

LATVIJAS
ŪNIVERSITĀTES RAKSTI
ACTA UNIVERSITATIS LATVIENSIS

LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTES
SERIJA

II. SĒJUMS
TOMUS

№ 1—4

R I G Ā, 1 9 3 1

LIBRARY
UNIVERSITY OF TORONTO
642.6 - 88

LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTES SERIJA II. 1.

Kaļķojuma ietekme uz ražu smilšainā un kūdrainā
augsnā Rāmavā, 1926.—1930.

P. Kulitans.

Lauksaimniecības ķīmijas laborātorija. Veģetācijas izmēģinājumi.

Kaļķa nozīme augu kultūrā daudzpusīga: kaļķis ir: a) nepieciešama augu uzturviela, b) augsnas šķīdumos darbojas kā spēcīgs elektrolīts, izsaukdams augsnas kolloidālo sastāvdaļu koagulāciju, kas nepieciešams pienācīgas struktūras radīšanai un uzturēšanai augsnā, c) apmaina augsnas ceolitiskajā kompleksā saistītos (absorbētos) kationus — augu uzturvielas un tā padara tos augiem izmantojamus, d) rēgulē augsnas reakciju.

Par vissvarīgāko uzskata pēdējo — reakcijas rēgulāciju, sevišķi ja reakcija skāba, jo ar to saistīti vairāki apstākļi: 1) skābo augsnu ar metalliskiem kationiem nepiesātinātā ceolitiskā kompleksa piesātinājuma pakāpi kaļķis paaugstina, 2) skābo augsnu augiem neizmantojamos dzelzs un alumīnija fōsfātus kaļķis pārvērš kalcija fōsfātā, 3) neitrālizējot skābo augsnu reakciju, kaļķis atdzīvina augsnas mikroflōru (sevišķi baktērijas) un tā veicina trūdēšanu, nitrifikāciju un c. svarīgus procesus, 4) skābo augsnu daudziem kultūraugiem nepiemēroto reakciju kaļķis norēgulē, ar ko kultivējamo augu izvēle paplašinās, pieaug augsnas auglība, uzlabojas lietojamo mēslu darbība.

Še minētie un citi apstākļi padara saprotamu to lielo interesi par augsnas reakciju un visu pārējo, kas ar to sakarā, kāda redzama augsnaszinībā 20. gadsimtenī. Sākdamās tekošā gadsimta pirmajā desmitī, šī interese strauji pieaug, un grūti teikt, vai tā jau sasniegusi savu kulminācijas punktu, jo atslābums vēl nav novērojams. Literātūras par šo lietu sarakstīts ļoti daudz; ziņojumu par zināt-

niskiem pētījumiem vien ir tik daudz, ka nav iespējams ne tikai ar visiem tiem tuvāk iepazīties, bet pat sastādīt cik necik izsmeljošu literatūras sarakstu. Raksturīgs te tikai tas, ka bagātā literatūra augsnes reakcijas jautājumā satur galvenā kārtā teorētiskus darbus par augsnes reakciju, tās ietekmēšanu, regulēšanu, pētīšanas metodiku etc. Turpretī samērā maz ir ziņojumu par pētījumiem praktiskā augsnes reakcijas regulēšanā, praktiskā kaļķa lietošanā; tas sakāms, kā zīmējoties uz ārzemēm, tāpat sevišķi vēl zīmējoties uz Latviju. Literatūras saraksts, kas satur ziņojumus latviešu valodā par augsnes reakcijas jautājuma praktisku atrisinājumu, izsmeljams ar 5 numuriem, pie tam šinīs publicējumos izmēģinājumu apraksts visai nepilnīgs, lai gan vispār par augsnes reakcijas un kaļķošanas jautājumu, kā visur, arī Latvijā rakstīts vairāk nekā par kādu citu. Minētais saraksts pievienots darba beigās.

Interesants ir jautājums, kādēļ pastāv tāds nesamērs starp reakcijas jautājuma teorētiskiem pētījumiem un apcerējumiem no vienas puses un šo pētījumu un apcerējumu atzinumu praktiskas realizēšanas mēģinājumiem no otras. Varētu būt arī citi iemesli, bet galvenais, liekas, ir tas, ka teorētiskus pētījumus var izdarīt kaut kurā daudz maz iekārtotā laboratorijā, pētīšanas metodika vienkārša un prasa maz laika. Turpretī teorētisko atzinumu pārbaudei praksē vajadzīga izmēģinājumu augsne, vai vismaz veģetācijas trauku ierīce; rezultātu iegūšana prasa veselu veģetācijas periodu. Var būt, ka zinātnieku samērā mazā interese par augsnes reakcijas pētīšanas teorētisko atzinumu izlietošanu un pārbaudīšanu praksē izskaidro arī to, ka praktisko lauksaimnieku interese par viņu pašu augsnes reakcijas stāvokli neseko zinātnieku un lauksaimniecības rakstnieku teorētiskai interesei (vismaz Latvijā ne), jo neievērojot to, ka zemkopības ministrija ierīkojusi vairākus punktus, kur pilnīgi par brīvu noteic iesūtīto augsnes paraugu reakciju un apleš kaļķa devumus, kādus ieteicams lietot reakcijas stāvokļa uzlabošanai, augsnes paraugi šinīs punktos ienāk ļoti nelielā skaitā, un dzelzsceļu virsvaldes ar izdevīgiem noteikumiem piedāvātos mergeļa mālus skābo augsnu uzlabošanai lieto maz.

Un taisni Latvijas lauksaimniecībai, kur tik daudz augsnu ar neapmierinošu reakcijas stāvokli, vislielākā interese ne tik daudz par teorētiskiem reakcijas pētījumiem, bet gan taisni par praktisko jautājuma atrisināšanu, jo mūsu caurmēra ražas ir tik zemas, ka tiešām

jāšaubās, vai viņas atmaksā saimniecībā ieguldītos kapitālus un dārgo darba spēku. Tādēļ mums jāmeklē un jāizlieto visi ceļi, kas var novest pie ražu pacelšanas. Viens no tādiem ir arī augsnes reakcijas rēgulēšana.

Šī atziņa pamudināja mūs uzsākt, starp citu, arī kaļķojuma izmēģinājumus, līdz ko Lauksaimniecības ķīmijas laboratorijai radās iespēja iegādāties veģetācijas izmēģinājumu ierīci, lai praktiskai kaļķošanai rastu eksperimentālu pamatu.

Kaļķošanas praksē svarīgi galvenā kārtā divi jautājumi: 1. noteikt pareizi kaļķa daudzumu, kāds attiecīgai augsnei jānodod, lai tās reakciju pareizi norēgulētu, un 2. izvēlēties piemērotu un izdevīgu kaļķošanas līdzekli.

Laikā, kad šos darbus varējām uzsākt (1926. g.), pirmā jautājuma izšķiršanai bija ieteiktas vairākas metodes, kas vienā un tai pašā augsnā deva tomēr nevienādus rezultātus, jo viņas pamatojas uz dažādiem principiem. Visvairāk lietoja Daikuhara's (pamatā apmaiņas skābums) un Hutchinson'a-MacLennan'a (pamatā hidrolitiskais skābums) metodes. Šīs divas metodes mēs izvēlējamies salīdzināšanai, lai pārbaudītu, pēc kuņas metodes noteiktais kaļķa devums dos labākus panākumus — lielākus ražas paaugstinājumus.

