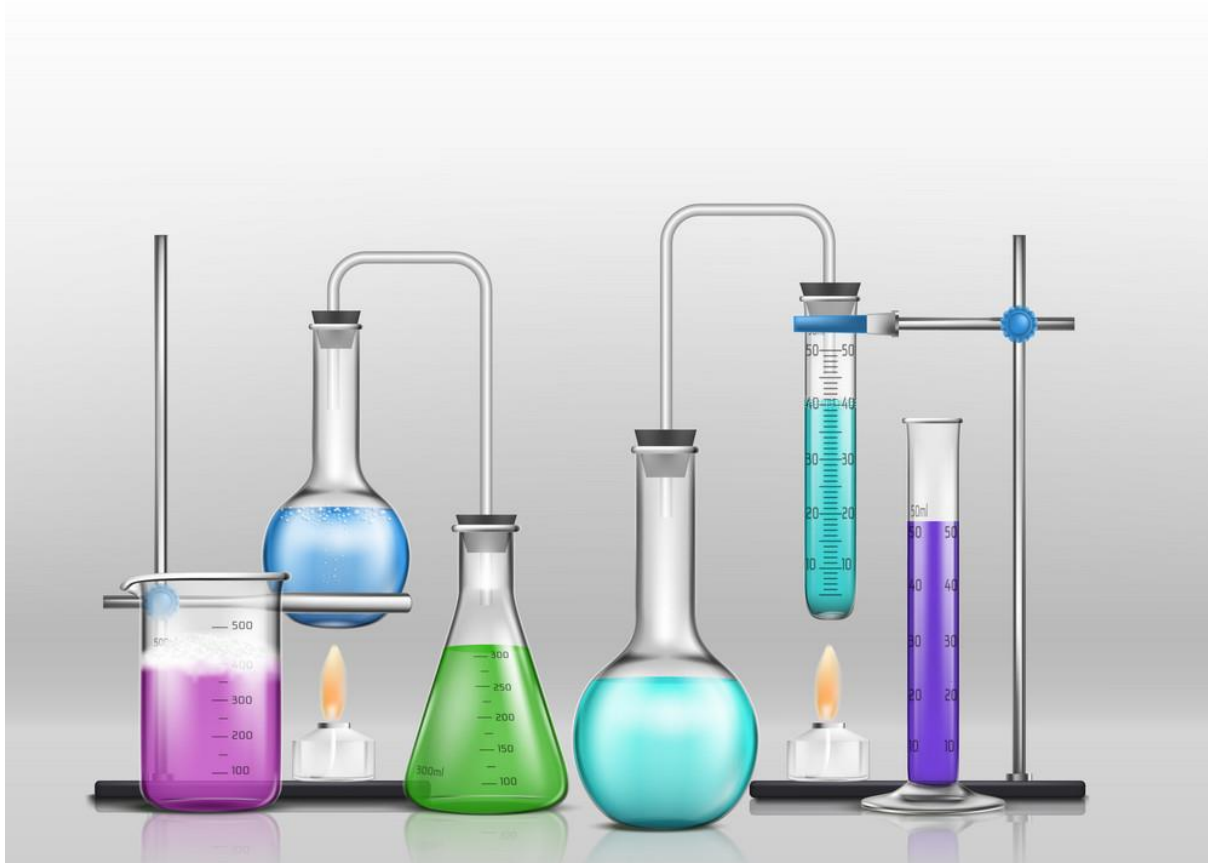


LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE

LABORATORIJAS DARBI

AUGSNES ZINĀTNĒ



LLU 2021

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBAS UNIVERSITĀTE

Augsnes un augu zinātņu institūts

LABORATORIJAS DARBI

AUGSNES ZINĀTNĒ

Metodiskie norādījumi laboratorijas darbiem LF studentiem studiju kursā
“Augsnes zinātne”

I. Līpenītes un A. Kārkliņa redakcijā

LLU 2021

Sastādīja: Ināra Līpenīte, Aldis Kārklīšs

Intelektuālais ieguldījums: Jana Vāle un Ieva Erdberga

Izdevumā iekļautā informācija sniedz priekšstatu par augsnes pētījumos biežāk pielietotajām analītiskajām metodēm un to izpildes gaitu. Taču galvenā vērība veltīta tam, lai studējošie apgūtu prasmes analītiskās informācijas interpretācijā un analītiski iegūto rezultātu pielietošanā, tāpēc šo izdevumu nevar uzskatīt kā pilnībā atbilstošu metodiku augsnes analīžu jomā.

Līpenīte I., Kārklīšs A. (2021). *Laboratorijas darbi augsnes zinātnē: metodiskie norādījumi laboratorijas darbiem LF studentiem studiju kursā "Augsnes zinātne"*. Jelgava: LLU. 39 lpp.

Literārā redaktore: Inga Skuja.

Recenzente: LLU asociētā profesore *Dr. sc. ing.* Māra Dūma.

Izskatīti un apstiprināti LF Studiju metodiskās komisijas sēdē 2021. gada 22. februārī, protokols Nr. 7.1.-24/4.

Izdevējs: Latvijas Lauksaimniecības universitāte.

Izdevuma veids: Grāmata – digitāla – tiešsaistē.

Izdevuma datnes formāts: PDF.

© Ināra Līpenīte, Aldis Kārklīšs, 2021

© Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 2021

ISBN 978-9984-48-376-4

Vāka noformējumam izmantots attēls no *www.tīmekļa*

<https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/chemical-laboratory-experiment-cartoon-vector-23961061>

SATURA RĀDĪTĀJS

IEVADS	5
AUGSNES PARAUGU VEIDI, TO SAGATAVOŠANA ANALĪZĒM	7
1. Augsnes skeletainības noteikšana	9
2. Gaissausas augsnes mitruma noteikšana	10
3. Maksimālā higroskopiskā mitruma noteikšana	12
4-1. Augsnes cietās fāzes blīvuma noteikšana. Šķidrums piknometrs	14
4-2. Augsnes cietās fāzes blīvuma noteikšana. Gaisa piknometrs	16
5-1. Karbonātu volumetriska noteikšana ar kalcimetru	18
5-2. Karbonātu volumetriska noteikšana ar kalibrētu kalcimetru	20
5-3. Karbonātu noteikšana acidimetriski	22
6. Humusa satura noteikšana un tā krājumu aprēķināšana augsnē	24
7. Organisko vielu satura noteikšana ar pārpelnošanas metodi	26
8. Augsnes aktīvā un apmaiņas skābuma noteikšana	28
9. Hidrolītiskā skābuma noteikšana	30
10. Kustīgā alumīnija jonu noteikšana	32
11. Adsorbēto bāzu summas noteikšana	34
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	36
PIELIKUMI	
Protokola noformēšanas noteikumi	37
Augšņu iedalījums grupās pēc hidrolītiskā skābuma, adsorbēto bāzu summas un piesātinājuma pakāpes ar bāzēm	38
1 mL CO ₂ atbilstošais CaCO ₃ daudzums miligramos (pēc Finkenera)	39

IEVADS

Laboratorijas darbiem ir svarīga loma noteikta studiju kursa apgūvē. Tie gan sniedz jaunas zināšanas, gan arī nostiprina tās, kas gūtas lekciju laikā un studējot attiecīgo literatūru. Tie attīsta prasmes un kompetences jomās, kas saistītas ar studiju kursa profilu, ilustrē teorētiski apgūstamo vielu un parāda tās praktisko pielietojamību.

Laboratorijas darbi augsnes zinātnē galvenokārt saistīti ar noteiktu augsnes parametru analītisku noteikšanu, kas raksturo augsnes svarīgākās īpašības, tajā skaitā augsnes auglību, tās nodarītu lauksaimniecībā. Laboratorijas darbu gaitā studenti apgūst prasmi profesionāli interpretēt iegūtos rezultātus. Praksē bieži vien analītisko darbu veic specializētas laboratorijas, taču iegūto rezultātu interpretācija vienmēr ir un paliek agronoma kompetencē. Iemaņas laboratorijas tehnoloģijās ļauj izprast analītikas iespējas, piemērotāko metožu izvēli, to radošu pielietojamību.

Vispārīgi norādījumi. Sekmīga laboratorijas darbu veikšana aptver vairākus posmus. Pirms kārtējā laboratorijas darba students patstāvīgi apgūst jautājuma teorētisko daļu, dotā rādītāja noteikšanas metodiku, aprēķinu kārtību un rezultātu praktiskās izmantošanas iespējas. Vienlaikus, līdz laboratorijas darba uzsākšanai, tiek sagatavots protokola pieraksts.

Nodarbību laikā studenti vispirms tiek iepazīstināti ar analīzes gaitu, pielietojamo aparāturu, instrumentiem, darbā izmantojamajiem laboratorijas traukiem, kā arī ar nepieciešamajiem reaģentiem un to īpašībām. Darba gaitā jāievēro darba drošības noteikumi, jāseko līdzi ķīmisko procesu norisei, jāievēro darba operāciju secība.

Students saņem individuālu uzdevumu, veic noteikšanu (analīzi), izdara aprēķinus, aizpilda protokolu un atrāda to pasniedzējam. Darba praktiskā daļa tiek ieskaitīta, ja iegūti atbilstoši rezultāti, ir veikti vajadzīgie aprēķini un noformēts protokols. Darba izpildi apliecina pasniedzēja paraksts.

Darbs kopumā tiek ieskaitīts pēc sekmīgas praktiskās daļas izstrādes un teorētisko zināšanu demonstrēšanas. Tādēļ pēc darba izpildes students apgūst rezultātu interpretācijas jautājumus, saistītus ar dotā laboratorijas darba teorētisko pusi, noteikšanas (analīzes) metodiku un tehnoloģiju, aprēķinu kārtību, kā arī pārzina rezultātu praktiskās izmantošanas iespējas. Protokola secinājumu sadaļā students vispusīgi izvērtē iegūtos rezultātus un sniedz atbildes uz norādītajiem jautājumiem. Noformēto protokolu iesniedz ieskaitīšanai nākamajā laboratorijas darbu nodarbībā (vai citā, pasniedzēja noteiktā laikā).

Laboratorijas darbu protokolus noformē uz atsevišķām A4 formāta loksniem vai darba burtnīcā skaidri salasāmā rokrakstā un saglabā līdz studiju priekšmeta kursa noslēgumam. Protokola veidlapai ar jau aizpildītu teorētisko pamatojumu jābūt sagatavotai pirms kārtējās laboratorijas darbu nodarbības.

Darbā lietotie saīsinājumi

- **ADA** – Kārklīš A. (2008). *Augsnes diagnostika un apraksts*. Jelgava: LLU.
- **ĢAA** – *Ģeoloģija, augsne, agroģimija* (2008). Metodiskie norādījumi mācību praksei. Jelgava: LLU.
- **AM** – Kārklīš A., Līpenīte I. (2018, 2019). *Aprēķinu metodes un normatīvi augsnes iekultivēšanai un mēslošanas līdzekļu lietošanai*. Jelgava: LLU.

