

**LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE**

**LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTE**

Augsnes un augu zinātņu institūts

**R. Kroģere**

**LAUKKOPĪBAS PRAKTIKUMS**

**I DAĻA**

**AUGSNES AGROFIZIKĀLĀS ĪPAŠĪBAS**



Jelgava 2021

Kroģere R. (2021). **Laukkopības praktikums. I daļa Augsnes agrofizikālās īpašības.**  
Jelgava: LLU. 17 lpp.

**Recenzenti:** Dr. habil. agr., profesors **Aldis Kārklīņš**  
Dr. agr., profesore **Zinta Gaile**

**Galvenā redaktore:** Dr. agr., **G. Putniece**

**Redaktori:** Dr. agr., **R. Kroģere**  
Dr. agr., **M. Ausmane**  
Dr. agr., **A. Bērziņš**  
Mg. agr., **I. Melngalvis**  
Mg. agr., **R. Sanžarevska**

**Sastādītāja:** Mg. agr., **R. Sanžarevska**

Vāka noformējumam izmantoto attēlu autori **D. Lapiņš, I. Melngalvis** un **G. Putniece**

**ISBN 978-9984-48-389-4**

© Rūta Kroģere, 2021

© Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 2021

## PRIEKŠVĀRDS

Kopš R. Kroģeres „Zemkopības praktikuma” (1984. g. Rīga, Zvaigzne, 120 lpp.) izdošanas, lauksaimniecībā notikušas lielas pārmaiņas, sakarā ar valstiskuma atgūšanu un pārejai no kolhozu – sovhozu sistēmas uz privātīpašumu un uzņēmējdarbību.

Par pamatu ņemot „Zemkopības praktikumu” grāmata „Laukkopības praktikums” sadalīta 3 atšķirīgās daļās, kurās iekļauti studiju kursus Laukkopība un Laukkopības pamati apskatāmie jautājumi. Augsnes agrofizikālās īpašības (I daļa) un tūruma nezāles (II daļa), to apraksti nav mainījušies, nemainīga vērtība ir arī D. Lapiņa zīmējumi, bet augu maiņai veltītā nodaļa (III daļa) ir pilnībā pārstrādāta, atbilstoši šodienas apstākļiem.

Grāmatas “Laukkopības praktikums” pilnveidošanā piedalījušies M. Ausmane, A. Bērziņš, I. Melngalvis, R. Kroģere, G. Putniece, R. Sanžarevska.

Paldies Z. Gailei, A. Kārkliņam un A. Ružam par padomiem un atbalstu.

R. Kroģere 2020. gada 6. decembrī

# S A T U R S

PRIEKŠVĀRDS .....	3
1. AUGSNES AGROFIZIKĀLĀS ĪPAŠĪBAS.....	5
1.1. Augsnes struktūra un tās ūdensizturība .....	5
1.1.1. Augsnes struktūras noteikšana pēc Savinova metodes.....	5
1.1.2. Augsnes struktūras ūdensizturības noteikšana pēc Andrianova metodes .....	6
1.2. Augsnes blīvuma noteikšana .....	8
1.3. Augsnes sakārtas noteikšana.....	8
1.4. Augsnes ūdenspacelšanās spējas noteikšana .....	13
1.5. Augsnes bioloģiskās aktivitātes noteikšana .....	15
LITERATŪRA .....	17

# 1. AUGSNES AGROFIZIKĀLĀS ĪPAŠĪBAS

## 1.1. Augsnis struktūra un tās ūdensizturība

**Augsnis struktūra** ir primāro augsnis daļiņu kombinācija un izkārtojums, veidojot sekundāras vienības – struktūragregātus (Kārkliņš, 2012).

Augsnis struktūru raksturo augsnis spēja veidot dažāda izmēra un formas drupatas jeb struktūragregātus.

Laukkopībā ar **agronomiski vērtīgu augsnis struktūru** saprot 0.25–10 mm lielas augsnis drupatas (agregātus). Drupatas, kuru lielums pārsniedz 10 mm, sauc par **cilām**. Mazākas par 0.25 mm, sauc par **putekļiem**. Kā cilas, tā putekļi nav vēlami, jo tie pasliktina augsnis ūdens un gaisa režīmu. Augsnis struktūra atkarīga no tās granulometriskā sastāva, trūdvielu satura, kā arī no augsnis mitruma apstrādes laikā. Apstrādājot pārāk mitru augsnis, veidojas daudz cilu. Ja augsnis par sausu, tā saputekļojas.

Nozīmīgākā augsnis struktūras īpašība ir tās **ūdensizturība** – tas ir drupatu spēja pretoties ūdens ārdošai iedarbībai. Šo spēju palielina trūdvielas, Ca un Mg joni, kas veicina koloīdu koagulāciju un tādējādi atsevišķo daļiņu saistīšanos.

Parasti laboratorijā veic pilnu augsnis struktūras analīzi, ieskaitot ūdensizturības noteikšanu, taču bieži vien pietiek tikai ar agregātsastāva noteikšanu (sauso sijāšanu).

### 1.1.1. Augsnis struktūras noteikšana pēc Savinova metodes

**Paraugu ievāc** laukā metodikā paredzētajā laikā, ar lāpstu vairākās vietās lauciņā paņemot augsnis vai nu no virsējā slāņa, vai no visas aramkārtas. Paraugu nedrīkst ņemt, ja augsnis pārmērīgi mitra, tad, nogādājot uz žāvēšanas vietu, tā salīp gabalā. Kopējā paņemtā augsnis parauga masa vēlama 3–4 kg. Kopējo paraugu rūpīgi sajauc un no tā paņem vidējo paraugu nedaudz smagāku par 1 kg. Vidējo paraugu izzāvē līdz gaissausam stāvoklim un pēc tam precizē parauga masu (tai jābūt 1 kg).