Otrā jautājumā varēja būt runa, saprotams, tikai par tādiem kaļķošanas līdzekļiem, kādi Latvijā atrodami un pieejami: par dedzināto kaļķi, puslīdz tīru ogļskābo kaļķi (CaCO_3) un merģeli (mālu, saturošu CaCO_3). Izmēģinājumos salīdzinājām šos visus trīs kaļķošanas līdzekļus.

Saprotams, ka bija interese salīdzināmos izmēģinājumus izdarīt pēc iespējas uz dažāda rakstura skābām augsnām. Mēs izvēlējamies Rāmavā: 1) sliktu, nabagu, skābu smiltsaugsnu un 2) kūdrainu augsnu, abas tīrumā. Tā kā kaļķis (sevišķi CaCO_3 un merģelis) darbojas lēni, tad izmēģinājumus bija domāts turpināt vismaz 3 gadus. Vēl jānorāda, ka izmēģinājumi notika ir uz lauka, ir traukos.

A. Izmēģinājumi ar Rāmavas smiltsaugsnu.

Izmēģinājuma vieta atrodas Rāmavas tīrumu (tagadējo zālāju) stūrī, netālu no mazmājnieku un Rudzumuižas robežām. Mazmājas atrodas uz kāpām līdzīgiem smilts paaugstinājumiem, kas, jādomā, ir Daugavas vai viņas attekas bijušās gultnes krasts. Izmēģinājuma

lauciņš atrodas jau pašā „gultnē“, bet tuvu pie „krasta“. Pamatmateriāls — ūdens sanesta aluviāla, dzeltāna smilts. Uznesums radies, jādombā, ne no vienmērīgiem ikgadējiem pārplūdumiem, kas satur vienādu bīdņu materiālu, bet gan, laikam, no nerēgulāriem pārplūdumiem vai varbūt pat no gultni mainošām straumēm, kuŗu ūdeņi nesuši ne katreiz vienāda sastāva duļķi, jo lai gan vietas reljefs ir līdzens, tad tomēr augsnas īpašības ļoti nevienādas. Iespējams, ka arī blakus atrodošās kāpas ar savu smilti ietekmējušas augsnas sastāvu. Izmēģinājumu augsna pieder pie Rāmavas sliktākām tīrumaugsnām, iešķirojama 8. labuma šķirā. Apakškārtā ligzdām atrodas irdens ortšteins (brūni „rūsas“ plankumi). Māla arī dziļākās kārtās nav. No virskārtas ņemts caurmēra paraugs fizioloģiskai analīzei pēc Mičerliha metodes. Šā parauga 10% sāļsskābes izvilkuma ķīmiska analīze (anal. priv. doc. Bamberg) deva šādus rezultātus (% no abs. sausas augsnas) (10% HCl Auszug in % auf abs. trockenen Boden berechnet ergab):

Mitrums (Feuchtigkeit)	Trūds (Humus)	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	pH (ūdeņī) (in H ₂ O)
1,28	4,86	0,099	0,885	0,042	0,098	0,049	4,89

Kā redzams, augsna ir ar vidēju trūda saturu, bet nabaga ar CaO (un MgO), kādēļ arī skāba. Fizioloģiskā analīze uzrādīja, ka bez P₂O₅ mēslojuma augsna dod 34,78% no visaugstākās ar P₂O₅ devumiem iespējamās ražas. Tas atbilst apmēram 0,0016% augiem viegli izmantojamas fōsforskābes augsnas virskārtā. Samērā augsts trūda saturs un arī ne pārāk sliktais P₂O₅ stāvoklis liecina, ka augsna tikai pēc dabas īpašībām sliktā, bet ar kultūru stipri uzlabota.

Kaļķa vajadzība, kā minēts, noteikta pēc Daikuhara's un pēc Hutchinson'a-MacLennan'a metodēm, un lai izmēģinājumā tuvotos praktiskas kaļķošanas apstākļiem, ne katrā atsevišķā parcellē par sevi, bet visam izmēģinājuma lauciņam caurmērā, t. i. tanī augsnas caurmēra paraugā, kuŗu ņēma un sagatavoja fizioloģiskai analīzei un kaļķošanas izmēģinājumam traukos.

Kaļķa vajadzība, aplēsta CaCO₃ % no augsnas svāra (Kalkbedarf, berechnet in % CaCO₃ vom Gewicht des Bodens) bija:

pēc nach	}	Daikuhara's	0,08%
pēc nach		Hutchinson'a-MacLennan'a	0,24%

Kā kaļķošanas līdzekļi lietoti šādi materiāli: 1) dedzināts dolomītkalkis no Pilvera cepla pie Ģipsraga, Daugavas krastā, 2) pļavu kalkis resp. avotkalkis no Böh'm'a fabrikas Stopiņos un 3) nepārskalots (akmeņains) morēnu merģelis (mālais), brūngans, ņemts no dolomītu lauztuves virskārtas apm. 60 cm dziļumā Katlakalna pagastā pie minētā Ģipsraga kaļķa cepla.

Dedzinātais kalkis uz lauka lietots nedzēsts, traukos — dzēsts, arī analizēts dzēsts. Ķīmiskās analīzes rezultāti šādi:

Dzēsts kalkis no Ģipsraga cepla.
Gelöschter Kalk v. Kalkofen Ģipsrags.

CO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂ hidr.	Karsēšanas zudums <i>Glühverlust</i>	Sālsskābē nešķ. atlik. <i>In HCl unlösl.</i>
2,28	42,56	27,46	2,51	0,56	0,018	0,096	5,98	20,62	0,28 ⁰ / ₀

Šis kalkis iegūts, dedzinot dolomītu no lauztuvēm turpat cepla tuvumā. Še seko tāda dolomīta parauga analīzes rezultāti.

Ģipsraga dolomīts.
Dolomit v. Ģipsrags.

Mitrums <i>Feuchtigkeit</i>	CO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂ šķīst. <i>löslich</i>	Sālsskābē ne- šķīstošs atlik. <i>In HCl unlöslich</i>
0,07	42,90	30,68	19,70	0,81	0,06	0,008	0,051	0,09	4,75 ⁰ / ₀

Magnēzijas saturs dzēstajā kalkī nekaitē, jo arī tā neitrālīzē skābes tāpat kā CaO.

Avotkalkis Stopiņos atrodas apm. 1 m biezā kārtā, gaišdzeltāns, drupatāini irdens.

Avotkalkis no Böh'm'a fabrikas Stopiņos.
Quellenkalk v. d. Gypsabrik Böh'm, Stopiņi.