AUGSNES PARAUGU VEIDI, TO SAGATAVOŠANA ANALĪZĒM

Augsnes zinātnē un agroķīmijā augsnes morfoloģisko, fizikālo, ķīmisko un citu īpašību noteikšanai un izvērtēšanai izmanto vairākas metodes – paraugu ņemšanai un sagatavošanai analīzēm.

Paraugi no augsnes ģenētiskajiem horizontiem (skat. ADA, 103.–104. lpp.). Paraugus augsnes atsegumā ņem no katra ģenētiskā horizonta virzienā no apakšas uz augšu. Trūda horizontā augsni ņem visas aramkārtas biežumā, bet pārējos horizontos – no 10 cm biezas kārtas. Ja ģenētiskā horizonta biežums ir mazāks par 10 cm, tad paraugu ievāc no visa horizonta, bet, ja horizonts biežāks par 10 cm, tad paraugu ievāc no horizonta vidus. Paraugu masai jābūt robežās no 500 līdz 1000 g.

Nedrīkst sajaukt augsni no dažādiem ģenētiskajiem horizontiem, kā arī ņemt paraugus horizontu saskares vietā, jo tad paraugs nebūs tipisks (reprezentatīvs)!

Paraugi ar nesajauktu sakārtu. Paraugus ar nesajauktu sakārtu ievāc vairāku augsnes fizikālo īpašību (sakārtas blīvuma, kapilārās mitrumietilpības u.c.) noteikšanai. Šo darbu veic, izmantojot cieši noslēdzamus 100, 200, 500 vai 1000 cm³ metāla cilindrus. Arī augsnes monolītus, kurus izmanto augsnes morfoloģijas pētījumos, var uzskatīt par paraugiem ar nesajauktu sakārtu.

Augšņu monolīti (skat. ADA, 104–107. lpp.). Augšņu monolītus izmanto augsnes morfoloģisko īpašību izpētei, kā arī augsnes uzskatāmai raksturošanai un augšņu ekspozīciju veidošanai. Monolītus ņem augšņu atsegumos vai šim nolūkam izraktās bedrēs, lietojot koka vai metāla kastes, kuru iekšējie izmēri parasti ir 1.0×0.2×0.06 m.

Paraugi augšņu agroķīmiskai izpētei (skat. ĢAA, 83. lpp.). Augšņu agroķīmiskai izpētei paraugus vāc visa veģetācijas perioda laikā, ņemot vērā rezultātu izmantošanas specifiku. Ja mērķis ir skaidrot augsnes galvenās agroķīmiskās īpašības (piem., augsnes reakciju, organisko vielu saturu, fosfora, kālija u.c. augu barības elementu saturu augsnē), tad paraugus parasti vāc agri pavasarī vai rudenī, kad lauki nav nesen (vismaz mēnesi) kalļoti vai mēsloāti. Paraugus ņem arī no netipiskām lauka vietām, piemēram, kur bijušas mēsļu vai salmu kaudzes, novadgrāvju uzbērumu vietās, tuvu lieliem ceļiem u.c. laukam neraksturīgās vietās.

Augsnes parauga ievākšanas platība ir atkarīga no augšņu segas struktūras – jo tā nevienmērīgāka, jo platība mazāka. Savukārt zondējumu skaits ir atkarīgs no lauka lieluma. Sīkkontūrainības apstākļos augsnes paraugu ievāc no laukā dominējošā augsnes tipa. Jāizvairās vidējo augsnes paraugu veidot no vietām ar atšķirīgu granulometrisko sastāvu, mitruma pakāpi, izmantošanas veidu, kā arī no dažādi mēslojamiem platībām.

Noteiktās situācijās, piemēram, segtajās platībās, augļu dārzos, dekoratīvos stādījumos, augsnes paraugu vākšana ir ļoti specifiska. Arī nosakot atsevišķus agroķīmiskos rādītājus, piemēram, minerālo slāpekli augsnē, paraugu ievākšanas metodes ir atšķirīgas. Informāciju par šiem jautājumiem skat. atbilstošā literatūrā, studiju materiālos.

Augsnes paraugu sagatavošana analīzei aptver darbības, ar kuru palīdzību ievāktais paraugs tiek homogenizēts un sagatavots turpmākai analītiskai procedūrai. Pamatā sagatavošana ietver divus etapus – parauga žāvēšanu un smalcināšanu. Taču atsevišķu parametru noteikšanai tiek lietotas specifiskas procedūras, kas atšķiras no šeit aprakstītajām. Tad šīs specifiskās norādes par paraugu sagatavošanu ir iekļautas attiecīgā laboratorijas darba aprakstā.

Paraugu žāvēšana. Vairumā gadījumu augšņu ķīmiskās analīzes izdara **gaissausiem** paraugiem. Lai iegūtu šādu augsni, paraugus žāvē vai nu istabas temperatūrā, vai žāvējamā skapī temperatūrā, kas nepārsniedz +40 °C. Ja augsnes paraugā ir daudz kukuržņu, tos pirms augsnes žāvēšanas sasmalcina. Žāvēšanas ilgums atkarīgs no augsnes veida, parauga lieluma u.c. parametriem. Žāvējamā skapī smilts augsni var **izzāvēt 24** stundās, māla augsni – **48** stundās, organiskām vielām bagātas augsnes – **72–96** stundās. Ievāktos paraugus nedrīkst žāvēt tiešos saules staros, kā arī uz sildierīcēm, kuru temperatūra var pārsniegt 40 °C.

Paraugu smalcināšana. Gaissausu augsni vispirms izsijā caur sietiem ar 1 vai 2 cm apaļiem atvērumiem, lai atdalītu akmeņus, rupjas saknes vai citus svešķermeņus. Tad augsni samal dzirnavās, izlaižot caur sietiem ar apaļiem atvērumiem 2 mm diametrā. Sasmalcināto augsni saber maisiņā vai kastītē, kam pievieno etiķeti ar parauga reģistrācijas numuru. Pirms iesvara ņemšanas analīzēm augsnes paraugu rūpīgi sajauc.

Augsnes organisko vielu noteikšanai augsnes daļiņām jābūt smalkākām par 0.25 mm. Lai tādu augsni iegūtu, ņem 3–5 g iepriekš sagatavotas gaissausas augsnes un pārmaļ to speciālās smalka maluma dzirnavās vai arī saberž porcelāna pietā un izsijā caur 0.25 mm sietu. Sagatavoto augsni ieber maisiņā, kam pievieno etiķeti.

Augsnes paraugu ņemšanas, kā arī to sagatavošanas un uzglabāšanas laikā ir jāizsargājas no paraugu piesārņošanas. Tas var notikt, ja augsni ievieto nefiros traukos vai paraugā nonāk svešķermeņi, kā arī to var izraisīt putekļi, neatbilstošs iesaiņojums u.tml.

Paraugi jāglabā vietās, kuru tuvumā neatrodas ķimikālijas, arī minerālmēsli, jo sausa un sasmalcināta augsne ļoti intensīvi absorbē dažādus tvaikus un izgarojumus. Arī viena parauga augsnes daļiņu nokļūšana citā paraugā nav pieļaujama, tāpēc darba gaitā jāseko līdzi lietoto trauku, sietu, augsnes ņemšanas karotīšu u.c. aprīkojuma tīrībai.

1. AUGSNES SKELETAINĪBAS NOTEIKŠANA

Augsnes skelets ir augsnes minerālās daļas frakcija, kurā individuālo daļiņu izmēri ir lielāki par 1 mm (pēc N. Kačinska ieteiktās sistēmas) vai arī 2 mm (pēc FAO sistēmas). Skelets veicina augsnes iesilšanu, ūdens iesūkšanos un filtrāciju, gaisa apmaiņu un palielina augsnes irdenumu. Stipri skeletainās augsnēs ir maz augiem viegli pieejamo barības elementu, tām ir zema ūdens noturēšanas un pārcelšanas spēja, tās ātri izžūst, ir irdenas un grūti apstrādājamas.

Savukārt augsnes daļiņas, kas ir mazākas par 1 mm (vai 2 mm), sauc par **smalkzemi**. Smalkzemi izmanto augsnes granulometriskā un ķīmiskā sastāva analizēm.

Darba pamatojums. Gaissausa augsne tiek izsijāta caur diviem sietiem, kuru acu atvērums ir 1 mm un 3 mm, un to sadala trīs frakcijās: augsnes skelets (>1 mm), kuru savukārt iedala rupjas smilts (1–3 mm) frakcijā un grants (>3 mm) frakcijā. Frakciju īpatsvars tiek aprēķināts procentos no kopējās parauga masas. Šajā gadījumā augsnes frakciju iedalījums tiek veikts atbilstoši N. Kačinska ieteiktajai shēmai.

Darba gaita

1. No gaissausi izžāvētiem, taču iepriekš nesmalcinātiem paraugiem atdala augu saknes un citus piemaisījumus.
2. Nosver aptuveni 150 līdz 250 g (precizitāte ± 0.1 g) augsnes (atkarībā no skeleta daudzuma paraugā), saberž to porcelāna piestā ar koka vai gumijas piestalu un izsijā caur **1 mm sietu**. Augsni, kas palikusi uz sieta, berž un sijā atkārtoti.
3. Uz sieta palikušo nesaberžamo daļu nosver (iegūst augsnes skeleta masu).
4. Augsnes skeleta masu izsijā caur **3 mm sietu**, un nosver virs sieta esošo **grants (>3 mm)** frakciju un atsijāto **rupjas smilts (1–3 mm)** frakciju.
5. Augsnes skeletam nosaka karbonātu klātbūtni. Petri trauciņā ieber saberzta skeleta daļiņas un tās aplej ar 10% HCl. Gāzes burbulīšu izdalīšanās vai putošanās liecina par karbonātu klātbūtni.
6. Aprēķina katras frakcijas īpatsvaru procentos no parauga kopējās masas.

Rezultātu noformēšana

Parauga masa, g	Augsnes skelets (>1 mm)		Rupja smilts (1–3 mm)		Grants (>3 mm)	
	masa, g	%	masa, g	%	masa, g	%

Rezultātu interpretācija

1. Nosakiet augsnes skeletainības pakāpi procentuāli no gaissausa parauga masas!
2. Novērtējiet skeleta daļiņu formu un izmērus, dodiet vērtējumu par iespējamo cilmieža izcelsmi!
3. Vai augsnes skeleta daļiņas satur karbonātus, un ko tas liecina par cilmiezi?
4. Dodiet iespējamo augsnes agronomisko īpašību prognozi!

2. GAISSAUSAS AUGSNES MITRUMA NOTEIKŠANA

Gaissausas **augsnes mitrums** ir ūdens, kas uz augsnes daļiņām atrodas adsorbētā (cieši saistītā) veidā un ir līdzsvarā ar telpā esošo relatīvo gaisa mitrumu¹. Tā daudzumu nosaka, paraugu žāvējot 105 °C temperatūrā. Augsnes sausais atlikums, kas paliek pēc žāvēšanas, ir augsnes sause; dažkārt lieto nosacītu apzīmējumu – absolūti sausas augsnes masa.