**Darbam nepieciešams** sietu komplekts (acu diametrs 10; 7; 5; 3; 1; 0.5; 0.25 mm) ar augšējo un apakšējo vāku, 8 papīra šķīvīši, svāri, 2 sverglāzītes (ja nosaka ūdensizturību).

**Darba gaita.** Iepriekš sagatavoto 1 kg gaissausu augsnis uzber uz sietu komplekta augšējā sieta un sijājot tā sadalās frakcijās atbilstoši sietu acu izmēriem. Jāsijā uzmanīgi, lai augsnis nesaputekļotu. Sietus pakāpeniski noņem; augsnis no katra sieta uzber uz iepriekš sanumurētiem šķīvīšiem, nosver un noliek (atstāj nākamajam darbam). Virsējie sieti jāsiijā neilgi, bet jo smalkāks siets, jo ilgāk un rūpīgāk jāsiijā. Datus ieraksta 1. tabulā. Kad nosvērtas visas frakcijas, pārbauda, vai frakciju summa ir 1000 g. Ja kļūda ir liela, tā jāatrod. Ja starpība ir niecīga (1–2 g), tad parasti iztrūkumu pieraksta putekļu frakcijai.

Aprēķina katras frakcijas īpatsvaru (%). Sagatavo paraugu struktūras ūdensizturības noteikšanai, kā aprakstīts tālāk.

Augsnis struktūru novērtē, vadoties pēc vairākiem rādītājiem. Vispirms aprēķina agronomiski vērtīgo (2.5–10 mm) augsnis agregātu summu. Šāda izmēra agregātu masas attiecību pret kopējo augsnis parauga masu sauc par **struktūrainības koeficientu**. Šis koeficients var kalpot par augsnis struktūrainības vērtēšanas rādītāju: augsnis ar teicamu struktūru – koeficients > 80%, labu – 80–60%, apmierinošu – 60–40%, neapmierinošu – 40–20% un sliktu struktūru, ja agronomiski vērtīgo frakciju < 20% (Kārkliņš, 2012).

Dotajā piemērā (1. tab.) tā ir  $100 - 46.2 - 0.8 = 53.0\%$ . Tātad piemērā dotā parauga augsnis struktūra ir apmierinoša.

Liels cīlu daudzums – 46.2% radies acīmredzot tāpēc, ka pavasarī, arot augsni, tās mitrums bijis pārāk liels. Putekļu frakcijas īpatsvars – 0.8% ir niecīgs, iespējams, ka augsne saputekļojusies, sijājot un pārberot paraugu.

Ja agronomiski vērtīgo agregātu kopējais daudzums vienāds, labāka ir tā augsne, kurai vairāk visvērtīgāko frakciju (1–3, 3–5 mm). Īpaša uzmanība jāvelta cīlu un putekļu īpatsvaram. Ja agronomiski vērtīgo agregātu daudzums ir vienāds, labāka ir tā augsne, kurā mazāks putekļu īpatsvars.

1. tabula

### Augsnes sausās sijāšanas rezultāti

Parauga nosaukums: velēnu karbonātaugsne, smilšmāla, arta pavasarī

Paraugš ievākts ..... (datums)

Frakcijas lielums, mm	Augsnes un trauciņa masa, g	Trauciņa masa, g	Augsnes masa, g	Frakcijas īpatsvars, %
>10	490.0	28.0	462.0	46.2
10–7	206.0	20.0	186.0	18.6
7–5	111.0	20.0	91.0	9.1
5–3	116.0	28.0	88.0	8.8
3–1	105.0	24.0	81.0	8.1
1–0.5	79.0	20.0	59.0	5.9
0.5–0.25	45.0	20.0	25.0	2.5
<0.25	36.0	35.0	8.0	0.8
Kopā	×	×	1000.0	100.0

Secinājumi:

#### 1.1.2. Augsnes struktūras ūdensizturības noteikšana pēc Andrianova metodes

Pēc Andrianova metodes augsnes struktūras ūdensizturību nosaka vizuāli pēc noteiktā laikā ūdenī nesairušo drupatu skaita. Drupatas nevis sijā, bet tur ūdenī nekustīgi.

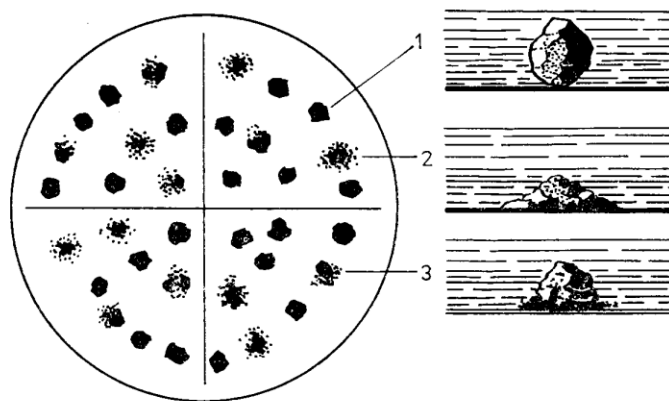
Augsni analīzei var sagatavot dažādi – vai nu ņemot noteiktu skaitu drupatu no katras frakcijas atbilstoši to procentuālajam daudzumam, vai arī vienu vidēja lieluma frakciju.

**Darbam nepieciešamas** filtrpapīra ripiņas, neliels trauks, kolba ar ūdeni, paliktnis (sietiņš), hronometrs vai pulkstenis, augsnes paraugi.

**Darba gaita.** Traukā novieto sietiņu un uz tā uzliek filtrpapīra ripiņu. Ieteicams to sadalīt 4 kvadrantos, lai atvieglotu drupatu skaitīšanu. Uz filtrpapīra regulāros apļos novieto 40 (sīkām drupatām 50) drupatas. Tās jāizvieto vienmērīgi un tā, lai tās nesaskartos cita ar citu, jo jāņem vērā, ka neizturīgās drupatas izplūdīs.

Traukā ielej ūdeni līdz filtrpapīram un ļauj drupatām piesūkties ar ūdeni (līdz tās sāk spīdēt).