Mitrums <i>Feuchtigkeit</i>	CO ₂	CaO	MgO	Kā Als CaCO ₃	Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	Trūds <i>Humus</i>	SO ₃	SiO ₂ šķīstošs <i>löslich</i>	HCl nešķ. atlikums <i>In HCl unlöslich</i>
1,20	39,46	53,42	0,24	89,68	0,57	0,01	0,01	0,13	2,61	2,08	0,10	0,13 ⁰ / ₀

Samērā augstais SO_3 saturs norāda uz to, ka šis avotkalķis satur ģipsu (ap 4%). Avotkalķī darbīgā sastāvdaļa ir CaCO_3 (magnēzijas maz), kas grūtāk šķīst un lēnāk reagē nekā CaO vai Ca(OH)_2 . Grūti šķīstošu vielu atšķīšanas spēja pieaug, pieaugot viņu daļiņu virsmai, kas savkārt pieaug ar vielas sasmalcinājumu (sk. arī K. Bamberga rakstu „Kalķošanas un augsnes uzlabošanas materiāli“, Lauku darbs un zinātne, 1929., 146. lpp.). Tādēļ svarīgs arī avotkalķa mēchaniskais sastāvs.

Stopiņu avotkalķa mēchaniskais sastāvs.
Mechanische Zusammensetzung des Quellenkalckes.

> 1 mm	1—0,5 mm	0,5—0,25 mm	0,25—0,02 mm	< 0,02 mm
8,65	6,56	10,15	50,04	24,60%

Kā redzams, šinī avotkalķī ir ap 75% labi izmantojamu daļiņu (zem 0,25 mm), bet kalķošanas praksē skaita vēl par darbīgām arī daļiņas līdz 1 mm, kādu šē pāri par 90%, kādēļ šo avotkalķi var uzskatīt par diezgan labu un noderīgu kalķošanai, ja salīdzinām to ar citiem dabiskiem (nemaltiem) avotkalķiem (sk. Bamberga minēto darbu 147. lpp.).

Trešais kalķošanas līdzeklis bija mālains morēnu merģelis, kas pie Ģipsraga kalķa cepļa pārklāj dolomītu.

Morēnu merģelis Katlakalna Ģipsragā.
Geschiebemergel von Ģipsrags.

Mitrums Feuchtigkeits	CO_2	CaO	MgO	Kā Als CaCO_3	Fe_2O_3	Al_2O_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3	SiO_2 šķīst. Löslich in HCl	SiO_2 šķīst. Löslich in 5% KOH
1,48	8,89	7,48	3,36	20,20	2,18	1,80	0,33	0,08	0,08	0,012	0,22	2,48%

Te būtu atzīmējams, ka šis merģelis ir stipri dolomītizēts (satur daudz MgO) un arī diezgan bagāts ar K_2O .

Kā norādīts par avotkalķi, arī šē ir svarīgs mēchaniskais merģeļa sastāvs, sevišķi CaCO_3 graudiņu sīkums.

Merģeļa mēchaniskais sastāvs.
Mechanische Zusammensetzung des Merģels.

> 2 mm	2—1 mm	1—0,25 mm	0,25—0,02 mm	< 0,02 mm
6,03	2,98	29,20	36,00	31,82%
CO ₂	21,02	3,85	7,99	13,39%

Apakšējie skaitļi apzīmē CO₂ procentuālo saturu attiecīgās merģeļa frakcijās. Arī te daļiņu, sikāku par 1 mm, ir pāri 90%. Te der atzīmēt arī to, ka sikajās frakcijās lielāks CaCO₃ %, nekā vidējās; rupjās tas atkal lielāks (sk. Bambergs I. c. 159. lpp.). Visus še minētos kaļķošanas līdzekļus līdz ar citiem analizēja priv. doc. K. Bambergs; rezultāti publicēti augšā minētajā darbā.

Kā minēju, kaļķošanas izmēģinājums ar Rāmavas smilšaino augsnu izdarīts uz lauka un traukos pēc vienas un tās pašas schēmas, abi turpināti trīs gadus, jo kaļķošanas līdzekļi (sevišķi CaCO₃ un merģelis) darbojas gausi, tādēļ pirmajā gadā to darbības ietekme varētu arī iztrūkt. Uz lauka daži novērojumi izdarīti arī vēlāk. Tā kā augsnas nevienādības dēļ lauka izmēģinājums deva mazāk noteiktus rezultātus nekā traukos, tad aprakstīšu papriekšu trauku izmēģinājumus.

Kaļķošanas izmēģinājumi Rāmavas smiltsaugsnā
traukos.

Augsnas paraugu šim izmēģinājumam ņēma no visas izmēģinājuma lauciņa platības pēc prof. Mičerliha priekšraksta. Paraugu pamatīgi sajauca, lai viscaur iznāktu vienlīdzīgs maisījums. Tad to pildīja traukos, rūpīgi piejaucot klāt attiecīgo, katram gadījumam piemēroto mēslojumu un kaļķojumu. Lietoja emaljētus Mičerliha veģetācijas traukus. Katrā traukā ievietoja 5500 g augsnes, kas saturēja 13,45% mitruma. Bez kaļķotiem traukiem bija vēl 1 trauks nekalkots un nemēsrots, lai varētu vērot, cik lielā mērā kaļķojums un mēslojums var pacelt ražu, un 1 tikai ar pilnmēslojumu, bez kaļķa. Kaļķotie trauki bija: 3 tikai kaļķoti ar Ca(OH)₂, CaCO₃ un merģeli, bez mēslojuma, kur kaļķošanas līdzekļu devumi aplēsti pēc Daikuhara's (pēc apmaiņas skābuma), otri 3 trauki ar tādu pašu kaļķojumu, bet ar pilnu mākslīgo mēsli mēslojumu, kopā 6 trauki, tikpat daudz trauku bija gluži tāpat iekārtoti, kā 6 nupat aprakstītie, tikai kaļķojumi aplēsti pēc Hutchinson'a-MacLennan'a metodes (pēc

hidrolitiskā skābuma). Pavisam tā tad 14 dažādi sarīkotu trauku. Visi trauki bija tikai divos atkārtojumos, kas gan ir ļoti maz, bet toreizējā (1926. g.) trūcīgā veģetācijas ierīce lielāku atkārtojumu skaitu nepieļāva.

Pilnmēslojums visiem mēslojiem traukiem dots vienāds: 0,6 g 40% kalcijsāls, 1,2 g 16% tomasmiltu un 0,6 g sērskābā ammonija, pārlešot tos kvintālos uz hektara būtu: 2 kv/ha 40% k-sāls, 4 kv/ha tomasmiltu un 2 kv/ha $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Šāds samērā neliels mēslojums nemts, lai pārāk stiprs pilnmēslojums nenomāktu kalņojuma ietekmi.

Kalņa vajadzība, kā minēts, izteikta oglskābā kalņa (CaCO_3) procentos no augsnes svara. Ik traukā ievietots 5500 g augsnes. Tādēļ pēc Daikuhara's aplēstie attiecīgo trauku kalņojumi bija: 4,4 g tīra CaCO_3 ik traukam avotkalņa vai merģeļa veidā un 3,3 g tīra $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dedzināta dzēsta kalņa veidā. Pēc Hutchinson'a-MacLennan'a aplēstie kalņojumi bija: 13,2 g tīra CaCO_3 ik traukam avotkalņa vai merģeļa veidā un 9,8 g tīra $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dedzināta dzēsta kalņa veidā. Kalņojumu aplēsumos MgO pārlēsts uz CaO. Saprotams, ka kalņošanas līdzekļu devumi aplēsti pēc viņu faktiskā darbīgo sastāv-

Ražu tabula 1926. g. trauku izmēģinājumam. Smiltsaugсна Rāmavā.
Mieži.