Darba pamatojums. Gaissausas augsnes paraugu žāvē 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai. Par nemainīgu masu pieņem stāvokli, kad žāvēšanas procesā masas atšķirība starp diviem atkārtotiem svērumiem (ar 4 stundu žāvēšanas laiku starp tiem) nepārsniedz 0.1% no pēdējā svēruma augsnes masas. Lai izzāvētu augsnes paraugu līdz nemainīgai masai, parasti vajadzīgas vismaz 16–24 stundas. Mitruma saturu aprēķina kā starpību starp augsnes iesvara masu pirms un pēc parauga žāvēšanas.

Darba gaita

1. Nosver (precizitāte ±0.0001 g) iepriekš izkarsētu alumīnija sverglāzīti ar vāciņu.
2. Sverglāzītē ieber aptuveni 10 g augsnes, uzliek vāciņu un sverglāzīti ar augsni nosver.
3. Sverglāzītei noņem vāciņu, un tos abus novieto žāvējamā skapī. Žāvē 105 °C temperatūrā 3.5 stundas.
4. Pēc žāvēšanas sverglāzītei uzliek vāciņu un izņem no žāvējamā skapja, ieliek eksikatorā, atdzesē apmēram 15 minūtes un nosver.
5. Žāvēšanu un svēršanu atkārto 2–3 reizes, kamēr augsnes un sverglāzītes masa pēc atdzesēšanas praktiski nemainās.

Gaissausas augsnes mitrumu aprēķina pēc formulas:

$$W = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} \times 100,$$

kur W – gaissausas augsnes mitrums, %;
 m_1 – gaissausas augsnes un sverglāzītes masa, g;
 m_2 – izzāvētas (absolūti sausas) augsnes un sverglāzītes masa, g;
 m_0 – sverglāzītes masa, g.

Absolūti sausas augsnes masu gaissausā iesvarā aprēķina pēc formulas:

$$m_{as} = \frac{m_g \times (100 - W)}{100},$$

kur m_{as} – analīzei ņemtās absolūti sausas augsnes masa, g;
 m_g – gaissausas augsnes iesvars, g;
 W – gaissausas augsnes mitrums, %.

¹ Gais sausas augsnes mitrums vienam un tam pašam paraugam var mainīties atkarībā no apstākļiem, kādos tas tiek uzglabāts (sausā un siltā vai mitrā, vēsā telpā).

Augsnes ķīmiskās analīzes parasti veic, izmantojot gaissausu augsni. Lai analīžu rezultātus pārrēķinātu uz absolūti sausu augsni, lieto augsnes **mitruma koeficientu**. To aprēķina pēc formulas:

$$K_{H_2O} = \frac{100}{100 - W},$$

kur K_{H_2O} – augsnes mitruma koeficients;
 W – gaissausas augsnes mitrums, %.

Rezultātu noformēšana

Sverglāzītes masa, g	Sverglāzītes un augsnes masa, g		Gaissausas augsnes mitrums, %	Absolūti sausas augsnes masa gaissausā iesvarā, g	Mitruma koeficients
	pirms žāvēšanas	pēc žāvēšanas			

Rezultātu interpretācija

1. Novērtējiet sauses un mitruma saturu gaissausas augsnes paraugā!
2. Salīdziniet gaissausas un absolūti sausas augsnes masu parauga iesvarā!

3. MAKSIMĀLĀ HIGROSKOPISKĀ MITRUMA NOTEIKŠANA

Higroskopiskais mitrums raksturo vienu no augsnes hidrofizikālajām īpašībām – spēju piesaistīt ūdens tvaikus no atmosfēras un tos cieši adsorbēt uz cietdaļiņu virsmas. Augi nav spējīgi to izmantot (uzņemt), taču higroskopiskais mitrums kā noteikts komponents raksturo kopējo augsnes ūdens stāvokli un dinamiku noteikta sastāva augsnei. Netieši šo rādītāju var izmantot, pieņemot, ka augi praktiski sāk vīst, ja augsnē ūdens daudzums līdzinās apmēram divkārtšam maksimālajam higroskopiskā ūdens daudzumam.

Darba pamatojums. Maksimālais higroskopiskais mitrums – maksimālais ūdens daudzums, ko augsne var adsorbēt no gaisa, kas ir gandrīz piesātināts ar ūdens tvaikiem. To visbiežāk nosaka, paraugus novietojot virs 10% H₂SO₄ šķīduma, virs kura gaisa relatīvais mitrums veido 96%, vai arī virs piesātināta K₂SO₄ šķīduma (gaisa relatīvais mitrums 98%) un ļaujot iestāties mitruma līdzsvara stāvoklim starp augsni un virs tās esošo atmosfēru. Augsnes maksimālā higroskopiskā mitruma vērtība ir atkarīga no augsnes organiskās vielas satura un mineralogiskā un granulometriskā sastāva un var svārstīties relatīvi plašās robežās.

Darba gaita

1. Iepriekš izžāvētā un uz analītiskajiem svāriem kopā ar vāciņu nosvērtā alumīnija sverglāzītē ieber aptuveni 10 (smilšmāla, māla paraugiem) vai 20 (smilts, mālsmilts paraugiem) gramus (precizitāte ±0.01 g) saberztas un caur 1 mm sietu izsijātas augsnes.
2. Sverglāzīti ievieto eksikatorā, kura apakšējā daļā iepriekš ir ieliets 10% H₂SO₄ šķīdums (blīvums 1.067 g cm⁻³). Lai novērstu rasas veidošanos uz eksikatora sienām, to novieto vietā, kur nenotiek krāsas temperatūras svārstības.
3. Pēc 4–5 dienām sverglāzīti izņem no eksikatora, nosedz ar vāciņu un nosver uz analītiskajiem svāriem. Ja trauciņa vāciņš ir aprasojis, to pirms svēršanas nosusina ar filtrpapīru.
4. Pēc nosvēršanas alumīnija trauciņam noņem vāciņu un to no jauna ievieto eksikatorā.
5. Turpmākos parauga svērumus veic ik pēc 3–4 dienām. Ja parauga masa laika posmā starp iepriekšējo un kārtējo svērumu nepalielinās vairāk par 0.005 g, uzskata, ka augsne ir maksimāli piesātināta un sasniedz maksimālo higroskopisko mitrumu.
6. Trauciņu ar augsni žāvē termostatā 105 °C temperatūrā līdz nemainīgai masai.
7. Augsnes maksimālo higroskopisko mitrumu aprēķina pēc formulas:

$$W_m = \frac{A - B}{B - C} \times 100,$$

kur W_m – maksimālais higroskopiskais mitrums, %;
 A – ar ūdens tvaikiem piesātinātas augsnes un sverglāzītes masa, g;
 B – augsnes un sverglāzītes masa pēc žāvēšanas termostatā līdz nemainīgai masai, g;
 C – sverglāzītes masa, g.

Rezultātu noformēšana

Parauga numurs	Sverglāzītes masa, g	Augsnes piesātināšanas ilgums, dienas	Trauciņš + augsne pēc piesātināšanas	Trauciņš + augsne pēc žāvēšanas, g	Maksimālais higroskopiskais mitrums, %

Rezultātu interpretācija

1. Dodiet salīdzinošu augsnes maksimālā higroskopiskā mitruma vērtējumu!
2. Kāda ir atšķirība starp gaissausas augsnes mitrumu un augsnes maksimālo higroskopisko mitrumu? Kuram viena un tā paša parauga rādītājam būtu jābūt skaitliski lielākam? Slēdzienus veiciet, balstoties uz analīžu metodikas aprakstu!
3. Raksturojiet aptuveno vīšanas mitruma saturu augsnē, izsakot to dažādās mērvienībās – kā gravimetrisko (θ_g) un kā volumetrisko (θ_v) augsnes mitruma saturu! Augsnes tilpummasas vērtējumu skat. ADA, 82.–84. lpp.

4–1. AUGSNES CIETĀS FĀZES BLĪVUMA NOTEIKŠANA

Šķidrums piknometrs

Augsnes cietās fāzes blīvums ir absolūti sausas augsnē cietās fāzes (augsnes bez porām) masas attiecība pret ūdens (4 °C) masu. Atkarīgs no augsnē mineralogiskā un petrogrāfiskā (iežu) sastāva un organisko vielu daudzuma augsnē. Augsnēm ar zemu organisko vielu saturu aramkārtā augsnē cietās fāzes blīvums parasti svārstās 2.50–2.65 g cm⁻³ robežās. Trūda un kūdras blīvums ir ievērojami mazāks, aptuveni 1.25–1.80 g cm⁻³, tāpēc minerālaugsnēm ar augstu organiskās vielas saturu aramkārtā augsnē cietās fāzes blīvums parasti nepārsniedz 2.30–2.40 g cm⁻³. Augšņu dziļākajos, īpaši iluviālajos, horizontos, kur ir augstāks dzelzs, kā arī alumīnija un mangāna sekundāro minerālu saturs, augsnē cietās fāzes blīvums var sasniegt 2.70–2.80 g cm⁻³.

Darba pamatojums. Lai noteiktu augsnē cietās fāzes blīvumu, ir jāzina analīzei ņemtā augsnē parauga cietās fāzes masa un tilpums. Augsnē iesvara cietās fāzes tilpumu nosaka pēc ūdens daudzuma, ko šī augsne spēj izspiest no piknometra – ar ūdeni piepildīta, precīzi graduēta trauka. Procedūrai jābūt tādai, lai parauga apstrādes gaitā no augsnē parauga tiktu izspiests viss tajā esošais gaiss un starp augsnē cietajām daļiņām esošās poras tiktu pilnībā piepildītas ar ūdeni.

Darba gaita

- 100 mL piknometru vai līdzīga tilpuma mērkolbu uzpilda līdz zīmei ar vārītu (lai atbrīvotos no ūdenī izšķīdušajām gāzēm) un atdzesētu dejonizētu ūdeni.
- Piknometru no ārpuses nosusina ar filtrpapīru un kopā ar tajā esošo ūdeni nosver (precizitāte ±0.01 g).
- No piknometra izlej apmēram 2/3 tur esošo ūdeni, un ar filtrpapīra palīdzību no iekšpuses nosusina tā kaklu.
- 10–15 g (precizitāte ±0.01 g) smalkzemes uzmanīgi pārnes piknometrā, un pie piknometra sienām pielipušās augsnē daļiņas noskalo ar vārītu dejonizētu ūdeni.
- Piknometra saturu uzkarš līdz vārīšanai un uzmanīgi (nepieļaujot ūdens un augsnē izšķīstīšanos) vāra 30 minūtes, lai atbrīvotos no šķīdumā esošā gaisa. Kolbas saturu atdzesē līdz istabas temperatūrai.
- Piknometru līdz atzīmei uzpilda ar dejonizētu ūdeni, nosusina ar filtrpapīru un nosver.