Ūdeni traukā uzmanīgi (gar malu) pielej tik daudz, lai tā līmenis atrastos, 0.5 cm virs drupatām. Filtrpapīru pietur un raugās, lai zem tā nepaliktu gaisa burbuļi. Atzīmē laiku.



1. att. Augsnes struktūras ūdensizturības noteikšana pēc Andrianova metodes:  
1 – ūdensizturīga drupata, 2 – ūdensneizturīga drupata, 3 – pussairusi drupata.

Pēc katrām 2.5 minūtēm saskaita sairusās drupatas (1. att.). Divas pussairušas drupatas uzskaita par vienu sairusu. Rezultātus ieraksta 2. tabulā. Novērošanu turpina 10 minūtes katram paraugam.

**Augsnes struktūras ūdensizturības vērtējums.** Kopējo ūdensizturību novērtē pēc šādas skalas:

Ūdensizturīgie agregāti, %	Ūdensizturība
>70	teicama
70–55	laba
55–40	apmierinoša
<40	neapmierinoša

2. tabula

**Augsnes struktūras ūdensizturības noteikšana**  
Novērojumu rezultāti

Paraugu raksturojums (augšnes tips, ģenētiskais horizonts, izmēri)	Analizējamo drupatu skaits	Sairušo drupatu skaits pēc minūtēm				Ūdensizturīgo drupatu	
		2.5	5	7.5	10	skaits	%
1. VK, A <sub>p</sub> , 1–3 mm	50	2	3	5	6	44	88
2. VK, B, 1–3 mm	50	23	30	34	46	4	8
3. PV, A <sub>p</sub> , 1–3 mm	50	16	19	24	27	23	46
4. Lecekšu augsne, 5–7 mm	40	–	–	–	–	40	100

Dotajā piemērā velēnu karbonātaugsnes aramkārtai struktūras ūdensizturība ir teicama, bet īpaši laba tā ir lecekšu augsnei. Velēnu podzolaugsnes aramkārtā struktūras ūdensizturība ir apmierinoša, bet velēnu karbonātaugsnes B horizontam – ļoti slikta (2. tab.). Tas izskaidrojams ar ļoti niecīgu trūdvielu daudzumu B horizontā. Velēnu podzolaugsnei bez trūdvielu satura palielināšanas nepieciešama arī kaļķošana.

## 1.2. Augsnes blīvuma noteikšana

**Augsnes blīvums** ir absolūti sausas augsnes cietās fāzes (augšņu bez porām) tilpuma vienības masa. To izsaka t  $m^{-3}$  vai  $g\ cm^{-3}$ . Blīvums atkarīgs no augsnes mineraloģiskā sastāva un organisko vielu satura. Trūdvielu blīvums ir 1.4–1.8, kaolīnam – 2.5, kvarcam – 2.65, vizlai – 2.8–3.2, granītam – 2.7 utt. Smilts augšņu blīvums parasti ir robežās no 2.4 līdz 2.5, bet māla augšņiem tas ir 2.6–2.7  $g\ cm^{-3}$ .

Augsnes blīvumu praktiski ļoti grūti ietekmēt, tas ir samērā pastāvīgs lielums un nepieciešams dažu citu augsnes īpašību aprēķināšanai. Augsnes blīvuma noteikšanas metode balstās uz augsnes cietās fāzes tilpuma noteikšanu pēc izspiestā ūdens daudzuma.

**Darbam nepieciešams** piknometrs, sverglāzīte, porcelāna vai alumīnija bļodiņa, kolba ar ūdeni, stikla nūjiņa, svāri, filtrpapīra strēmele.

**Darba gaita.** Nosver tukšu sverglāzīti. Augšni (gaissausu) saberž piestiņā, izsijā caur 1 mm sietu un no tās nosver 2 paraugus.

Vienu iesvaru ievieto bļodiņā, aplej ar ūdeni (50–100 mL) un vāra 10 minūtes, lai izspiestu no augsnes gaisu. Laiku pa laikam bļodiņas saturu apmaisa ar stikla nūjiņu. Pēc vārīšanas bļodiņai ļauj atdzist.

Otru augsnes iesvaru ar sverglāzīti ievieto žāvējamā skapī uz 2 stundām 105 °C temperatūrā, lai noskaidrotu absolūti sausas augsnes masu paraugā.

Piknometru piepilda ar ūdeni līdz zīmei, apslauka un nosver. Ūdeni izlej.

Augšni no bļodiņas pārnes piknometrā un uzpilda to līdz zīmei. Ja uzpildīšanu traucē putas, tās noņem ar filtrpapīra strēmeli. Piknometru ar augšni un ūdeni nosver.

### Rezultātu pieraksti un aprēķina piemērs

1. Sverglāzītes masa 32.0 g.
2. Sverglāzītes masa ar augšni pēc žāvēšanas 46.8 g.
3. Absolūti sausas augsnes masa  $P=14.8$  g.
4. Piknometra masa ar ūdeni  $M=130.0$  g.
5. Piknometra masa ar ūdeni un augšni  $N=138.9$  g.
6. Augšņu tilpums  $V = P + M - N = 14.8 + 130.0 - 138.9 = 5.9\ cm^3$ .
7. Augšņu blīvums

$$D = \frac{P}{V} = \frac{14.8}{5.9} = 2.6\ g\ cm^{-3}$$

**Secinājumi.** Aprēķinātais blīvums smilšmāla augšnei ir par mazu. Kļūda varēja rasties, pārnesot augšni no bļodiņas piknometrā vai arī nepietiekami atdzesējot augšni un ūdeni pēc vārīšanas.