Erntetabelle. Gefäßversuch 1926. Sandboden in Rāmava. Gerste.

Kalņošanas līdzekļi <i>Kalkungsmittel</i>	N e m ē s l o t s <i>Ungedüngt</i>				P i l n m ē s l o j u m s <i>Volldüngung</i>			
	Daikuhara		Hutchinson		Daikuhara		Hutchinson	
	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	4,97±0,01	4,92±0,07	11,58±0,74	9,60±0,58	11,07±0,53	9,63±0,06	16,56±0,75	14,41±0,45
CaCO_3	3,96±0,23	3,80±0,29	(5,06) 3,99±1,32	4,32±0,03	9,88±0,16	9,21±0,01	11,47±0,12	9,45±0,05
Merģeils	4,32±0,24	3,93±0,24	5,48±0,15	4,66±0,28	10,34±0,62	9,14±0,16	11,04±0,14	9,34±0,13
Nekalņots <i>Ungekalkt</i>		Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>			Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	
		4,25±0,22	3,52±0,22			10,64±0,01	9,19±0,04	

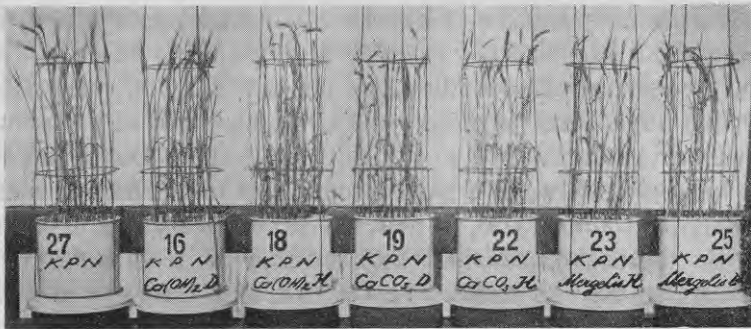
daļu (CaCO_3 un $\text{Ca}(\text{OH})_2$) procentuālā saturā, saskaņā ar viņu analīzes rezultātiem. Trauki laistīti ar destillētu ūdeni, jo ūdensvada ūdens satur kaļķi.

Pirmā, 1926., izmēģinājuma gadā audzināti mieži, šejienes 6-kanši. Iesēti mieži 22. maijā, sadīga 24.—29. maijā. Raža novākta 13. augustā. Graudi svērti ar akotiem un vārpas asi. Ražu tabulā ražas svars uzdots grammos gaissausā stāvoklī. Kaļķojuma slejā ar CaCO_3 apzīmēts avotkaļķis. Vārds Daikuhara nozīmē, ka kaļķa devums aplēsts pēc apmaiņas skābuma, un vārds Hutchinson — ka pēc hidrolitiskā skābuma (sk. augšā). Ražu skaitļi sakopoti tabulā. Uzskates dēļ tas pats attēlots grafiski (sk. 47. lpp.); pievienotas arī augošu augu fotogrāfijas.



№ 1. 1926.

Kaļķojums uz Rāmavas smiltsaugsnas. Nemēslots.



№ 2. 1926.

Kaļķojums uz Rāmavas smiltsaugsnas. Mēslots.

Novērtējot 1926. g. trauku izmēģinājumus uz smiltsaugsnas, vispirms piegriezīsim vērību pašu rezultātu kvalitātei. Tā pilnīgi neapmierina, jo, kā jau minēts, izmēģinājumi izdarīti tikai 2 atkārtojumos, kādēļ arī aplēstā vidējā kļūda dažos gadījumos sasniedz pat 6% no aritm. vidējā. Tomēr svārstības nav visai lielas vienādi mēslotu trauku ražu starpā, tā ka pie lielāka atkārtojumu skaita ar līdzīgām svārstībām rezultāti būtu apmierinoši. Tas top redzams arī, aplešot starpību kļūdas starp kaļkoto un nekaļkoto trauku ražām; šīs kļūdas lielāko starpību gadījumos nepārsniedz pielaižamos apmērus un pieļauj drošus slēdzienus. Te jānorāda uz vienu gadījumu, t. i. grafā — nemēslogs, Hutchinson, CaCO_3 , graudi. Te kļūda ļoti liela. Tas tādēļ, ka viena trauka graudu raža, acīm redzot, bojāta, vai gājusi pa daļai zudumā, kas redzams no tam, ka uzdotā raža ir pavisam citādā samērā ar salmu ražu nekā citu trauku ražas. Tādēļ pareizāk būs te ievērot tikai otra trauka ražu, kuņas skaitlis tabulā uzrakstīts vidējās ražas skaitlim virsū (5,06); grafiskā attēlojumā tas darīts. Grafiskā attēlojumā un fotogrāfijās burti D un H nozīmē to pašu, ko tabulā nozīmē pilni vārdi Daikuhara un Hutchinson, un burti Nk vai O nozīmē „nekaļkots“ (*ungekalkt*). Fotogrāfijās attiecīgie mēslojumi un kaļkojumi atzīmēti tieši uz veģetācijas traukiem. Grafiskos attēlojumos ņemtas vērā tikai graudu ražas.

Novērtējot kaļka iedarbību, ņemsim vērā tikai graudu, kā vērtīgākā produkta, ražas. Kā redzams no tabulas un grafikas, nemēslos traukos ražas pieaugumu, salīdzinot ar nekaļkoto trauku ražu, pēc Daikuhara's aplēsuma devis tikai Ca(OH)_2 , lai gan nelielu — tikai 5,18% (nekaļkoto trauku raža = 100); pārējie tāpat aplēstie kaļkošanas līdzekļi ražas pieauguma nav devuši. Turpretim pēc Hutchinson'a-MacLennan'a aplēsti ražas pieaugumu devuši visi kaļkošanas līdzekļi (ja pie CaCO_3 pieņemam ražas skaitli 5,06), pie tam Ca(OH)_2 par 172,47%, CaCO_3 par 19,06% un merģelis par 29,0%; Ca(OH)_2 tā tad ražu vairāk nekā divkārtšojis. Mēslos traukos pēc Daikuhara's aplēstais kaļkojums nav devis ražas pieaugumu (salīdzinot ar mēslo, bet nekaļkoto trauku ražu), jo nelielais ražas pieaugums ar Ca(OH)_2 nav drošs (kļūdas robežās). Pēc Hutchinson'a aplēstais kaļkojums arī šē devis ražas pieaugumu ar visiem kaļkošanas līdzekļiem, tikai ar merģeli pieaugums mazs un nedrošs. Ražas pieaugums ar Ca(OH)_2 bija 55,64%, ar CaCO_3 — 7,80%.