Augsnes cietās fāzes blīvumu aprēķina pēc formulas:

$$d = \frac{m_{as}}{c + m_{as} - e},$$

kur d – augsnē cietās fāzes blīvums, g cm⁻³;
 m_{as} – analīzei ņemtās absolūti sausas augsnē masa, g (skat. 2. darbu);
 c – piknometra un ūdens masa, g;
 e – piknometra masa ar ūdeni un augsnē, g.

Rezultātu noformēšana

Gaissausas augšnes iesvars, g	Masa, g		Absolūti sausas augšnes iesvars, g	Augsnes cietās fāzes blīvums, g cm ⁻³
	piknometrs + ūdens	piknometrs + ūdens + augšne		

Rezultātu interpretācija

1. Dodiet salīdzinošu augšnes cietās fāzes blīvuma vērtējumu!
2. Novērtējiet iespējamo organisko vielu daudzumu analizētajā augsnē!

4–2. AUGSNES CIETĀS FĀZES BLĪVUMA NOTEIKŠANA

Gaisa piknometrs

Darba teorētisko pamatojumu skat. 4–1. laboratorijas darbā (14. lpp.).

Darba pamatojums. Augsnes paraugs tiek ievietots paraugu konteinerā (metāla cilindrā). Dzīvsudrabam pārvietojoties caurulītē, parauga konteinerā tiek radīts vakuums. Gaiss, kas atrodas porās starp augsnes parauga cietdaļiņām, tiek atsūknēts. Atkarībā no atsūknētā gaisa tilpuma (to rāda dzīvsudraba stabīņa augstums caurulītē) tiek aprēķināts augsnes cietdaļiņu tilpums. Izdalot piknometrā ievietotā parauga masu (gramos) ar atsūknētā gaisa tilpumu, var aprēķināt testējamās vielas blīvumu. Gaisa piknometru var izmantot visa veida cietu vielu blīvuma noteikšanai. Ja augsnes paraugs ir ņemts, neizjaucot tā sakārtu (skat. 7. lpp.), tad vienlaicīgi ar cietās fāzes blīvumu ir iespējams noteikt arī augsnes porainību. Iekārta pirms lietošanas ir jākalibrē. *Iekārtas sagatavošanu darbam un kalibrāciju veic laboratorijas personāls.*

Darba gaita

1. Nosver tukšo parauga ievietošanas konteineru (cilindru) (precizitāte ± 0.01 g).
2. Cilindru (100 cm^3) piepilda līdz augšai ar gaissausu augsni un nosver (precizitāte ± 0.01 g).
3. Līmeņošanas piltuvi nostāda augšējā pozīcijā, bet gaisa palaišanas krānu – 0 pozīcijā.
4. Piepildīto parauga konteineru (cilindru) noslēdz ar iekārtas komplektācijā esošo alumīnija vāku. Cilindru novieto uz mērīšanas plāksnes ar vāku uz leju, raugoties, lai mērīšanas plāksne netiktu piesārņota ar augsni. Nepieciešamības gadījumā slaucīšanai izmanto mīkstu otiņu. Ar skavas rokturi noslēdz paraugu konteineru.
5. Cilindru nosedz ar vakuuma kausu, nostiprina to, izmantojot skrūves mehānismu un griežot to pulksteņrādītāja virzienā. Pievelkot skrūves mehānismu, jāraugās, lai skrūve atrastos vertikāli. Pareizi nostiprināts vakuuma kauss ir nekustīgs, un sarkanā punktveida atzīme uz skrūves roktura virsmas atrodas prom no mērītāja.
6. Pēc dzīvsudraba līmeņa stabilizācijas gaisa palaišanas krānu pārslēdz 1. pozīcijā.
7. Līmeņošanas piltuvi lēnām (cenšoties izvairīties no saraustītām kustībām) nolaīž līdz zemākajai pozīcijai (atdurei). Tiklīdz dzīvsudraba līmenis ir nostabilizējies, var veikt rādījuma lasījumu.
8. Līmeņošanas piltuvi atkal novieto augšējā pozīcijā un gaisa palaišanas krānu pagriež 0 pozīcijā. Mērījums ir veikts.

Augsnes cietās fāzes blīvumu aprēķina pēc formulas:

$$d = \frac{m_{as}}{V_a},$$

kur d – augsnes cietās fāzes blīvums, g cm^{-3} ;
 m_{as} – analīzei ņemtās absolūti sausas augsnes masa, g (aprēķinu skat. 2. darba aprakstā);
 V_a – augsnes cietās fāzes tilpums, cm^3 .

Rezultātu noformēšana

cilindrs	Masa, g			Augsnes cietās fāzes tilpums, cm^3	Augsnes cietās fāzes blīvums, g cm^{-3}
	augzne + cilindrs	gaissausa augzne	absolūti sausa augzne		

Rezultātu interpretācija

1. Dodiet salīdzinošu augsnes cietās fāzes blīvuma vērtējumu!
2. Novērtējiet iespējamo organisko vielu daudzumu analizētajā augsnē!

5-1. KARBONĀTU VOLUMETRISKA NOTEIKŠANA AR KALCIMETRU

Karbonāti ir ogļskābes sāļi, kas labi reaģē ar stiprām skābēm, izdalot karbonātu daudzumam stehiometrisku² ogļskābās gāzes daudzumu. Augsnē karbonāti atrodas iežu un minerālu veidā vai arī citu iežu sastāvā. Karbonāti augsnē galvenokārt ir ūdenī maz šķīstošos savienojumos ar kalciju un magniju (kaļķakmens – CaCO_3 ; dolomīts – $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$; kalcīts – CaCO_3 u.c.).

Darba pamatojums. Volumetriski karbonātu saturu augsnē nosaka pēc ogļskābās gāzes tilpuma, kas izdalās reakcijā ar sālsskābi:



Reakcijā radušos ogļskābo gāzi uztver graduētā traukā un izmēra tās tilpumu. Izdalītais ogļskābās gāzes tilpums ir tieši proporcionāls karbonātu saturam augsnē. Augsnes karbonātu daudzumu pārrēķina nosacīta savienojuma – CaCO_3 – veidā, izmantojot pārrēķinu koeficientu.

Darba gaita

1. Nosver 2–5 g (precizitāte ± 0.0001 g) smalkzemes (atkarībā no prognozētā CaCO_3 satura – mazāks iesvars augsnei ar lielāku karbonātu saturu un otrādi) un to pārnēs karbonātu sadalīšanas pudelē.
2. Karbonātu sadalīšanas pudelē uzmanīgi, lai neizlītu skābe, ievieto mēģeni, kurā ielieti 7–8 mL 15% HCl šķīduma. Pudeli noslēdz ar aizbāzni un pievieno kalcimetram.
3. Ūdens līmeni abos kalcimetra cilindros noregulē pie 100 mL iedaļas. (Ja, mainot ūdens līmeņa regulējamās pudeles augstumu, ūdens līmenis noslīd zem 100 mL iedaļas, tad kalcimetrs nav hermētiski noslēgts un jānovērš gaisa ieplūde.)
4. Atverot apakšējo krānu, no kreisā cilindra izlaiž 20–30 mL ūdens, un krānu atkal noslēdz.
5. Pagāžot uz sāniem karbonātu sadalīšanas pudeli, sālsskābi no mēģenes uzlej augsnei.
6. Pudeles saturu periodiski saskalo. (Lai spiediens neietekmētu CO_2 , ūdens līmenim kreisajā cilindrā jāatrodas zemāk nekā ogļskābo gāzi uztverošajā cilindrā.)
7. Kad izdalītās CO_2 tilpuma palielināšanās vairāk nav konstatējama, paceļ ūdens līmeņa regulējamo pudeli tā, lai ūdens līmeņi cilindros un pudelē būtu vienādā augstumā.
8. Aptuveni pēc 10 minūtēm, kad karbonātu sadalīšanas pudele atdzisis, uz cilindra nolasa izdalītās ogļskābās gāzes tilpumu.
9. Izmēra gaisa temperatūru un atmosfēras spiedienu laboratorijā, un pēc Finkenera tabulas (3. pielikums) nolasa 1 mL CO_2 atbilstošo CaCO_3 masu.

² Stehiometriskās attiecības – attiecības (proporcijas), kas ķīmiskā savienojumā eksistē starp elementārobjektu, kuri savukārt veido sarežģītākus elementārobjektus, un šīs attiecības ir spēkā arī tad, kad noris ķīmiskas reakcijas.

Kalcija karbonāta saturu gaissausā augsnē aprēķina pēc formulas:

$$CaCO_3 = \frac{F \times V}{m \times 10},$$

- kur $CaCO_3$ – karbonāti augsnē, %;
 F – Finkenera tabulā nolasītais koeficients;
 V – izdalītais CO_2 tilpums, mL;
 m – gaissausas augsnes iesvars, g.

Rezultātu noformēšana

Augsnes iesvars, g	CO_2 tilpums, mL	Apkārtējās vides		Finkenera koeficients, F	$CaCO_3$, %	
		temperatūra, °C	spiediens, mm		gaissausā augsnē	absolūti sausā augsnē

Rezultātu interpretācija

1. Novērtējiet $CaCO_3$ saturu augsnē (**ADA**, 71.–72. lpp.)!
2. Raksturojiet analītiski iegūtā karbonātu satura kopsaisti ar augsnes diagnostiku un klasifikāciju (skat. **ADA**, 72. un 123.–129. lpp.)!
3. Iegūto $CaCO_3$ saturu pārrēķiniet kā Ca, izsakot to $mg\ kg^{-1}$ augsnes (pārrēķinus skat. **ĢAA**, 86.–87. lpp.)!

5-2. KARBONĀTU VOLUMETRISKA NOTEIKŠANA AR KALIBRĒTU KALCIMETRU

Darba teorētisko pamatojumu skatīt 5-1. laboratorijas darbā (18. lpp.).

Darba pamatojums. Volumetriski karbonātu saturu augsnē nosaka pēc ogļskābās gāzes tilpuma, kas izdalās reakcijā ar sālsskābi:



Reakcijā radušos ogļskābo gāzi uztver graduētā traukā un izmēra tās tilpumu. Izdalītais ogļskābās gāzes tilpums ir tieši proporcionāls karbonātu saturam augsnē.

Darba gaita

A. Analīzei prognozējamā augsnes iesvara noteikšana. Petri trauciņā nelielam augsnes parauga daudzumam pievieno 1 mL 4 M HCl šķīduma. Pēc reakcijas intensitātes prognozē karbonātu satura noteikšanai ņemamo augsnes iesvaru.