## 1.3. Augšņu sakārtas noteikšana

**Augsnes sakārta** ir attiecība starp augsnes cieto, gāzveida un šķidro fāzi jeb augsnes cietās fāzes kapilāro un nekapilāro poru tilpumu. Parasti to raksturo ar kopperainību, kapilāro un nekapilāro porainību, kā arī ar augsnes tilpummasu. Augšņu sakārta raksturo sakņu spēju virzīties cauri augšnei, bet tā ir atkarīga gan no augsnes tilpummasas, gan arī no augsnes granulometriskā sastāva.

**Pora, augsnes** – maza izmēra tukšums, kas nodala vienu augsnes daļiņu no otras (Kārkliņš, 2012).



**Kapilārās poras** – savstarpēji saistītas sīkas (diametrs <0.03 mm) augsnes poras, pa kurām meniska spēku ietekmē vertikāli var pārvietoties ūdens (Kārkliņš, 2012).

**Nekapilārās poras** – augsnes poras (diametrs >0.03 mm), kurās parasti atrodas gaiss, bet nokrišņiem bagātos periodos arī ūdens.

**Porainība, augsnes** – procentos izteikta poru un plaisu tilpuma attiecība pret augsnes kopējo tilpumu (Kārkliņš, 2012).

**Poru tilpums** – augsnes kopējā tilpuma daļa, ko aizņem poras (Kārkliņš, 2012).

**Poru attiecība** – augsnes tukšumu aizņemtā tilpuma attiecība pret augsnes cieto daļiņu tilpumu noteiktā augsnes masā (Kārkliņš, 2012).

**Augsnes tilpummasa** – absolūti sausas, dabiskas, neizjauktas sakārtas augsnes parauga vienas tilpuma vienības masa. Augsnes tilpummasa nav konstants lielums. Ja augsnes masa paliek nemainīga, tad tās aizņemtais tilpums var mainīties atkarībā no augsnes mitruma (Kārkliņš, 2012).

Augsnes sakārtas noteikšanai noņem noteikta tilpuma augsnes paraugu ar dabisku, neizjauktu sakārtu un piesūcina kapilārās poras ar ūdeni. Paraugu noņem uz lauka vai apmācību nolūkā laboratorijā no kastēm.

**Darbam nepieciešams** metāla cilindrs ar vāciņiem, lineāls, lāpsta, plats nazis, svāri, trauks augsnes piesūcināšanai ar ūdeni, filtrpapīrs, sverglāzīte.

**Darba gaita un aprēķini.** Izmēra cilindra augstumu ( $h=10$  cm) un diametru ( $d=8.8$  cm). Darbam izmantojamie cilindri var būt dažāda izmēra. Aprēķina cilindra tilpumu  $V$ , kas reizē ir arī augsnes parauga tilpums:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot h}{4} = 607.9 \text{ cm}^3$$

Tad nosver cilindru ar vāciņiem:  $P_0=220.0$  g.

Paņem augsnes paraugu. Šim nolūkam nolīdzina augsnes virsmu, noliek uz tās cilindru bez vāciņiem ar noasināto malu uz leju un iespiež cilindru augsnē vertikāli, līdz cilindra augšējā mala sakrīt ar apkārtējās augsnes līmeni (iekšējais augsnes līmenis var būt zemāks). Cilindra augšmalas ārpusi attīra no pielipušās augsnes un uzliek vāciņu. Atrok augsni cilindram blakus tik daudz, lai varētu ar nazi atgriezt augsni cilindra apakšā. Cilindru atgriež no apakšas un izceļ no augsnes, uzmanīgi pieturot ar nazi, lai augsne neizbirtu. Cilindru apgriež otrādi, ar nazi nolīdzina, nogriežot lieko augsni, un uzliek otru vāciņu. Tad nosver cilindru ar dabiski mitru augsni:  $P_1=926.0$  g. Dabiski mitras augsnes masa  $A_1=926.0-220.0=706.0$  g.

Apakšējā vāciņa vietā uzliek filtrpapīru un uz tā novieto cilindru piesātināšanai ar ūdeni. Traukā ar ūdeni ievieto paliktni, to pārsedz ar filtrpapīru, kura galus iemērc ūdenī. Ūdens līmenim jābūt nedaudz zemākam par paliktni. Cilindru novieto uz filtrpapīra. Noņem arī augšējo vāciņu un abus vāciņus novieto blakus cilindram. Piesātināšana var ilgt no pusstundas līdz vairākām diennaktīm. Kad augsnes virsma kļuvusi slapja (spīd), cilindru noņem no piesātināšanas, uzliek vāciņus un nosver. Cilindra un augsnes masa pēc piesātināšanas:  $P_2=962.0$  g. Piesātinātās augsnes masa  $A_2=962.0-220.0=742.0$  g.

No piesātinātās augsnes paņem paraugu žāvēšanai un nosaka kapilāro ūdensietilpību.

1. Sverglāzītes masa  $a=32.0$  g.

2. Sverglāzītes un augsnes masa pirms žāvēšanas  $a_1=85.0$  g.

3. Sverglāzītes un augsnes masa pēc izžāvēšanas  $105$  °C temperatūrā līdz nemainīgai masai  $a_2=72.3$  g.

4. Absolūti sausas augsnes masa  $a_3=40.3$  g.

5. Augsnes kapilārā ūdensietilpība

$$W_{kap.} = \frac{a_1 - a_2}{a_3} = \frac{85.0 - 73.3}{40.3} \cdot 100 = 31.5\%$$

Absolūti sausas augsnes masu ( $A_3$ ) cilindrā aprēķina, izejot no proporcijas: piesātinātā augsne sverglāzītē attiecas pret absolūti sausu augsni sverglāzītē tāpat kā piesātinātā augsne cilindrā pret absolūti sausu augsni cilindrā. Tātad

$$\frac{a_1 - a_2}{a_3} = \frac{A_2}{A_3}$$

$$A_3 = \frac{a_3 \cdot A_2}{a_1 - a_2} = \frac{40.3 \cdot 742.0}{85.0 - 32.0} = 564.2 \text{ g}$$

Augsnes tilpummasu ( $T$ ) aprēķina, dalot absolūti sausas augsnes masu ar tās tilpumu:

$$T = \frac{A_3}{V} = \frac{564.2}{607.9} = 0.9 \text{ g cm}^{-3}$$

Augsnes cietās fāzes tilpumu ( $V_1$ ) aprēķina, dalot augsnes masu ar tās blīvumu  $D$ , kas noteikts iepriekš (skat. 1.2. apakšnodaļu Augsnes blīvuma noteikšana). Šai gadījumā blīvums ir 2.6.