Ir parasts, aprakstot kāda kultūras paņēmiena panākumus, uz-

dot ražu pieaugumus procentos no ražām, kas iegūtas bez šā paņēmiena lietošanas, vai arī teikt, ka raža divkāršojusies, trijkāršojusies un t. l. Gribu norādīt, ka šāds izteiksmes veids var radīt maldīgu iespaidu. Tas labi redzams no nupat aprakstītiem ražas pieaugumiem no kaļķojuma: bez mēslojuma pēc H (Hutchinson'a) aplēstais kaļķojums devis ražas pieaugumus par 172,47% (ražu gandrīz trijkāršojis) un 19,06%, turpretim pilnmēslojumā tas pats kaļķojums devis ražas pieaugumus attiecīgi tikai par 55,64% un 7,8%. Tuvāk nepadomājot, iespaids tāds, ka bez mēslojuma kaļķojums apm. 3 reiz izdevīgāks nekā pilnmēslojumā. Īstenībā tomēr tā nav, jo kaļķojums devis gandrīz vienādus ražu pieaugumus kā bez mēslojuma, tā pilnmēslojumā: ar Ca(OH)_2 bez mēslojuma 7,33 g, pilnmēslojumā 5,92 g un ar CaCO_3 bez mēslojuma 0,81 g, pilnmēslojumā 0,83 g. Tā tad kaļķojums vienādi izdevīgs kā bez mēslojuma, tā pilnmēslojumā, jo ieguvums no vienāda kaļķa lietojuma ir vienāds; procentos starpība iznāk tikai tādēļ, ka ražas skaitlis bez mēslojuma un kaļķojuma, kuŗu pieņemam par 100 pirmā gadījumā, ir 4,25 g, bet ražas skaitlis pilnmēslojumā bez kaļķojuma, kuŗu pieņemam par 100 otrā gadījumā, ir 10,64 g.

Turēju par vajadzīgu uz to šē norādīt tādēļ, ka abējādo izteiksmes veidu starpībai parasti nepiegrīez vērības sevišķi populārā literātūrā, jaunu ideju propagandēšanā, reklāmās. Arī kaļķošanas propagandā pie mums daudz rakstīts un runāts par ražu divkāršošanas, trijkāršošanas un augstiem pieauguma procentiem. Pareizāku jēdzienu par kāda kultūras paņēmiena lietderīgumu lauksaimnieks iegūs no ražas pieaugumu absolūtiem skaitļiem (ne procentiem), jo tikai pēc tiem var aplēst šā paņēmiena rentābilitāti.

Šē jānorāda vēl uz to, ka parastais pilnmēslojums bez kaļķa devis gandrīz tikpat lielu ražas pieaugumu, kā vislabākā kaļķojuma gadījumā, kas skaidri redzams grafikā un arī salīdzinot abas fotogrāfijas; to pašu rāda arī skaitļi: no kaļķojuma pieaugums 7,33 g jeb 172,47%, no mēslojuma 6,39 g jeb 150,35%. Tas rāda, ka skābā augsnes reakcija nav aizkavējusi ražas pacelšanu ar mēslojumu.

Sākumā atzīmēts, ka darba galvenais uzdevums bija salīdzināt 3 kaļķošanas līdzekļus un 2 kaļķa vajadzības noteikšanas metodes. Ja nu jautājam, kādu atbildi devis aprakstītais izmēģinājums uz šiem jautājumiem, tad attiecībā uz kaļķošanas līdzekļiem jākonstatē, ka izmēģinājuma apstākļos šinī pirmajā lietošanas

gadā jūtamam iedarbību parādījis vienīgi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (dedzinātais kaļķis), pārējie kaļķošanas līdzekļi devuši tik niecīgus ražas pieaugumus, ka praktiski ar tiem nevar skaitīties.

Attiecībā uz kaļķa vajadzības noteikšanas metodēm jākonstatē, ka pēc apmaiņas skābuma (Daikuhara) aplēstais kaļķa devums izrādījies par nepietiekošu un aplēsums pēc hidrolitiskā skābuma (Hutchinson) jāatzīst par pareizāku.

Šie slēdzieni, saprotams, nav galīgi, jo kaļķa ietekme novērtējama tikai pēc vairāku gadu darbības, tādēļ ka CaCO_3 kā avotkaļķi, tā mergeli darbojas gausāk nekā $\text{Ca}(\text{OH})_2$, jo viņš ūdenī grūtāk šķīst.

Pirms pārejam uz nākošo gadu izmēģinājumiem, vēl dažas atzīmes par novērojumiem augu augšanas laikā. Vispirms, cik lielā mērā kaļķošanas līdzekļi neitralizējuši augsnes skābumu? Reakcija pārbaudīta 19. augustā, noteicot pH elektrometriski ar chinhidr. elektrodi. Pārbaudes rezultāti šeit sakopoti:

1926. g.

Nemēslots <i>Ungedüngt</i>							Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>								
		$\text{Ca}(\text{OH})_2$		CaCO_3		Mergelis				$\text{Ca}(\text{OH})_2$		CaCO_3		Mergelis	
Nk	D	H	D	H	D	H	Nk	D	H	D	H	D	H	D	H
5,38	6,25	7,39	6,44	6,81	6,35	6,84	5,96	6,35	7,16	5,92	6,81	6,23	6,74		

Kā redzams, reakcija pilnīgi neitralizēta līdz pH 7 un pāri tikai ar $\text{Ca}(\text{OH})_2$, aplēstu pēc Hutchinson'a. Visos pārējos gadījumos pH līdz 7 nav nokļuvis, lai gan tas arī ar pārējiem kaļķošanas līdzekļiem krietni paaugstināts. Ražas, kā redzējām, tomēr tikai mazā mērā sekojušas reakcijas uzlabojumam, varbūt tādēļ, ka miežiem reakcijas optimums pēc Arrhenius'a ir pāri pH 7. Traukos zem augu sakņu ietekmes arī nekaļķoto trauku reakcija uzlabojusies, jo analizējot brīvu augsnes paraugu pH bija 4,89, bet 19./VIII. bija nemēslotos traukos 5,38 un mēslotos 5,96, lai gan mēslojums nav uzskatāms par sārmainu.

Augu caurmēra gaņums mērots 29./VII. Tas diezgan labi atspoguļo ražas, kā tas redzams arī fotogrāfijās: nemēslotos

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ H traukos 56 cm pārējos caurmērā ar mazām svārstībām 38,5 cm (minimums 36 cm CaCO_3 D un maksimums 41 cm $\text{Ca}(\text{OH})_2$ D un mergelis H); mēslo to s traukos $\text{Ca}(\text{OH})_2$ H 65 cm, pārējos caurmērā ar nelielām svārstībām 57,1 cm (minimums 56 cm $\text{Ca}(\text{OH})_2$ D un CaCO_3 D, maksimums 59 cm nekaļķotos tr.).

Kaļķojums, liekas, ietekmējis arī nogatavošanās laiku, lai gan, liekas, pilnmēslojums to vēl lielākā mērā ietekmējis: nogatavošanās sākums atzīmēts mēslo tiem traukiem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ H 2./VIII., $\text{Ca}(\text{OH})_2$ D 4./VIII., visiem pārējiem 3./VIII.; nemēslo tiem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ H 4./VIII., CaCO_3 D un H 8./VIII., pārējiem 9./VIII. Tā tad nogatavoties sākuši visagrāk tie mieži, kas auguši visneutrālākā un mēslo tā augsnā, aizkavējušies tie, kas auguši skābākā un nemēslo tā.