Reakcijas intensitāte	Iesvars, g
Reakcija praktiski nemanāma	10
Gāzes izdalīšanās ātri izbeidzas	5
Gāzes izdalīšanās spēcīga un ilgstoša	2.5
Gāzes izdalīšanās ļoti intensīva un ilgstoša	1

B. Kalcimetra kalibrēšana (veic laboratorijas personāls)

- Nosver 0.2 g un 0.4 g CaCO₃ (precizitāte ±0.001 g) un to pārnes koniskajās kolbās. Pievieno 20 mL dejonizēta ūdens.
- Divās mēģenēs ielej pa 7 mL 4 M HCl. Ar pincetes palīdzību mēģenes uzmanīgi ievieto kolbās ar izšķīdināto CaCO₃.
- Kolbas rūpīgi pievieno kalcimetram.
- Ūdens līmeni kalcimetra bīretē, izmantojot aparāta bufertvertni, pazemina par 3 mL. Augšējo krānu pagriež un atstāj horizontālā stāvoklī.
- Kolbu sakustinot, mēģenē esošo sālsskābi izlej, un tā sajaucas ar CaCO₃ šķīdumu. Izdalās CO₂, un ūdens līmenis bīretē pazeminās.
- Analīzes gaitā seko līdzī, lai ūdens līmenis bufertvertnē visu laiku atrastos 3 mL zemāk par ūdens līmeni bīretē.
- Kolbas saturu nepārtraukti maisa, līdz ūdens līmenis bīretē vairs nepazeminās.
- Nolasa bīretes rādījumu, kas atbilst reakcijas gaitā izdalītajam CO₂ tilpumam.

C. Augsnes parauga analīze

1. Nosver iepriekš noteikto prognozējamo augsnes iesvaru (skat. iepriekš), pārnes to koniskajā kolbā un pievieno 20 mL dejonizēta ūdens.
2. Mēģenē ielej 7 mL 4 M HCl, un to ar pinceti uzmanīgi ievieto kolbā.
3. Secīgi veic visas darbības līdzīgi kā kalibrējot kalcimetru (punkti 3.–8.).

CaCO₃ saturu augsnes paraugā aprēķina, izmantojot formulu:

$$CaCO_3 = \frac{m_2 \times V_1}{m_1 \times V_2} \times 100,$$

- kur CaCO₃ – karbonātu saturs augsnē, %;
 V₁ – CO₂ tilpums, kas izdalās, analizējot augsnes paraugu, mL;
 V₂ – vidējais CO₂ tilpums, kas izdalās reakcijā ar CaCO₃ iesvariem, mL;
 m₁ – augsnes iesvars, g;
 m₂ – vidējā divu CaCO₃ iesvaru masa, kas izmantota kalcimetra kalibrēšanai, g.

Rezultātu noformēšana

Augsnes iesvars, g	Augsnes analizē izdalītais CO ₂ tilpums, mL	Kalcimetra kalibrēšanā izdalītais CO ₂ tilpums, mL			CaCO ₃ saturs, %	
		no 0.2 g CaCO ₃	no 0.4 g CaCO ₃	vidējais	gaissausā augsnē	absolūti sausā augsnē

Rezultātu interpretācija

1. Novērtējiet CaCO₃ saturu augsnē (**ADA**, 71.–72. lpp.)!
2. Raksturojiet analītiski iegūtā karbonātu satura kopsaisti ar augsnes diagnostiku un klasifikāciju (skat. **ADA**, 72. un 123.–129. lpp.)!
3. Iegūto CaCO₃ saturu pārrēķiniet kā Ca, izsakot to mg kg⁻¹ augsnes (pārrēķinus skat. **ĢAA**, 86.–87. lpp.)!

5-3. KARBONĀTU NOTEIKŠANA ACIDIMETRISKI

Acidimetrija ir tilpumanalīzes metode, kurā kā titrantu izmanto precīzas koncentrācijas skābes šķīdumu. Karbonātu reakcijā ar skābi tiek patērēts karbonātu daudzumam stehiometrisks skābes daudzums. Nosakot augsnes karbonātus, zināms skābes daudzums tiek patērēts arī, lai augsnes adsorbcijas kompleksā aizvietotu bāziskos katjonus. Tādējādi acidimetriski augsnē nosaka brīvo karbonātu (reaģētspējīgo, vāji kristalizēto) un adsorbēto bāzu summāro daudzumu.

Darba pamatojums

Karbonātu noteikšanai izmanto attitrēšanas metodi. Augsnes paraugu apstrādā ar noteiktu tilpumu precīzas koncentrācijas sālskābes šķīduma. Sālskābe reaģē ar augsnē esošajiem brīvajiem karbonātiem atbilstoši šādai reakcijai:



kā arī ūdeņraža katjoni aizvieto augsnes adsorbcijas kompleksā saistītos bāziskos katjonus:



Sālskābes daudzumu, kas nav izreaģējis (neitralizēts) ar augsnes brīvajiem karbonātiem vai arī nav patērēts bāzisko katjonu nomainībai augsnes adsorbcijas kompleksā, nosaka, attitrējot to ar precīzas koncentrācijas nātrija sārma šķīdumu. Ņemot vērā reakcijā ar augsnes karbonātiem un bāzēm patērēto sālskābes daudzumu, aprēķina karbonātu saturu augsnē.

Darba gaita

1. Nosver 2–5 g (precizitāte ± 0.0001 g) gaissausas augsnes atkarībā no prognozējamā karbonātu satura un to pārnes 750 mL kolbā.
2. Uzlej 250 mL 0.1 M HCl (ja augsne ar 10% HCl reaģē vāji) vai 0.2 M HCl (ja augsne ar 10% HCl reaģē intensīvi) un atstāj uz 24 stundām.
3. Pārbauda šķīduma reakciju ar universāllindikatoru vai lakmusa indikatorpapīru.
4. Ja reakcija ir bāziska vai tuvu neitrālai, atkārtoti pielej 100 līdz 200 mL (precīzu tilpumu) tādas pašas koncentrācijas HCl kā darba sākumā un atkal atstāj uz 24 stundām (ieteicams ik pa brīdim kolbu saskalināt).
5. Ja šķīduma reakcija kļuvusi skāba, augsnes izvilkumu filtrē caur kroku filtru.
6. Ar mērpipeti ņem 25 mL filtrāta, pārnes to 250 mL kolbā, piepilina 2–3 pilienus indikatora metilsarkanā un titrē ar 0.1 M vai 0.2 M (atbilstoši izmantotās HCl koncentrācijai) NaOH šķīduma, līdz sarkanīgā krāsa pāriet bāli dzeltenā.

Karbonātu (CaCO_3) saturu gaissausā augsnē aprēķina pēc formulas:

$$X = \frac{(V_{\text{HCl}} \times c_{\text{HCl}} - V_{\text{NaOH}} \times c_{\text{NaOH}}) \times M_{\text{CaCO}_3}}{2 \times 10 \times B},$$

- kur X – CaCO_3 saturs augsnē, %;
 V_{HCl} – augsnes paraugam uzlietā HCl šķīduma tilpums, mL;
 c_{HCl} – augsnes paraugam uzlietā HCl šķīduma koncentrācija, mol L⁻¹;
 V_{NaOH} – titrēšanai patērētais NaOH šķīduma tilpums, mL;
 c_{NaOH} – NaOH šķīduma koncentrācija, mol L⁻¹;
 M_{CaCO_3} – CaCO_3 molmasa, g mol⁻¹;
 B – augsnes masa, kas atbilst titrēšanai ņemtajam filtrāta tilpumam, g.

Rezultātu noformēšana

Augsnes iesvars, g	Uzlieta HCl , mL	Paņemts filtrāts titrēšanai, mL	B, g	Titrēšanai izlietotais NaOH , mL	CaCO_3 augsnē, %	
					gais- sausā	absolūti sausā

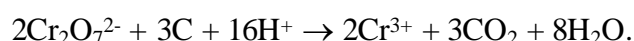
Rezultātu interpretācija

1. Pārrēķiniet CaCO_3 saturu uz Ca koncentrāciju cmol(+) kg⁻¹ augsnes (**AM**, 15.–19. un 139. lpp.)!
2. Salīdziniet ar acidimetrisko metodi noteikto CaCO_3 (cmol(+) kg⁻¹ augsnes) ar apmaiņas bāzu summu S (cmol(+) kg⁻¹)! Dodiet vērtējumu!
3. Salīdziniet un raksturojiet – vai volumetriskās metodes rezultāti atšķiras no acidimetriskās metodes rezultātiem? Ar ko tas skaidrojams?
4. Raksturojiet – vai apkārtējās vides temperatūra un atmosfēras spiediens var ietekmēt volumetriskās metodes rezultātus? Kāpēc?

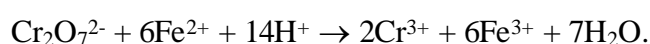
6. HUMUSA SATURA NOTEIKŠANA UN TĀ KRĀJUMU APRĒĶINĀŠANA AUGSNĒ

Humuss (trūdivielas) ir specifiski lielmolekulāri slāpekli saturoši organiskie savienojumi, kas sintezējas, mikrobioloģisko procesu rezultātā pārveidojoties augsnes organiskajām vielām.

Darba pamatojums. Kālija dihromāts $K_2Cr_2O_7$ skābā vidē katalizatoru klātbūtnē oksidē augsnes organiskajās vielās esošo oglekli līdz CO_2 , bet pats reducējas līdz $Cr_2(SO_4)_3$ atbilstoši šādai shēmai:



Neizreagējušo kālija dihromātu attitrē ar Mora sāls $[(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O]$ šķīdumu:



Pēc izreagējušā kālija dihromāta daudzuma aprēķina organiskā oglekļa saturu un tam atbilstošo humusa saturu augsnē. Metode ir izmantojama augšņu paraugiem, kuros humusa saturs nepārsniedz 10%. Šo metodi sauc arī tā izstrādātāja I. Tjurina vārdā.

Darba gaita

1. No smalkzemes parauga izlasa redzamās augu saknes u.c. organiskos piemaisījumus.
2. Paraugu smalki saberž porcelāna pietā ar porcelāna pietalu un izsijā caur 0.25 mm sietu.
3. Uz analītiskajiem svariem atkarībā no organisko vielu satura nosver 0.1–0.5 g (precizitāte ± 0.0001 g) augsnes, ieber 100 mL koniskajā kolbā un kolbu marķē.
4. Ar pipeti augsnei uzlej 10 mL 0.067 M $K_2Cr_2O_7$ šķīduma sērskābē. Kolbas saturu rūpīgi saskalo, un tai uzliek stikla ūdens dzesētāju. Kolbu uz elektriskās plītiņas uzsilda un uzmanīgi vāra 5 minūtes.
5. Kolbas saturu atdzesē un kvantitatīvi pārnes 500 mL kolbā, pārskalojot ar nelielām dejonizētā ūdens porcijām. Skalojot jāraugās, lai kopējais šķīduma tilpums nepārsniegtu 150–200 mL.
6. Šķīdumam pievieno 1 mL 85% H_3PO_4 un 10 pilienus difenilamīna.
7. Titrē ar 0.2 M Mora sāls šķīduma, intensīvi maisot. Šķīduma brūnā krāsa titrējot pakāpeniski pāriet violetā, zilā un ekvivalences punktā mainās uz zaļu vai pelēkzaļu.
8. Paralēli veic tukšo noteikšanu (“aklo analīzi”): 10 mL 0.067 M $K_2Cr_2O_7$ šķīduma ar pipeti pārnes 500 mL kolbā, pielej dejonizēto ūdeni līdz 150 mL tilpumam, pievieno 1 mL 85% H_3PO_4 un 10 pilienus difenilamīna un titrē ar 0.2 M Mora sāls šķīduma.