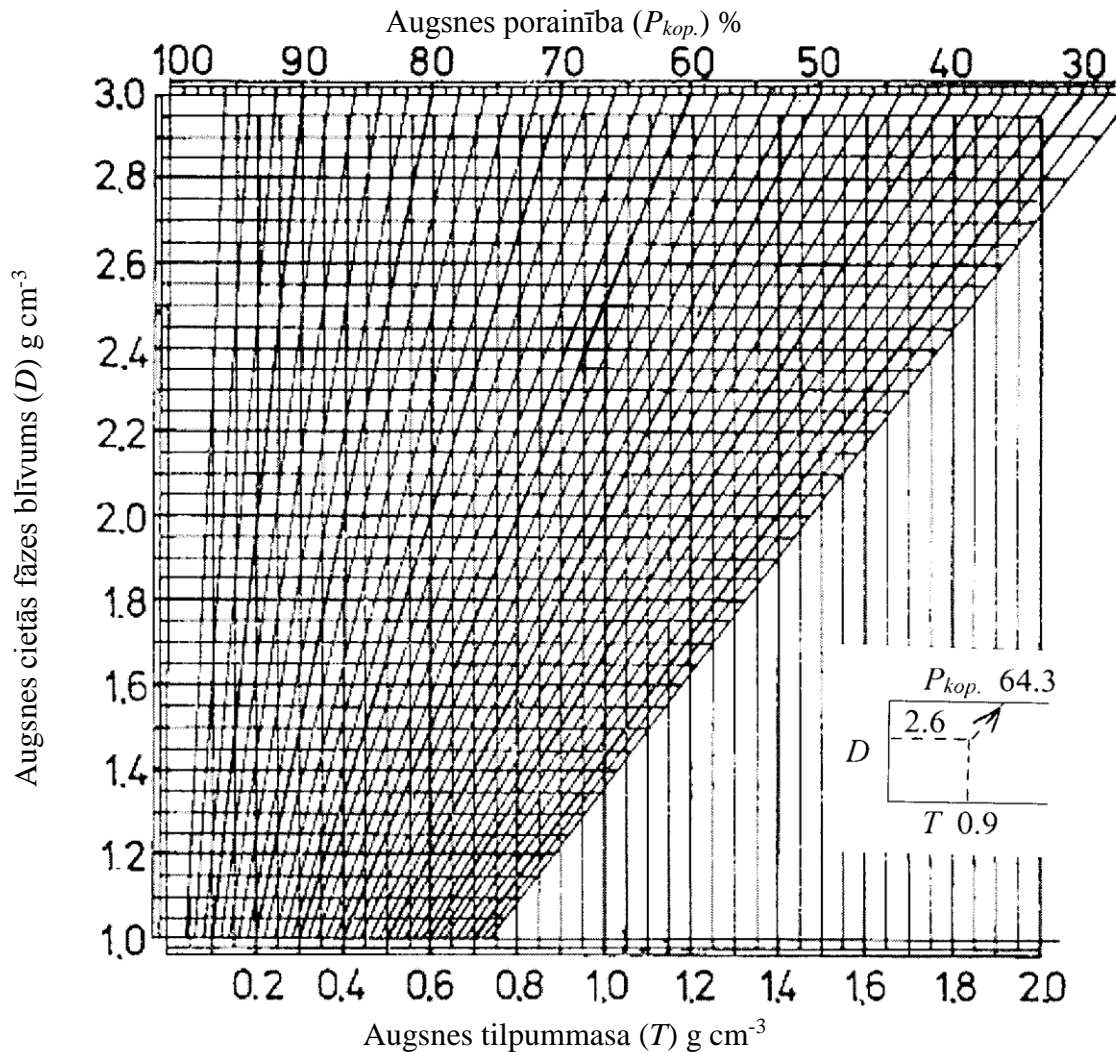
$$V_1 = \frac{A_3}{D} = \frac{564.2}{2.6} = 217.0 \text{ cm}^3$$

Kopējo poru tilpumu ( $V_2$ ) iegūst, ja no augsnes tilpuma atņem cietās fāzes tilpumu:

$$V_2 = V - V_1 = 607.9 - 217.0 = 390.9 \text{ cm}^3$$

Kopējo poru tilpumu izsakot procentos no visa augsnes tilpuma, iegūst kopperainību:

$$P_{kop.} = \frac{V_2}{V} \cdot 100 = \frac{390.9}{607.9} \cdot 100 = 64.3\%$$



2. att. Nomogramma augsnis porainības noteikšanai.

Pārbaudei izmanto nomogrammu (2. att.) vai formulu:

$$P_{kop.} = \left(1 - \frac{T}{D}\right) \cdot 100\%, \text{ t. i.,}$$

$$P_{kop.} = \left(1 - \frac{0.9}{2.6}\right) \cdot 100 = (1 - 0.36) \cdot 100 = 64.0\%$$

Kapilāro poru tilpumu ( $V_3$ ) aprēķina, no piesātinātās augsnis masas atņemot gaissausas augsnis masu cilindrā:

$$V_3 = A_2 - A_3 = 742.0 - 564.2 = 177.8 \text{ g}$$

Attiecinot kapilāro poru tilpumu pret kopējo augsnis parauga tilpumu, iegūst kapilāro porainību:

$$P_{kapil.} \frac{V_3}{V} \cdot 100 = \frac{177.8}{607.9} \cdot 100 = 29.2\%$$

Nekapilārā porainība ir starpība starp kopporainību un kapilāro porainību:

$$P_{nekap.} = P_{kop.} - P_{kapil.} = 64.3 - 29.2 = 35.1\%$$

Līdz ar to galvenie augsnes sakārtas rādītāji ir aprēķināti. Papildus var aprēķināt, kādu daļu kopperainības dabiski mitrā augsnē aizņēmis gaiss, kādu – ūdens.