Gluzī tas pats sakāms arī par ziedēšanas sākumu: $\text{Ca}(\text{OH})_2$ H nemēslo ts un visi mēslo tie sāka ziedēt 5./VII., $\text{Ca}(\text{OH})_2$ D nemēslo ts 8./VII. un pārējie nemēslo tie 9./VII. Ziedēšanas ilgums visur vienāds — 7 dienas. Varētu teikt, ka skābuma neutralizācija un mēslo jums paātrina miežu attīstību.

Tālāk novēroja, ka ar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kaļķotos traukos caurtekošais ūdens bija mazliet brūns, bet ar CaCO_3 kaļķotos — daudz skaidrāks, mazāk krāsains. To varbūt varētu izskaidrot ar to, ka CaCO_3 kā elektrolīts labāk koagulē trūdvielas, nekā $\text{Ca}(\text{OH})_2$, kas ar saviem OH-ioniem tās disperģē, kādēļ tās ar ūdeni iztek traukam cauri.

1927. g. izmēģinājums turpināts, lai vērotu, vai tie kaļķošanas līdzekļi, kas pirmajā gadā vēl savu iedarbību neparādīja, turpmākos gados to neparādīs. Iepriekšējā gada rudenī trauki novietoti šķūnī ar visu augsnu, kā tā palika pēc augu ražas novākšanas. Trauku apakšējās daļās no lietus bija uzkrājiem ūdens, arī to uzglabāja un tikai pavasarī uzlēja augsnai, kad tā bija no virusus uzirdināta, un trauki iznesti ārā veģetācijas namiņā. Bez augiem tomēr lieko ūdeni bija grūti izgarināt, un sēklas nācās iesēt drusku par daudz mitrā augsnā, kādēļ tās slikti dīga, un varēja atstāt tikai 10 asnu katrā traukā, kurpretim iepriekšējā gadā katrā traukā atstāja 24 asnus. Aiz minētiem iemesliem arī ražas šīnī gadā bija zemākas, kā viņas varēja būt. Kaļķojums un mēslojums šīnī gadā nav atkārtoti. Arī šoreiz izvēlēts pret augsnas reakciju jūtīgs augs — sinepes. Iesētas 7. jūnijā, uzdīga 13.—18. jūnijā. Raža ievākta 24. augustā. Graudi svērti kopā ar pākstīm, gaissausi, tāpat salmi.

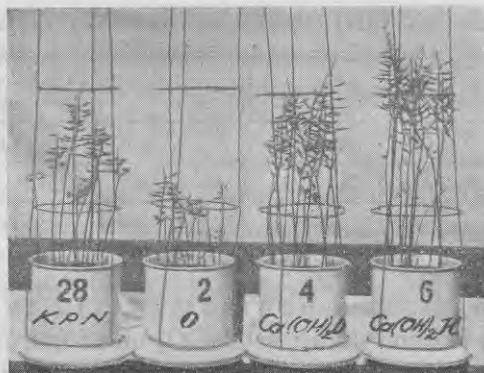
Ražu tabula 1927. g. kalpojuma izmēģinājumam traukos.
Smiltsaugсна Rāmavā. Sinepes. 2. g.

*Erntetabelle. Kalkungsgefässversuch 1927. 2. Jahr.
Sandboden v. Rāmava. Senf.*

Kalķošanas līdzekļi <i>Kalkungsmittel</i>	N e m ē s l o t s <i>Ungedüngt</i>				P i n m ē s l o j u m s <i>Volldüngung</i>			
	Daikuhara		Hutchinson		Daikuhara		Hutchinson	
	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>
Ca(OH) ₂	7,28±0,39	2,53±0,06	8,65±0,96	2,16±0,69	8,11±0,51	3,36±0,38	9,64±0,53	3,98±0,38
CaCO ₃	4,48±0,15	1,83±0,77	7,34±0,17	2,73±0,32	5,99±0,13	2,63±0,17	9,04±0,44	3,62±0,14
Mergelis	4,75±0,36	1,81±0,24	6,39±0,37	2,20±0,34	6,54±0,10	2,76±0,30	9,42±0,48	3,08±0,12
Nekalkots <i>Ungekalkt</i>		Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>			Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	
		0,99±0,30	0,54±0,02			3,35±0,14	1,58±0,04	

Novērtējot 1927. gada izmēģinājuma rezultātus, jāatzīmē, ka sinepju ražas zemas, jādomā aprādīto apstākļu dēļ sēklām dīgstot. Zemo ražu un mazā atkārtojumu skaita dēļ vidējās kļūdas lielas, sevišķi salmu ražām. Tādēļ ražas salīdzinot, salmus nemaz neņemsim vērā. Rezultātu drošības novērtēšanu traucē tas apstāklis, ka nemēslo to trauku raža jāsalīdzina ar nemēslo to un nekalkoto trauku ražu, kas pati ļoti nedroša (ar lielu kļūdu). Drošībai par labu nāk ražu lielās diferences, salīdzinot ar nekalkoto trauku ražām. Lai drošību vēl pastiprinātu, novērtējot ražu diferences kļūdas lielumu, nemēslo to trauku graudu ražas salīdzināsim nevis ar nekalkoto trauku vidējo ražu, bet gan ar augstāko no tām, no kurām šī vidējā sastādījusies, t. i. ar 1,23 g (jo vidējā 0,99 g sastādījusies no 1,23 un 0,75 g). Ja nu to izdarām, tad vissliktākajā gadījumā (nemēslo ts Ca(OH)₂ H), kur vislielākā vidējā kļūda, ražu diference tomēr pāršniedz starpības kļūdu septiņkārtīgi.

Tālāk jāatzīmē, ka otrā gadā starpība starp mēslo tiem un nemēslo tiem traukiem tik spilgti neizceļas kā pirmajā gadā. Tas tādēļ.



№ 3. 1927.



№ 4. 1927.

Kaļķojums uz Rāmavas smiltsaugsnas. Nemēsots.

ka otrā gadā mēslojums nav atkārtots, augiem bija jāiztiek ar pērnā mēslojumu.

Lai gan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pēc Hutchinson'a ($\text{Ca}(\text{OH})_2 \text{H}$) kā mēslojums, tā nemēslojums traukos pārspēj kaļķojumu ietekmi ar CaCO_3 un mērgeli, tomēr šo pēdējo iedarbība otrā gadā jau izpaužas daudz pilnīgāk nekā pirmajā gadā. Tas pats sakāms arī par $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pēc Daikuhara's ($\text{Ca}(\text{OH})_2 \text{D}$).

Attiecībā uz kaļķa vajadzības noteikšanas metodēm arī otrā gadā visos gadījumos noteikti labākus rezultātus deva kaļķojums pēc Hutchinson'a nekā pēc Daikuhara's.

Augsnes reakcija (pH) pārbaudīta 11./VIII.

Reakcijas (pH) skaitļu savilkums. 1927. g.

Nemēslosts Ungedüngt							Pilnmēslojums Volldüngung						
Nk	Ca(OH) ₂		CaCO ₃		Mergelis		Nk	Ca(OH) ₂		CaCO ₃		Mergelis	
	D	H	D	H	D	H		D	H	D	H	D	H
5,36	6,58	7,63	6,58	7,04	6,58	7,04	5,92	6,69	7,99	6,27	6,69	6,27	6,83

Kā redzams, skābuma neitrālizācija turpinājusies un pH sasniegts reizēm jau arī ar CaCO₃ un ar mergeli.