Humusa saturu augsnē var aprēķināt, izmantojot Iščerekova koeficientu, kas rāda, ka katrs mL 0.2 M Mora sāls šķīduma atbilst 0.0010362 g humusa. Aprēķinam izmanto formulu:

$$h = \frac{(V_0 - V_1) \times 0.0010362 \times 100}{m},$$

- kur h – humusa saturs augsnē, %;
 V_0 – 10 mL 0.067 M $K_2Cr_2O_7$ titrēšanai patērētais 0.2 M Mora sāls tilpums, mL;
 V_1 – augsnes parauga titrēšanai patērētais 0.2 M Mora sāls tilpums, mL;
 m – gaissausas augsnes iesvars, g.

Pēc humusa satura un augsnes apmaiņas skābuma var aprēķināt aptuvenu kopējā slāpekļa saturu augsnē, izmantojot formulu:

$$y = (0.0762x^3 - 1.54x^2 + 10.7x - 20.3) \times 0.01 \times h,$$

- kur y – $N_{kop.}$ saturs augsnē, %;
 x – augsnes apmaiņas skābums pH KCl;
 h – humusa saturs augsnē, %.

Rezultātu noformēšana

Gaissausas augsnes iesvars, g	Patērētā 0.2 M Mora sāls šķīduma tilpums, mL		Humusa saturs, %		Aptuvenais N saturs augsnē, %
	10 mL 0.067 M $K_2Cr_2O_7$ titrēšanai (V_0)	parauga titrēšanai pēc trūdvielu oksidēšanas (V_1)	gaissausā augsnē	absolūti sausā augsnē	

Rezultātu interpretācija

1. Izsakiet iegūtos rezultātus uz organisko oglekli ($C_{org.}$)! Norādes skat. **ADA**, 73.–74. un 157. lpp.
2. Raksturojiet analītiski iegūtā humusa satura kopsaisti ar augsnes diagnostiku un klasifikāciju (skat. **ADA**, 74. un 123.–129. lpp.)!
3. Ņemot vērā granulometriskā sastāva grupu un humusa (trūdvielu) saturu, nosakiet aptuvenu augsnes tilpummasu (skat. **ADA**, 84. lpp.; **AM**, 140. lpp.)!
4. Nosakiet augsnes nodrošinājumu ar trūdvielām (skat. **AM**, 142. lpp.)!
5. Aprēķiniet humusa un slāpekļa masu augsnes virsējā slānī noteiktā platībā (slāņa biezumu un platību precizē pasniedzējs)! Norādes aprēķinam skat. **AM**, 22.–25. lpp.

7. ORGANISKO VIELU SATURA NOTEIKŠANA AR PĀRPELNOŠANAS METODI

Augsnes organiskā viela paaugstinātā temperatūrā gaisa skābekļa klātbūtnē sadeg (oksidējas), veidojot gāzveida produktus. Nesadegušajā daļā jeb pelnos paliek augsnes minerālā daļa. Atbilstoši šai metodei tiek noteiktas visas augsnē esošās organiskās vielas, gan tās, kas ir jau humificējušās (humuss), gan humifikācijas starpprodukti (daļēji humificēta organiskā viela), gan arī vēl nepārveidots detrits.

Darba pamatojums. Augsnes paraugu karsē mufelkrāsnī temperatūrā, kas nepārsniedz 600 °C. Ja augsne satur karbonātus (it īpaši MgCO₃) un hlorīdus, precīzus rezultātus ar šo metodi nevar iegūt, jo augstā temperatūrā šie savienojumi sadalās, radot papildus masas zudumus. Vienlaicīgi darba gaitā jānosaka augsnes higroskopiskais mitrums. Tas jāatņem no kopējā zuduma, kas radies, augsnes paraugu karsējot. Metodi izmanto augsnēm, kurās organisko vielu saturs pārsniedz 15%, jo tad iepriekš aprakstītā metode (Nr. 6) nav piemērojama.

Darba gaita

1. 2–5 g (atkarībā no organisko vielu satura) smalkzemes nosver uz analītiskajiem svariem (precizitāte ±0.0001 g).
2. Augsni pārnes iepriekš izkarsētā, atdzesētā un nosvērtā tīģelī.
3. Tīģeli ar augsni uzliek uz elektriskās plītiņas un pārogle.
4. Pārogleto augsni ieliek mufelkrāsnī un karsē, līdz tā pārpelnojas (kļūst gaišāka).
5. Tīģeli no mufelkrāsns izņem, uzliek uz karstumdroša sietiņa, nedaudz atdzesē. Analīzi rūpīgi izmaisa ar tievu platīna adatu un atkārtoti karsē mufelkrāsnī 30 minūtes.
6. Kad augsne pārpelnojusies un, tālāk karsējot, tā vairs neizmainās, tīģeli izņem no mufelkrāsns, nedaudz atdzesē uz karstumdroša sietiņa un ievieto eksikatorā.
7. Paraugu pēc atdzesēšanas nosver. (Sverot pirmo reizi, precīzus rezultātus nav iespējams iegūt, jo tīģelis un pārpelnotā augsne ir ļoti higroskopiski. Karsēšana un svēršana jāatkārto 2–3 reizes.)
8. Paralēli veic augsnes mitruma noteikšanu, karsējot to 105 °C temperatūrā.

Rezultātus aprēķina, izmantojot formulu:

$$OV = \frac{a \times 100 \times K_{H_2O}}{b},$$

kur *OV* – organiskās vielas, %;
a – masas zudums, augsni karsējot mufelkrāsnī, g;
b – gaissausas augsnes iesvars, g;
*K*_{H₂O} – augsnes mitruma koeficients (aprēķinu skat. 2. darba aprakstā).

Augsnes minerālā daļa ir tā augsnes parauga daļa, kas palika tīģelī pēc pārpelnošanas. Tāpēc to var aprēķināt šādi: 100 – *OV*(%) = minerālā daļa, %.

Rezultātu noformēšana

Gaissausas augšnes iesvars, g	Augsnes mitrums, %	Tīģeļa masa, g	Tīģeļa un augšnes masa pēc pārpelnošanas, g	Augsnes organisko vielu saturs, %	Augsnes minerālā daļa, %

Rezultātu interpretācija

1. Izsakiet iegūtos rezultātus (organisko vielu saturu) uz organisko oglekli (C_{org})! Norādes skat. **ADA**, 73.–74. lpp.
2. Raksturojiet analītiski iegūto organisko vielu satura kopsaisti ar augšnes diagnostiku un klasifikāciju (skat. **ADA**, 74. lpp.)!
3. Ņemot vērā granulometriskā sastāva grupu un organisko vielu saturu, nosakiet aptuvenu augšnes tilpummasu (skat. **ADA**, 84. lpp.; **AM**, 140. lpp.).
4. Nosakiet augšnes nodrošinājumu ar organiskajām vielām (skat. **AM**, 142. lpp.)!
5. Aprēķiniet organisko vielu un slāpekļa masu augšnes virsējā slānī noteiktā platībā (slāņa biezumu un platību precīzē pasniedzējs)! Norādes aprēķinam skat **AM**, 22.–25. lpp.

8. AUGSNES AKTĪVĀ UN APMAIŅAS SKĀBUMA NOTEIKŠANA

Augsnes reakciju³ (skābumu) rada augsnes šķīdumā brīvi esošie un adsorbcijas kompleksā saistītie ūdeņraža joni, kā arī tie ūdeņraža joni, kas veidojas skābi radošu katjonu (Al^{3+} , Fe^{3+}) hidrolīzes procesā. Augsnes skābumu parasti izsaka kā negatīvo logaritmu no šo ūdeņraža jonu koncentrācijas un apzīmē ar pH skaitli.

Aktīvo augsnes skābumu (pH H_2O) veido augsnes šķīdumā esošie brīvie ūdeņraža (precīzāk hidroksionija) joni. To nosaka ūdens izvilkumā. Savukārt apmaiņas skābumu (pH KCl) veido augsnes adsorbcijas kompleksā vājāk saistītie ūdeņraža un alumīnija joni. To nosaka, apstrādājot augsni ar nebuferētu hidrolītiski neitrālas sāls (1 M KCl, 0.01 M CaCl_2 vai citu) šķīdumu. **Piezīme: pielietojot šādu noteikšanas metodi, iegūtais rezultāts būs aktīvā un apmaiņas skābuma summa.**

8.1. Augsnes reakcijas noteikšana ar lauka pH-metru

Darba pamatojums. Ar lauka pH-metru augsnes skābumu nosaka, izmantojot krāsu skalu, kas rāda pH vērtību intervālā no 4 līdz 8. Universāлиндикаторs maina krāsu atkarībā no augsnē esošo ūdeņraža jonu koncentrācijas. Nosakot augsnes aktīvo skābumu, izmanto universāлиндикатора ūdens šķīdumu, bet, nosakot apmaiņas skābumu, izmanto universāлиндикатора šķīdumu 1 M kālija hlorīda.

Darba gaita

1. Pārbauda pH-metra tīrību un universāлиндикатора derīgumu, uzpilinot indikatoru uz pH-metra iedobes, – tā krāsai jābūt zaļgandzeltenai, un tā nedrīkst mainīties.
2. Apmēram 0.5 g augsnes ar lāpstiņu ieber pH-metra iedobē, uzlej indikatoru, rūpīgi saskalina.
3. pH-metru paceļ slīpi, lai šķīdums bez augsnes ieplūst pH-metra renīvē.
4. Šķīduma krāsu salīdzina ar krāsu skalu un nosaka pH vērtību.
5. Mērījumus katram paraugam atkārto 3–5 reizes.

8.2. Augsnes reakcijas noteikšana potenciometriski

Darba pamatojums. Potenciometriski augsnes reakciju nosaka, iegremdējot augsnes uzduļķojumā (suspensijā) elektrodu pāri, kas sastāv no stikla elektroda un salīdzināšanas elektroda. Elektrodu pāris veido galvanisko elementu. Potenciālu starpība starp abiem elektrodēm ir atkarīga no ūdeņraža jonu koncentrācijas suspensijā. Galvaniskā elementa elektrodzinējspēka (mV) mērījumu skala aparātam tiek kalibrēta atbilstošās pH vienībās.