Vispirms aprēķina augsnes ūdens daudzumu ( $W$ ) cilindrā parauga ņemšanas laikā, atņemot no mitras augsnes masas ( $A_1$ ) absolūti sausās augsnes masu ( $A_3$ ), t.i.,

$$W = A_1 - A_3 = 706.0 - 564.0 = 142.0 \text{ cm}^3$$

Gaisa daudzumu ( $G$ ) dabiski mitrā augsnē iegūst, no kopējā poru tilpuma ( $V_2$ ) atņemot ūdens tilpumu ( $W$ ):

$$G = V_2 - W = 390.9 - 142.0 = 248.9 \text{ cm}^3$$

Pārskatāmāki dati ir ūdens un gaisa daudzuma relatīvās vērtības attiecībā pret kopējo poru tilpumu.

Piesātināšanas pakāpe (ūdens tilpums no kopējā poru tilpuma)

$$V_{\text{ūdens}} = \frac{W}{V_2} \cdot 100 = \frac{142.0}{390.9} \cdot 100 = 36.3\%$$

Aerācijas pakāpe (gaisa tilpums no kopējā poru tilpuma)

$$V_{\text{gaisa}} = \frac{G}{V_2} \cdot 100 = \frac{248.9}{390.9} \cdot 100 = 63.7\%$$

Pārbaude:  $36.3 + 63.7 = 100\%$

**Rezultātu novērtējums.** Augsnes sakārtas vērtējums pēc tilpummasas un kopperainības aramkārtā minerālaugsnēm dots 3. tabulā.

3. tabula

### Augsnes sakārtas novērtējums

Tilpummasa, g cm <sup>-3</sup>	Kopperainība, %	Augsnes sakārtas vērtējums
<0.9	>65	ļoti irdena
0.9–1.1	65–58	irdena
1.1–1.3	58–50	vidēji blīva
1.3–1.4	50–40	blīva
>1.4	<40	ļoti blīva

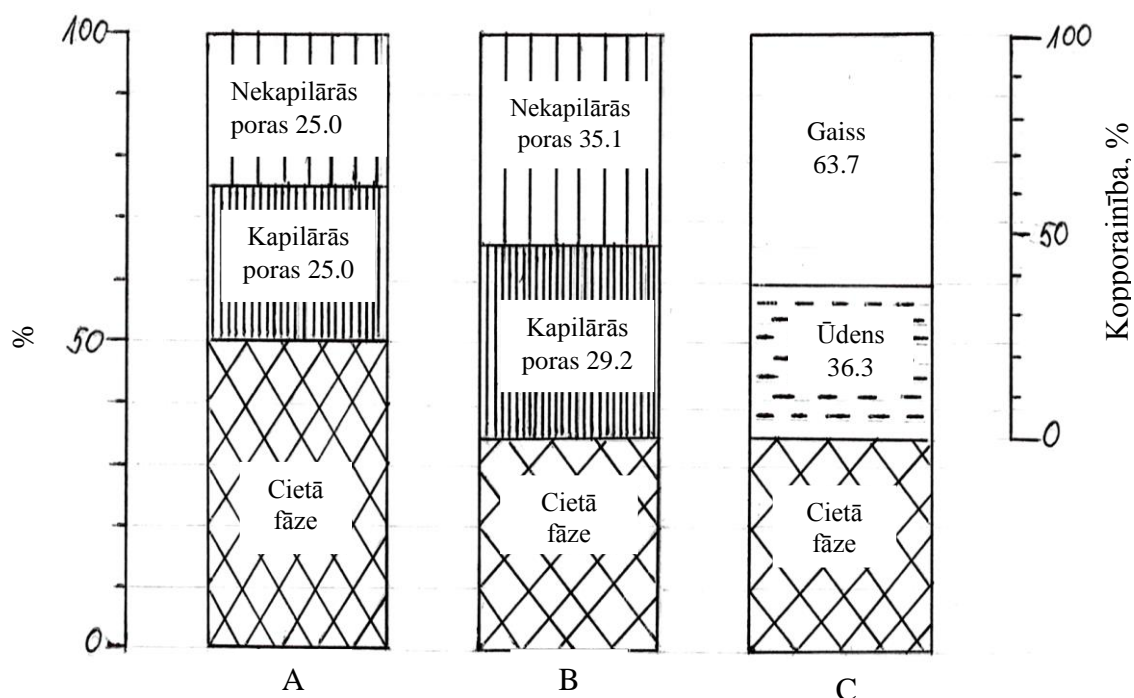
Zemaramkārtā tilpummasa var sasniegt 1.6–1.8 g cm<sup>-3</sup> vai t m<sup>-3</sup>, bet kūdras augsnēm tā atkarībā no kūdras sadalīšanās pakāpes var būt 0.3–0.7 g cm<sup>-3</sup> vai t m<sup>-3</sup>.

Kapilārās un nekapilārās porainības optimālā attiecība ir 1:1 vai nedaudz vairāk nekapilāro poru.

Dotajā piemērā tilpummasa un kopperainība atbilst irdenai augsnei.

Kapilārās un nekapilārās porainības attiecība (29.2:35.1%) rāda, ka augsnē ir mazliet par daudz nekapilāro poru, kas parasti pildītas ar gaisu. Taču ūdens un gaisa

daudzums augsnē ne vienmēr atbilst porainībai – arī kapilārās poras sausā laikā var aizņemt gaiss (3. att.), tāpat atsevišķos gadījumos ūdens var atrasties nekapilārajās porās.