Arī šoreiz nogatavošanās laiku ietekmējis visvairāk Ca(OH)₂ H kopā ar mēslojumu (nogatavošanās sākums 2./VIII.), tad nāk Ca(OH)₂ D ar mēslojumu un Ca(OH)₂ H bez mēslojuma (4./VIII.). Pārējie mēslojumi, nekalkots un nemēslosts un Ca(OH)₂ D (7./VIII.) un pārējie nemēslojumi — 8./VIII. Ziedēšanas sākums visiem traukiem vienāds — 8.—9./VII.

Ražu tabula 1928. g. kalpojuma izmēģinājumam traukos.
Smiltsaugсна Rāmavā. Viķi. 3. gads.

*Erntetabelle. Kalkungsgefässversuch 1928. 3. Jahr.
Sandboden v. Rāmava. Wicke.*

Kalkošanas līdzekļi Kalkungsmittel	Nemēslosts Ungedüngt				Pilnmēslojums Volldüngung			
	Daikuhara		Hutchinson		Daikuhara		Hutchinson	
	Graudi Korn	Salmi Stroh	Graudi Korn	Salmi Stroh	Graudi Korn	Salmi Stroh	Graudi Korn	Salmi Stroh
Ca(OH) ₂	7,48±2,65	4,50±1,78	7,47±1,10	5,76±1,46	14,19±1,03	7,25±2,05	21,18±2,96	10,29±0,17
CaCO ₃	10,55±1,12	5,21±0,01	10,26±1,28	5,65±1,63	20,19±6,81	7,67±1,77	17,81±3,37	8,42±0,69
Mergelis	10,11±0,41	5,92±1,12	9,91±1,60	4,78±1,24	12,19±3,97	6,42±0,69	12,32±3,71	6,45±0,51
Nekalkots Ungekalkt		Graudi Korn 8,57±1,86	Salmi Stroh 5,39±0,34			Graudi Korn 15,13±2,64	Salmi Stroh 6,51±0,17	

Izmēģinājums turpināts arī trešo gadu — 1928. g. Tā kā arī šoreiz iepriekšējā rudenī trauku apakšējās daļās bija palicies nedaudz ūdens, tad šo ūdeni nelēja vis virsū augsnei, bet izgarināja tieši no trauka. Augsnu pavasarī uzirdināja ne tikai no virsas, bet viscaur, izņemot to no trauka un pēc irdināšanas iepildot par jaunu. Augsnu irdinot, mēslojamos traukos piejauca augsnei klāt arī attiecīgu mēslojumu, kas iepriekšējā gadā nebija darīts; kalķošanas arī šoreiz neatkārtoja. Augs — vīķi, iesēti 23./V., uzdīga 28./V.—4./VI. Raža ievākta 3./X. Ražas svars šē uzdots gaissausā stāvoklī. Sēklas svērtas kopā ar pākstīm.



№ 5. 1928.

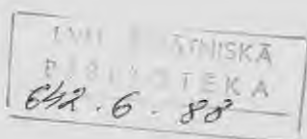
Kalķojums uz Rāmavas smiltsaugsnas. Nemēslots.



№ 6. 1928.

Kalķojums uz Rāmavas smiltsaugsnas. Mēslots.

Novērtējot šos rezultātus, jāatzīst, ka tie ļoti nedroši un svārstīgi, kļūdas gandrīz visos gadījumos pārsniedz pielaižamās robežas.



Nemēslosos traukos kaļķojums vispārīgi ražu gandrīz pavisam nav pacēlis. Mēslojums pats par sevi (nekaļķotos traukos) devis ievērojamu ražas pieaugumu, kaļķojuma izsauktais pieaugums svārstīgs un nedrošs. Izmēģinājums jāuzskata par neizdevušos.

Iemesls tādiem rezultātiem ir pārāk liels lietus daudzums 1928. gada vasarā. Tā kā mūsu veģetācijas namiņam nav stikla jumta, tad traukos pielija tik daudz ūdens, ka tas apakšējās daļās vairs neietilpa, bija jāizlej citos traukos un tur ilgi jāuzglabā, kamēr to atkal varēja saliet augsnei virsū. Tādēļ augu attīstība nenorisinājās normāli, daudzi zaļoja un ziedēja līdz pat ražas novākšanai. Lielais lietus daudzums jādodomā bija cēlonis arī augsnes reakcijas — pH — skaitļu pazeminājumam gandrīz visos gadījumos, kurpretim otrā gadā šie skaitļi bija pieauguši, salīdzinot ar pirmo gadu. Reakcija pārbaudīta 13./IX.

Reakcijas (pH) skaitļi. 1928. g.

N e m ē s l o t s U n g e d ū n g t							P i l n m ē s l o j u m s V o l l d ū n g u n g								
		Ca(OH) ₂		CaCO ₃		M e r g e l i s				Ca(OH) ₂		CaCO ₃		M e r g e l i s	
Nk	D	H	D	H	D	H	Nk	D	H	D	H	D	H	D	H
5,83	6,60	7,50	6,22	7,01	6,30	7,02	5,24	6,36	7,30	5,62	6,86	6,18	6,71		

Savelkot kopā trauku izmēģinājumu rezultātus ar smiltsaugsnu visos trijos gados, varam pieņemt šādus atzinumus:

1. Kaļķojums Rāmavas smiltsaugsnā traukos deva noteiktu ražas paaugstinājumu.

2. Ražas pieaugums no kaļķojuma ir tikpat liels ar mēslojumu, kā bez mēslojuma.

3. Mēslojums (pilnmēslojums) bez kaļķojuma deva apmēram tikpat lielu ražas pieaugumu, kā kaļķojums labākā gadījumā; augsnes skābā reakcija tā tad nav aizkavējusi ražas pieaugumu no mēslojuma.

4. Vislielākos ražas pieaugumus visos gados deva Ca(OH)₂; CaCO₃ un merģeļa iedarbība pirmajā gadā maz manāma; otrā un trešā gadā arī šo kaļķošanas līdzekļu ietekme noteikti izpaudās.

5. Pēc Hutchinson'a aplēstais kaļķojums visos gadījumos, izņemot tikai 3. gadā CaCO₃, deva augstākus ražas pieaugumus nekā pēc Daikuhara's aplēstais.

6. Reakcijas pH skaitļus kaļķojums stipri pacēlis visos gadījumos, bet pH=7 pirmajā gadā pārsniedza tikai Ca(OH)₂ H, otrā un

trešajā gadā arī pārējie kaļķošanas līdzekļi pēc H, bet pēc D kaļķotie trauki nevienā gadījumā $pH=7$ nerasniedza.

7. Kā kaļķojums, tāpat arī mēslojums paātrinājuši augu attīstību un nogatavošanos; pirmajā vietā arī šie $Ca(OH)_2$ H.

Kaļķošanas izmēģinājums smiltsaugsnā uz lauka Rāma vā.