³ Vispārējā gadījumā augsnes reakcija ir augsnes skābuma vai bāziskuma pakāpe, kas veidojas atkarībā no hidroksionija jona (H_3O^+) un hidroksiljona (OH^-) savstarpējās attiecības augsnē. Šī darba kontekstā ar terminu “augsnē skābums” tiek apzīmēts arī niecīgs augsnes bāziskums jeb neliels OH^- jonu pārsvars, piemēram, raksturojot augsni, kuras pH skaitlis >7.0 .

Darba gaita

1. Aptuveni 10 g (precizitāte ± 0.01 g) smalkzemes ieber divās 100 mL koniskajās kolbās. Vienā kolbā augsnei uzlej 25 mL 1 M KCl šķīduma (apmaiņas skābuma noteikšanai), otrā – 25 mL dejonizēta ūdens (aktīvā skābuma noteikšanai) un 10 minūtes skalina.
2. Potenciometru pārbauda ar buferšķīdumu, kura pH 6.86.
3. Suspensiju pārlej 50 mL glāzē, tajā iegremdē elektrodus un nolasa pH rādītāju.
Piezīme: mērījums jāveic, neatdalot augsnes daļiņas no šķidruma!

Rezultātu noformēšana

Noteikšanas metode	pH H ₂ O	pH KCl	pH H ₂ O – pH KCl
Ar lauka pH-metru			
Potenciometriski			

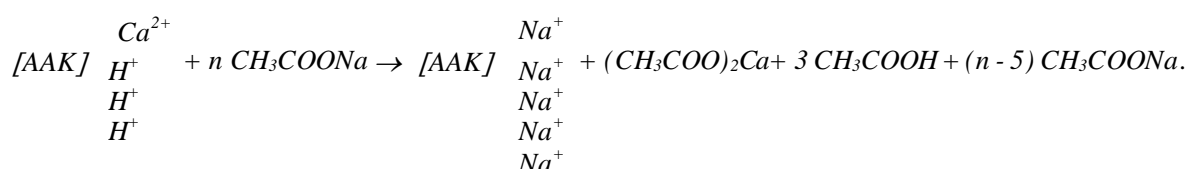
Rezultātu interpretācija

1. Salīdziniet iegūtos aktīvā un apmaiņas skābuma rādītājus! Paskaidrojiet atšķirību iemeslus!
2. Salīdziniet augsnes skābuma vērtības, kas iegūtas ar lauka pH-metru un potenciometriski! Dodiet metožu vērtējumu!
3. Nosakiet, kādai grupai pēc apmaiņas skābuma atbilst analizētā augsne (skat. **ĢAA**, 74. lpp.)!
4. Novērtējiet augsnes reakcijas atbilstību lauksaimniecībā izmantojamai zemei (skat. **AM**, 142. lpp.)!
5. Kā pH KCl rādītājus var izmantot augšņu diagnostikā un klasifikācijā (skat. **ADA**, 73. un 123.–129. lpp.)?

9. HIDROLĪTISKĀ SKĀBUMA NOTEIKŠANA

Augsnes hidrolītiskais skābums ir kopējais augsnes skābums, kuru veido augsnes adsorbcijas kompleksā saistītie un brīvi esošie ūdeņraža un skābes veidojošie joni, kas pāriet hidrolītiski bāziskas sāls šķīdumā, ar kuru tiek apstrādāts augsnes paraugs.

Darba pamatojums. Apstrādājot augsni ar nātrija acetāta šķīdumu (pH ~8.0), izvilkumā pāriet augsnes šķīdumā brīvi esošie (ķīmiski un fizikāli ķīmiski nesaistītie) un augsnes adsorbcijas kompleksā saistītie ūdeņraža un alumīnija joni, kuru vietā ekvivalentā daudzumā stājas nātrija acetāta hidrolīzes procesā radušies Na⁺ joni. Šī procesa norisi var attēlot šādi:



Radušos etiķskābi (CH₃COOH) nosaka, titrējot to ar sārmu, un pēc tās masas aprēķina kopējo augsnes skābumu. Augsnes hidrolītisko skābumu parasti izsaka centimolos kilogramā vai litrā augsnes – cmol(+) kg⁻¹ vai cmol(+) L⁻¹. Šo metodi sauc arī tā izstrādātāja H. Kappena vārdā.

Darba gaita

1. Nosver 20 g (precizitāte ±0.01 g) smalkzemes, to ieber 200–300 mL kolbā un uzlej 50 mL 1 M CH₃COONa šķīduma.
2. Kolbas saturu 1 stundu skalina, pēc tam filtrē caur kroku filtru. Filtrāta pirmās porcijas, ja tās duļķainas, salej atpakaļ izvilkumā.
3. 100 mL kolbā ar pipeti pārnes 25 mL filtrāta, piepilina 1–2 pilienus fenolftaleīna un titrē ar 0.1 M NaOH šķīduma līdz intensīvi noturīgai sārtaī krāsai.

Rezultātu aprēķina pēc formulas:

$$H = \frac{V \times c \times 1.75 \times 100}{B},$$

- kur
- H – hidrolītiskais skābums, cmol(+) kg⁻¹;
 - V – titrēšanai izlietotais 0.1 M NaOH šķīduma tilpums, mL;
 - c – NaOH koncentrācija, mol L⁻¹;
 - B – augsnes masa, kas atbilst titrēšanai ņemtajam filtrāta daudzumam, g;
 - 1.75 – koeficients pārrēķinam uz kopējo skābumu, ko iegūst, veicot atkārtotu augsnes parauga apstrādi ar nātrija acetātu.

Rezultātu noformēšana

Augsnes iesvars, g	Izlietots CH ₃ COONa, mL	Paņemts filtrāts titrēšanai, mL	B, g	Titrēšanai izlietotais 0.1 M NaOH, mL	Hidrolītiskais skābums, cmol(+) kg ⁻¹

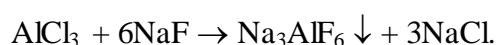
Rezultātu interpretācija

1. Nosakiet, kādai grupai pēc hidrolītiskā skābuma atbilst analizētā augsne (2. pielikums)!
2. Raksturojiet šī rādītāja praktisko pielietojumu!
3. Raksturojiet, kā augsnes hidrolītiskā skābuma rādītājs tiek izmantots citu augsnes īpašību noteikšanai!

10. KUSTĪGĀ ALUMĪNIJA JONU NOTEIKŠANA

Par **kustīgo** (augsnē fizikāli vai ķīmiski cieši nesaistītu) tiek saukts alumīnijs, ko no augsnas adsorbcijas kompleksa šķīdumā spēj izspiest hidrolītiski neitrālas sāls katjoni, kā arī Al^{3+} joni, kas jau atrodas augsnas šķīdumā. Kustīgais alumīnijs augsnēs parasti ir konstatējams, ja $pH\ KCl < 5.0-5.3$, un tas būtiski ietekmē augu augšanu un attīstību. Augsnas veidošanās gaitā sairstot alumosilikātu minerāliem, alumīnijs pāriet augsnas šķīdumā. Al^{3+} jonu pāreju augsnas šķīdumā veicina arī ar mēslojumu augsnē nonākošie K^+ un NH_4^+ joni.

Darba pamatojums. Kustīgo alumīniju nosaka 1 M KCl izvilkumā, kurā no augsnas adsorbcijas kompleksa pāriet apmaiņas skābumu veidojošie H^+ un Al^{3+} joni. Augsnas filtrātam pievienojot NaF šķīdumu, Al^{3+} joni izgulsnējas kompleksas neitrālas sāls Na_3AlF_6 (kriolīta) veidā:



Titrējot augsnas filtrātu (kuram pievienots NaF) ar nātrija sārma šķīdumu, nosaka tikai H^+ jonu radīto apmaiņas skābumu. Savukārt titrējot augsnas filtrātu bez NaF pievienošanas, nosaka kopējo augsnas H^+ un Al^{3+} jonu radīto skābumu. Pēc abu titrējumu starpības aprēķina kustīgā alumīnija daudzumu augsnē. Šo metodi sauc arī tās izstrādātāja A. Sokolova vārdā.

Darba gaita

1. Augsnas izvilkuma gatavošana

- 1.1. Nosver 50 g (precizitāte ± 0.01 g) smalkzemes, ieber 250–300 mL kolbā, uzlej 125 mL 0.1 M KCl šķīduma.
- 1.2. Skalina 1 stundu, filtrē caur kroku filtru.

2. Titrēšana

- 2.1. Divās 100 mL koniskajās kolbās ielej pa 50 mL filtrāta.
- 2.2. Kolbu saturu uzsilda un lēni vāra 5 minūtes.
- 2.3. Vienā kolbā karstajam filtrātam pievieno 2–3 pilienus fenolftaleīna un karstu titrē ar 0.01 M NaOH šķīduma līdz sārtai krāsai, kas neizzūd 15–20 minūšu laikā.
- 2.4. Otrā kolbā esošo filtrātu atdzesē, pievieno 3 mL 3.5% NaF šķīduma, 2–3 pilienus fenolftaleīna un titrē ar 0.01 M NaOH šķīduma līdz vāji sārtai nokrāsai.

Kustīgā alumīnija daudzumu augsnē aprēķina, izmantojot formulu:

$$A = \frac{(a - b) \times c_{NaOH} \times 100}{B},$$

kur A – kustīgā alumīnija daudzums augsnē, $cmol(+) kg^{-1}$;
 a – kopējā apmaiņas skābuma noteikšanai izlietotais 0.01 M NaOH tilpums, mL;
 b – H^+ apmaiņas skābuma noteikšanai izlietotais 0.01 M NaOH tilpums, mL;
 B – augsnas masa, kas atbilst titrēšanai ņemtajam filtrāta daudzumam, g;
 c_{NaOH} – NaOH šķīduma koncentrācija, $mol L^{-1}$.

Rezultātu noformēšana

Augsnes iesvars, g	Paņemts filtrāts titrēšanai, mL	B, g	Titrēšanai izlietotais 0.01 M NaOH, mL		Kustīgais alumīnijs, cmol(+) kg ⁻¹	
			kopējā apmaiņas skābuma noteikšanai	H ⁺ radītā apmaiņas skābuma noteikšanai	gaissausā augsnē	absolūti sausā augsnē

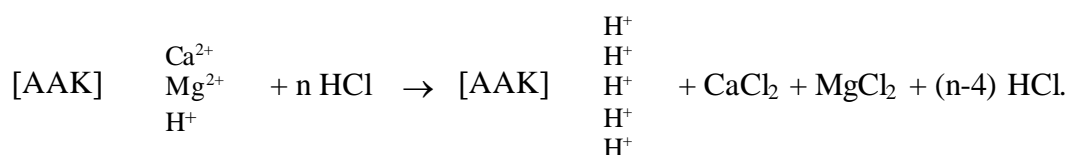
Rezultātu interpretācija

1. Novērtējiet kustīgā alumīnija satura un augsnes reakcijas sakarības analizētajam augsnes paraugam!
2. Raksturojiet kustīgā alumīnija iespējamo ietekmi uz kultūraugiem!