3. att. Augšnes sakārta: A – kultūraugiem optimālā augšnes sakārta; B – piemēra variants; C – gaisa un ūdens attiecība.

Parauga ņemšanas laikā ūdens aizņēma 36.3%, bet gaisa – 63.7% no kopējā poru tilpuma (3. C. att.). Šos datus vērtē pēc 4. tabulas rādītājiem.

4. tabula

#### Ūdens un gaisa optimālas attiecības augsnē

Kultūraugi	Procentos no kopporainības	
	ūdens	gaisa
Sakņaugi un bumbuļaugi	55–65	35–45
Labības	65–75	25–35
Daudzgadīgie zālaugi	70–80	20–30

Dotajā piemērā ūdens daudzums ir nepietiekams.

Novērtējot analizētās augsnes sakārto kopumā, jāsecina, ka tā ir kultūraugiem par irdeni, acīmredzot paraugs ņemts īsi pēc augsnes apstrādes. Šāda sakārta nav stabila, augsne drīz vien nosēdīsies, un tad nekapilāro poru tilpums samazināsies, līdz ar to uzlabosies ūdens un gaisa attiecība augsnē. To var panākt arī ar pievelšanu.

#### 1.4. Augšnes ūdenspacelšanās spējas noteikšana

Ūdens dažādās augsnēs paceļas pa kapilāriem menisku spēka ietekmē dažādā ātrumā un sasniedz dažādu maksimālo pacelšanās augstumu. Augšnes ūdenspacelšanās

spēja (kapilaritāte) atkarīga no kapilāru izmēra, temperatūras, sāļu koncentrācijas ūdenī, augsnes mitruma un citiem apstākļiem.

Smagās māla augsnēs ūdens pa kapilāriem, kuru diametrs <30 μm, paceļas lēni, bet maksimālais ūdenspacelšanās augstums šīm augsnēm sasniedz 300–400 cm. Rupjā grantī, kur kapilāru izmēri pārsniedz 60 μm, ūdens paceļas strauji, un tā maksimālais pacelšanās augstums ir apmēram 35 cm, bet smalkā smiltī – 70 cm.

Augsnes ūdenspacelšanās spējai ir liela praktiska nozīme. No tās lielā mērā atkarīga augsnes ūdens iztvaikošana, kā arī ūdens pieplūde kultūraugu sēklām un saknēm no dziļākajiem augsnes slāņiem. To var regulēt, izmainot augsnes struktūragregātu izmērus un sakārtu.

Ūdenspacelšanās spēju laboratorijas apstākļos nosaka pēc augsnes krāsas izmaiņām, ūdenim piesūcinot sausas augsnes kapilārus.

**Darbam nepieciešamas** caurspīdīgas caurules (stikla, plastmasas) ar sietiņu apakšā, mērlīnē, kolba ar ūdeni, Petri trauks, pulkstenis.

**Darba gaita.** Caurulē (cilindrā), nedaudz sakratot, ieber gaissausu pētāmo augsni (apmēram 40 cm augstumā). Caurules apakšā paliek Petri trauku, bet zem sietiņa – paliknīti (sērkokciņu), lai ūdens brīvi piekļūtu augsnei. Petri traukā no kolbas ielej ūdeni tā, lai 0.5 cm no caurules gala atrastos ūdenī. Atzīmē laiku. Turpmāk pēc vajadzības ūdeni traukā papildina.

Pēc augsnes krāsas izmaiņām seko ūdens pacelšanās līmenim un mēra to ik pēc 10 minūtēm, rezultātus pieraksta (5. tab.) un attēlo grafiski.

**Piemērs.** 1. paraugs – smilšmāla augsnes agronomiski vērtīgās drupatas (izmēri 3–5 mm), 2. paraugs – putekļu frakcija (< 0.25 mm), 3. paraugs – cilas (>10 mm).

5. tabula

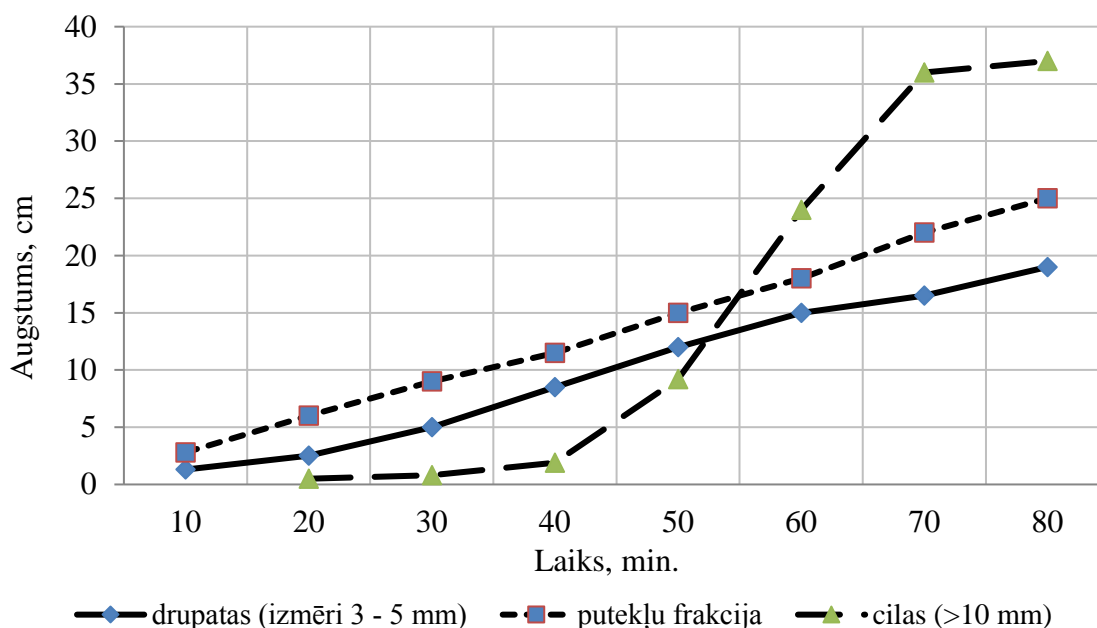
**Ūdens pacelšanās augstums, cm**  
Novērojumu rezultāti

