topsoil in Autumn, 0 – 30 cm depth, %

Parauga noņemšanas dziļums <i>Sampling depth, cm</i>	Minimālā apstrāde <i>Minimum tillage</i>			Tradicionālā apstrāde <i>Conventional tillage</i>		
	ziemas kvieši, bezmaiņas <i>winter wheat monoculture</i>	rapsis augu maiņā <i>rape in crop rotation</i>	+/- ziemas kvieši pret rapsi <i>winter wheat compared to rape</i>	ziemas kvieši, bezmaiņas <i>winter wheat monoculture</i>	rapsis augu maiņā <i>rape in crop rotation</i>	+/- ziemas kvieši pret rapsi <i>winter wheat compared to rape</i>
0 – 5 (K)	28.3	34.7	-6.4	30.1	35.3	-5.2
5 – 10	28.8	34.3	-5.5	31.1	34.1	-3.0
10 – 15	29.9	35.0	-5.1	32.6	35.7	-3.1
15 – 20	30.2	35.8	-5.6	30.0	35.4	-5.4
20 – 25	29.7	34.2	-4.5	32.5	35.5	-3.0
25 – 30	27.8	35.2	-7.4	34.7*	35.8	-1.1
Vidēji Average 0 – 30 cm	29.1	34.9	-5.8	31.8	35.3	-3.5
<i>RS_{0.05} LSD_{0.05}</i>	2.55	1.75	×	3.45	2.03	×

K – pieņemts par kontroli, ar ko salīdzina pārējos rādītājus *control*

* – starpības būtiskas pie 95% ticamības līmeņa *differences are significant at 95% probability level*

Dažādiem kultūraugiem attiecības starp gaisa un ūdens tilpumiem augsnē var būt atšķirīgas. Piemēram, R. Kroģeres pētījumi liecina, ka kopējās augšņu porainības (kapilārās-nekapilārās) attiecībām atkarībā no audzējamā kultūrauga jābūt tuvu 1:1 vai arī nelielā pārsvarā jābūt nekapilārajām porām. Diemžēl maz ir pētījumu par rapša prasībām pēc minētajiem augšņu agrofizikālajiem parametriem.

Rapša saknes iet dziļi augsnē, tās ir kā nozīmīgs augsnes bioloģiskais irdinātājs. Saknēm atmiršot augsnē paliek ejas, kas uzlabo dziļāko slāņu irdenumu un sekmē mitruma iesūkšanos, tā novēršot aruma zoles veidošanos.

4. tabulā apkopotie dati liecina, ka augsnē ir pilnīgi pietiekama kapilārā porainība (arī rezervei gaisam un, ja nepieciešams, mitrumam). Arī 1. tabulas dati liecina, ka augšņu virskārtas mitrums 2012. gada rudenī ir kultūraugu dīgšanai un attīstībai nepieciešamās normas robežās.

Analizējot augsnes kapilāro poru attiecības starp ziemas kviešiem bezmaiņas sējumiem un rapsi augu maiņā, jāsecina, ka rapša iekļaušana augu maiņā ir veicinājusi kapilāro poru īpatsvara pieauguma tendenci gan minimālajā, gan tradicionālajā augsnes apstrādē un to vidējo rādītāju absolūtās vērtības aramkārtā atšķiras maz.

Secinājumi

1. Augu maiņā audzētu ziemas kviešu sējumā gan pēc minimālās, gan tradicionālās augsnes apstrādes līdz 25 cm dziļumam bija raksturīgs zemākais mitruma saturs salīdzinot ar rapsi augu maiņā.
2. Vismazākais augsnes mitruma saturs rudenī virskārtā (0 – 5 cm, t.i. sēklu atrašanās dziļumā) bija tradicionālās augsnes apstrādes variantā ziemas kviešos augu maiņā – 19.1%.
3. Vismazākā augsnes penetrometriskā pretestība vērojama rapša sējumos augu maiņā ar citiem kultūraugiem abos, t.i. minimālās un tradicionālās apstrādes variantos.

4. Augstākā augsnes sablīvējuma pakāpe vērojama ziemas kviešiem sējumos augu maiņas variantos visos tās noteikšanas dziļumos gan pie tradicionālās, gan minimālās augsnes apstrādes.
5. Salīdzinot augsnes tilpummasas izmaiņas pēc sējas 0 – 30 cm ziemas kviešu bezmaiņas sējumos ar rapsi, visos paraugu ņemšanas dziļumos mazākā tā bija augu maiņā audzēta rapša sējumos.
6. Kopumā, ieskaitot pat tradicionālo augsnes apstrādes veidu un rapša audzēšanu, minētās augsnes pēc agronomiskā vērtējuma uzskatāmas par blīvām līdz ļoti blīvām.
7. Augsnē ir pilnīgi pietiekama kapilārā porainība mitruma uzkrāšanai, bet, ja nepieciešama tad arī rezerve gaisam.
8. Rapša iekļaušana augu maiņā ir nākusi par labu augsnes kapilāro poru tilpuma pieauguma tendencei gan minimālā, gan tradicionālā augsnes apstrādē un to vidējo rādītāju absolūtās vērtības aramkārtā atšķiras maz.

Literatūra

1. Kroģere R. (1983). Zemkopība. *No: Augsnes apstrādes sistēmas*. S. Pogodina red. Rīga: Zvaigzne, 228. – 271. lpp.
2. Kroģere R., Liepiņš J., Ausmane M. (2005). Augsnes apstrādes minimalizācija augsekā. *LLU Raksti*, Nr. 13 (308), 18. – 25. lpp.
3. Rubenis J. (1979). *Augseku agrotehniskie pamati*. Rīga: Liesma. 114 lpp.
4. Ruža A., Berzins A., Ausmane M. (2011). Effect of minimums tillage on soil sustainability. *In: Book of abstracts: 24th NJF Congress and 2nd Nordic Feed Science Conference „Food, Feed, Fuel and Fun. Nordic light on future land use and rural development”*, held in Uppsala, Sweden, June 14 – 16, 2011. Ed. by J. Hultgren, P. Persson, E. Nadeau, F. Fogelberg. NJF Report, Vol. 7, No. 3, p. 224.
5. Ruža A., Bērziņš A., Ausmane M., Melngalvis I., Sprincina A. (2012). Kā labāk apstrādāt augsni – minimāli vai tradicionāli? *AgroTops*, Nr. 3, 36. – 38. lpp.