11. ADSORBĒTO BĀZU SUMMAS NOTEIKŠANA

Visus augsnes adsorbcijas kompleksā saistītos katjonus, kas augsnē rada neitrālu vai bāzisku reakciju, sauc par bāziskajiem katjoniem (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ u.c.). Šo katjonu kopējais daudzums augsnes adsorbcijas kompleksā veido adsorbēto bāzu summu. Apmaiņas bāzu summas un hidrolītiskā skābuma rādītāju kopsumu nosacīti var apzīmēt kā **augšnes adsorbcijas kapacitāti**, jo tā raksturo kopējo katjonu daudzumu augsnē, kurus relatīvi viegli var nomainīt augsnes šķīdumā esošie katjoni. Savukārt procentos izteiktu bāzisko katjonu attiecību pret visiem augsnes adsorbcijas kompleksā saistītajiem katjoniem sauc par **piesātinājuma pakāpi ar bāzēm**.

Darba pamatojums. Apstrādājot augsni ar zināmas koncentrācijas sālskābi, noteikts daudzums ūdeņraža jonu tiek izmantots, lai aizstātu adsorbcijas kompleksā saistītos bāziskos katjonus. Procesu var attēlot šādi:



Sālskābes pārpalikumu augsnes izvilkumā nosaka, titrējot to ar sārmu. Pēc apmaiņas reakcijā izlietotā skābes daudzuma aprēķina adsorbēto bāzu summu. Šo metodi sauc arī tās izstrādātāju H. Kappena un Giljkovica vārdā.

Darba gaita

1. Augšnes HCl izvilkuma gatavošana

- 1.1. 20 g (precizitāte ± 0.01 g) smalkzemes ieber 250–300 mL kolbā un uzlej 100 mL 0.1 M HCl šķīduma.
- 1.2. Kolbas saturu skalina 1 stundu, atstāj uz 24 stundām, tad filtrē.

2. HCl pārākuma titrēšana

- 2.1. 50 mL filtrāta pārnes 100 mL koniskajā kolbā, uzkarsē un vāra 1–2 minūtes.
- 2.2. Filtrātam pievieno 1–2 pilienus fenolftaleīna un titrē ar 0.1 M NaOH šķīduma līdz vāji sārtai nokrāsai.

3. Tukšā noteikšana

- 3.1. 50 mL 0.1 M HCl šķīduma pārnes 100 mL koniskajā kolbā, uzkarsē un vāra 1–2 minūtes.
- 3.2. Atkārti punktā 2.2. veiktās darbības.

Rezultātu aprēķina, izmantojot formulu:

$$S = \frac{(V_0 - V_1) \times c \times 100}{B},$$

kur S – adsorbēto bāzu summa, $\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$;
 V_0 – 50 mL 0.1 M HCl titrēšanai patērētais 0.1 M NaOH tilpums, mL;
 V_1 – 50 mL izvilkuma titrēšanai patērētais 0.1 M NaOH tilpums, mL;
 c – titrēšanai lietotā NaOH šķīduma koncentrācija, mol L^{-1} ;
 B – augsnes masa, kas atbilst titrēšanai ņemtā šķīduma daudzumam, g.

Rezultātu noformēšana

Augsnes iesvars, g	Uzliets 0.1 M HCl, mL	Paņemts filtrāts titrēšanai, mL	B, g	Titrēšanai izlietotā 0.1 M NaOH tilpums, mL		Adsorbēto bāzu summa, $\text{cmol}(+) \text{ kg}^{-1}$
				tukšai noteikšanai	izvilkuma m	

Rezultātu interpretācija

1. Nosakiet, kādai grupai pēc adsorbēto bāzu summas atbilst dotā augsne (2. pielikums)!
2. Aprēķiniet augsnes adsorbēšanas kapacitāti un dodiet šī rādītāja vērtējumu!
3. Aprēķiniet piesātinājuma pakāpi ar bāzēm un dodiet tās vērtējumu (2. pielikums)!

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Agroķīmija rokasgrāmata (1978). Sast. A. Pāvule. Rīga: Liesma. 339 lpp.

Ģeoloģija, augsne, agroķīmija (2008): metodiskie norādījumi mācību praksei. 2. pārstr. un papild. izd. A. Kārklīšs, I. Līpenīte, I. Lūse u.c. Jelgava: LLU. 88 lpp.

Kārklīšs A. (2008). *Augsnes diagnostika un apraksts*. Jelgava: LLU, 2008. 336 lpp.

Kārklīšs A., Līpenīte I. (2018, 2019). *Aprēķinu metodes un normatīvi augsnes iekultivēšanai un mēslošanas līdzekļu lietošanai*. Jelgava: LLU. 200 lpp.

Ķīmija īsa rokasgrāmata (1965). Sast. V. Perelmans. Rīga: Liesma. 550 lpp.

Lauksaimniecības analītiskā ķīmija (1965). Prof. K. Bamberga red. Rīga: Liesma. 384 lpp.

Skujāns R., Mežals G. (1960). *Augšņu pētīšana dabā un laboratorijā*. Rīga: LVI. 245 lpp.

Skujāns R., Mežals G. (1964). *Augšņu pētīšana*. Rīga: LVI. 348 lpp.

PIELIKUMI

1. pielikums

PROTOKOLA NOFORMĒŠANAS NOTEIKUMI

Darba autors, protokola numurs, darba nosaukums

LF II kursa studenta Jāņa Bērziņa
laboratorijas darba “Augsnes zinātne”
protokols Nr. 1

AUGSNES SKELETAINĪBAS NOTEIKŠANA

Darba pamatojums

Konspektīvi apraksta darba teorētisko pusi un noteikšanas metodikas pamatojumu. Šajā daļā nav vajadzības mehāniski pārrakstīt darba pamatojumu no metodiskajiem norādījumiem, bet censties studiju gaitā uztvert būtiskāko, lai tā konspekts palīdzētu atrast kopsakarību starp tēmas teorētisko un praktisko daļu.

Analizējamā parauga Nr. vai apzīmējums

Norāda parauga numuru vai apzīmējumu, kas ir saņemts individuālai analīzei.

Darba rezultāti

Noformē atbilstoši paraugam, kas metodiskajos norādījumos tabulas veidā ir dots konkrētā darba aprakstā.

Aprēķini

Uzrāda visus aprēķinus, ar kuru palīdzību ir iegūti rezultāti. Pierakstam jābūt izsekojamam.

Rezultātu interpretācija, secinājumi

Veic analītiskās informācijas interpretāciju un sniedz secinājumus par iegūtajiem rezultātiem.

Darbs izpildīts

Datums, kad izpildīts laboratorijas darbs un sastādīts protokols. Paraksts.

2. pielikums

Augšņu iedalījums grupās pēc hidrolītiskā skābuma, adsorbēto bāzu summas un piesātinājuma pakāpes ar bāzēm

Grupa	Pakāpe	Hidrolītiskais skābums, cmol(+) kg ⁻¹	Adsorbēto bāzu summa, cmol(+) kg ⁻¹	Piesātinājuma pakāpe ar bāzēm, %
1.	Ļoti zema	<2.0	<6.0	<30
2.	Zema	2.1–3.0	6.1–10	30.1–50.0
3.	Vidēja	3.1–4.0	10.1–15.0	50.1–70.0
4.	Paaugstināta	4.1–5.0	15.1–20.0	70.1–90.0
5.	Augsta	5.1–6.0	20.1–30.0	>90.0
6.	Ļoti augsta	>6.0	>30	–

1 mL CO₂ atbilstošais CaCO₃ daudzums miligramos (pēc Finkenera)

Temperatūra, °C	Atmosfēras spiediens, mm															
	742	744.5	747	749	751	753.5	756	758	760	762.5	765	767	769	771	774	776
28	4.041	4.056	4.070	4.085	4.099	4.114	4.128	4.143	4.156	4.166	4.177	4.187	4.197	4.208	4.218	4.228
27	4.055	4.070	4.085	4.099	4.114	4.129	4.143	4.158	4.169	4.179	4.190	4.200	4.211	4.227	4.232	4.242
26	4.069	4.084	4.098	4.114	4.129	4.144	4.158	4.172	4.183	4.193	4.204	4.214	4.225	4.236	4.247	4.253
25	4.083	4.098	4.113	4.128	4.143	4.158	4.172	4.186	4.197	4.208	4.219	4.230	4.241	4.252	4.262	4.263
24	4.097	4.112	4.127	4.142	4.157	4.172	4.186	4.200	4.211	4.222	4.233	4.244	4.255	4.266	4.277	4.288
23	4.111	4.126	4.141	4.156	4.171	4.186	4.200	4.214	4.226	4.237	4.248	4.259	4.270	4.281	4.292	4.303
22	4.125	4.140	4.155	4.170	4.185	4.200	4.214	4.228	4.240	4.252	4.263	4.279	4.284	4.296	4.307	4.318
21	4.139	4.154	4.169	4.184	4.199	4.214	4.229	4.243	4.255	4.267	4.279	4.290	4.301	4.312	4.322	4.333
20	4.153	4.169	4.184	4.199	4.214	4.229	4.243	4.257	4.269	4.281	4.292	4.303	4.314	4.325	4.336	4.347
19	4.168	4.183	4.198	4.213	4.228	4.243	4.258	4.272	4.284	4.296	4.307	4.318	4.329	4.340	4.351	4.362
18	4.183	4.198	4.213	4.228	4.243	4.258	4.272	4.286	4.298	4.310	4.321	4.332	4.343	4.354	4.365	4.376
17	4.197	4.212	4.227	4.243	4.257	4.272	4.286	4.300	4.312	4.324	4.335	4.346	4.357	4.368	4.379	4.390
16	4.211	4.226	4.241	4.257	4.271	4.286	4.300	4.314	4.326	4.338	4.349	4.360	4.371	4.382	4.393	4.404
15	4.225	4.241	4.256	4.271	4.286	4.300	4.315	4.329	4.341	4.353	4.364	4.375	4.386	4.397	4.408	4.419
14	4.240	4.256	4.271	4.286	4.301	4.315	4.331	4.345	4.357	4.368	4.379	7.390	4.401	4.412	4.423	4.434
13	4.255	4.271	4.286	4.301	4.316	4.331	4.346	4.361	4.373	4.384	4.395	4.406	4.417	4.428	4.439	4.450
12	4.270	4.286	4.301	4.316	4.331	4.346	4.361	4.376	4.388	4.399	4.410	4.421	4.432	4.443	4.454	4.465
11	4.285	4.301	4.316	4.331	4.346	4.361	4.376	4.391	4.403	4.415	4.426	4.437	4.448	4.459	4.470	4.481
10	4.300	4.316	4.348	4.348	4.332	4.348	4.394	4.407	4.419	4.430	4.441	4.453	4.464	4.475	4.486	4.497