Parauga Nr.	Laiks, min.							
	10	20	30	40	50	60	70	80
1.	1.3	2.5	5.0	8.5	12.0	15.0	16.5	19.0
2.	2.8	6.0	9.0	11.5	15.0	18.0	22.0	25.0
3.	–	0.5	0.8	1.9	9.2	24.0	36.0	37.0

Kapilārās pacelšanās ātrumu aprēķina, izdalot pacelšanās augstumu ar laiku. 1. paraugam tas ir 2.7 mm min<sup>-1</sup>, 2. paraugam – 3.1 mm min<sup>-1</sup>, 3. paraugam – 4.6 mm min<sup>-1</sup>.

No pētītajiem paraugiem vislētāk un vienmērīgi ūdens paceļas paraugā ar agronomiski vērtīgajām (3–5 mm) drupatām, kas norāda, ka kultūraugi tiks nodrošināti ar ūdeni. Otrajā paraugā – putekļu frakcijā ūdens arī paceļas vienmērīgi, taču ātrāk un augstāk, var sasniegt augsnes virskārtu un iztvaikot atmosfērā, radot ūdens trūkumu augsnē. Savukārt trešajā paraugā – cilās, ūdens pacelšanās notiek nevienmērīgi, jo ūdens pārvietojas gan pa cilas iekšieni, gan pa divu cilu saskares vietu, kuras laukums var būt ļoti mazs, augu apgāde ar ūdeni varētu būt apgrūtināta (4. att.).

Ūdens kapilāro pacelšanos var uzlabot, samazinot nekapilāro porainību (augsnī sablīvējot) vai arī sadrupinot rupjās cilas.



4. att. Ūdens kapilārā pacelšanās augsnē.

### 1.5. Augsnes bioloģiskās aktivitātes noteikšana

Ar augsnes bioloģisko aktivitāti saprot mikroorganismu daudzumu augsnē un to darbības intensitāti. Pirmām kārtām mikroorganismiem ir nozīme augu atlieku sadalīšanā. Celulozi noārdošo mikroorganismu darbība lielā mērā atkarīga no augsnes ūdens un gaisa režīma, ko var regulēt ar augsnes apstrādi. No otras puses, celulozes noārdīšanai vajadzīgs slāpekļis, un tā daudzums augsnē arī atkarīgs no augsnes apstrādes, priekšaugiem utt. Bieži vien laukkopības jautājumu skaidrošanā nepieciešamas ziņas par augsnes bioloģisko aktivitāti. To var noteikt pēc mikroorganismu skaita un netieši – pēc CO<sub>2</sub> izdalīšanās no augsnes, pēc nitrifikācijas spējas, kā arī, uzskaitot augu atlieku masu lauka apstākļos. Visas šīs metodes ir darbietilpīgas, bet rezultāti ne vienmēr raksturo patieso stāvokli. Pēdējā laikā par augsnes bioloģisko aktivitāti spriež pēc fermentu (katalāzes, invertāzes u.c.) aktivitātes augsnē, bet visērtākā un vienkāršākā metode ir t.s. linu auduma metode.

Aerobo mikroorganismu intensitāte cieši korelē ar celulozes noārdītāju mikroorganismu darbību. Jo intensīvāk augsnē noārdās celuloze, jo labāki apstākļi augiem un lielākas ražas. Mikroorganismu aktivitāti nosaka pēc linu auduma sadalīšanas pakāpes. Kā celulozes avotu izmanto linu audumu.

**Darbam nepieciešams** linu audums, grieznes, ķīmiskā tinte, analītiskie svāri, lāpsta, mietiņi.

**Darba gaita.** Linu auduma gabaliņus (10×20 cm) numurē, nosver ar precizitāti līdz 0.01 g un ievieto augsnē dažādā dziļumā (0–10, 10–20 cm utt.), piespiežot pie vertikāli norakta augsnes griezuma un pieberot no otras puses augsni pēc iespējas ar tādu pašu sakārtu kā pirms rakšanas. Vietu fiksē ar mazu mietiņu.

Atkarībā no meteoroloģiskajiem apstākļiem pēc 2–4 nedēļām auduma gabaliņus atrok, rūpīgi attīra augsni, izžāvē gaissausus un sver. Pēc masas zuduma aprēķina celulozes sadalīšanās procentu. Lai auduma gabaliņus būtu vieglāk izrakt un daļa linšķiedras nepazustu, tos ieteicams ievietot kaprona tīkliņos.

Ja novērojumi jāveic dinamiski – ilgākā laikposmā, tad katrā vietā jāierok 3 vai 4 linu auduma gabaliņi. Katrā novērojumu reizē izņem vienu gabaliņu.

Ja bioloģiskā aktivitāte jānosaka dziļāk par 20 cm, tad ērtāk rīkoties šādi: ar urbi izurbj augsnē caurumu vajadzīgajā dziļumā un tajā ievieto saritinātu nosvērtu auduma gabaliņu. Vienā urbumā var ievietot vairākus auduma gabaliņus dažādā dziļumā. Pēc tam caurumu rūpīgi aizber ar augsni.

Tā kā mikroorganismu skaits augsnē ir ārkārtīgi atšķirīgs pat pavisam nelielā platībā, novērojumi jāveic vismaz 6–8 atkārtojumos.



## L I T E R A T Ū R A

1. Kārklīņš A. (2012). *Zeme, augsne, mēslojums*: Terminu skaidrojošā vārdnīca. Jelgava: LLU. 477 lpp.
2. Kroģere R. (1984). *Zemkopības praktikums*. Rīga: Zvaigzne. 120 lpp.