Izmēģinājuma lauciņa augsna aprakstīta sākumā. Kaļķošanas līdzekļi lietoti tie paši, kā traukos, tikai $Ca(OH)_2$ vietā lietots sākumā aprakstītais CaO. Izmēģinājuma schēma arī tā pati: 1. nekaļķots un nemēslojums; kaļķoti, bet nemēslojums: 2. ar CaO, 3. ar $CaCO_3$, 4. ar mērgeli, 5. mēslojums, bet nekaļķots; mēslojums un kaļķoti: 6. ar CaO, 7. ar $CaCO_3$ un 8. ar mērgeli; te kaļķojums aplēsts pēc Daikuhara's; visi tie paši lauciņi atkārtojas ar kaļķojumu, aplēstu pēc Hutchinson's-a-MacLennan'a; pavisam schēmā tā tad 16 dažādi sarīkoti lauciņi. Izmēģinājums izdarīts trijos atkārtojumos, visā lauciņā tā tad $16 \times 3 = 48$ atsevišķi lauciņi.

Lauciņu sakārtojums.
Anordnung der Parzellen.

Daikuhara								Hutchinson							
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
NmNk	CaO	$CaCO_3$	Merg.	Pm	PmCaO	$PmCaCO_3$	PmMerg.	NmNk	CaO	$CaCO_3$	Merg.	Pm	PmCaO	$PmCaCO_3$	PmMerg.
Hutchinson								Daikuhara							
32.	31.	30.	29.	28.	27.	26.	25.	24.	23.	22.	21.	20.	19.	18.	17.
								PmMerg.	$PmCaCO_3$	PmCaO	Pm	Merg.	$CaCO_3$	CaO	NmNk
Daikuhara								Hutchinson							
33.	34.	35.	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.	44.	45.	46.	47.	48.

Še nozīmē: Nk = nekaļķots, *ungekalkt*
 Nm = nemēslojums, *ungedüngt*
 Pm = pilnmēslojums, *Volldüngung*
 Merg. = mērgelis, *Mergel*.

Dedzināts kaļķis še dots nevis kā dzēsts ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), bet kā nedzēsts (CaO) kaļķis. Starp lauciņiem bija aizsargjoslas 1 m platumā, lai kaļķojuma vai mēslojuma līdzekļus, augsnu apstrādājot, nepārvilktu no viena lauciņa otrā. Lauciņu lielums bija $2,5 \times 10 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$. Kaļķa vajadzība, kā norādīts pie trauku izmēģinājumiem, caurmērā bija: pēc Daikuhara's 0,08% CaCO_3 un pēc Hutchinson'a 0,24% CaCO_3 . Kaļķošanas līdzekļi tādēļ pielietoti: pēc Daikuhara's dedzināts kaļķis 2240 kg tīra CaO uz ha, jeb 80% dolomītkaļķa veidā 2800 kg ha, vai 7 kg uz lauciņa; pļavu resp. avotkaļķis (CaCO_3) 4000 kg tīra CaCO_3 uz ha, jeb 90% Stopiņu pļavu kaļķa veidā 4400 kg ha, vai 11 kg uz lauciņa; tikpat daudz tīra CaCO_3 jeb 18% mālaina mergēla veidā no Ģipsraga 22.300 kg ha, vai 56 kg uz lauciņa; pēc Hutchinson'a tīra CaO 6700 kg ha, jeb 80% dolomītkaļķa veidā 8400 kg ha, vai 21 kg uz lauciņa; tīra CaCO_3 12.000 kg ha, jeb 90% pļavu kaļķa veidā 13.000 kg ha, vai 33 kg uz lauciņa; 18% mālaina mergēla veidā 67.000 kg ha, vai 168 kg uz lauciņa.

Mēslojiem lauciņiem deva pilnmēslojumu, sastāvošu uz lauciņa no 1 kg tomasmiltu (4 kv/ha), 0,5 kg 40% kalijšāls (2 kv/ha) un 0,5 kg sērskābā ammonija (2 kv/ha).

Kaļķošanas līdzekļus uzlika uz attiecīgiem lauciņiem jau 1925. g. rudenī. Mēslojs 1926. g. pavasarī: tomasmilti un 40% kalijšāls 22. aprīlī un $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 27. maijā. 31. maijā iesēti šejienes 6-kanšu mieži. Tie uzdīga ap 4./VI. 3. septembrī mieži nopļauti un 25. oktobrī izkulti.

Lai gan izmēģinājuma vietā augsna pēc vispārējā rakstura un arī pēc reljefa ir vienāda, izrādās tomēr, ka tās īpašības vispār un arī auglība ir ļoti nevienādas, kas izpaudās stipri lielā ražu svārstībā. Šo augsnas nevienādību var konstatēt, ja pētī daudzās vietās visu profilu; tas pirms izmēģinājuma nebija izdarīts. Ražu lielās svārstības dēļ bija nepieciešama viņu izlīdzināšana, izslēdzot augsnas nevienādību pēc prof. Mitscherlich'a metodes. Pie tik liela dažādi sarīkotu lauciņu skaita (16) tas bija liels darbs. Pēc šādas izlīdzināšanas vidējās ražas bija šādas (sk. tabulu). Tā kā graudu ražas bija zemas (maksimālā no lauciņa ar pilnmēslojumu bez kaļķa nepilni 7 kv/ha), tad še apstrādāti gaissausu kopražu skaitļi. Tabulā ražas izteiktas kilogrammos caurmērā uz katru vienādi sarīkotu lauciņu.

Lauka izmēģinājums. *Feldversuch.*
Rānavas smiltsaugсна. Mieži, 1926. g.
Ražu tabula. *Erntetabelle. Gerste.*

	D a i k u h a r a		H u t c h i n s o n	
	Nemēslots <i>Ungedüngt</i>	Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>	Nemēslots <i>Ungedüngt</i>	Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>
Nekalķots . . . <i>Ungekalkt</i>	7,10 ± 1,07	7,96 ± 2,10	4,30 ± 1,09	5,86 ± 1,21
CaO	5,93 ± 1,40	8,19 ± 1,96	5,19 ± 1,32	6,95 ± 1,05
CaCO ₃	4,34 ± 0,98	8,22 ± 1,30	3,69 ± 1,72	5,59 ± 0,76
Mergelis	4,32 ± 0,71	8,79 ± 1,35	4,13 ± 1,40	5,75 ± 0,87

Tā kā schēma pēc Daikuhara's un pēc Hutchinson'a atkārtota pilnīgi līdz ar nekalkotiem laucīņiem, tad šo nekalkoto lauciņu skaits ir 2 reiz lielāks nekā vienādi kalkoto lauciņu skaits, t. i. 6. Tabulā pie skaitļu apstrādāšanas, izslēdzot augsnas nevienādību, ienākuši vidējie par katriem 3 lauciņiem atsevišķi. Aplešot vidējos no visiem sešiem attiecīgiem lauciņiem, dabūjam: nekalkoto un nemēsloto lauciņu vidējais = $5,70 \pm 0,76$, un nekalkoto mēsloto lauciņu vidējais = $6,91 \pm 1,21$. Turpmāk, skaitļus pārrunājot, skaitīsimies ar šiem pēdējiem skaitļiem.

Uzskates dēļ attēlosim arī šie skaitļus grafiski (sk. 47. lpp.).

Novērtējot iegūtos rezultātus, jāatzīmē, ka tie nedroši, jo vienādi sarīkoto lauciņu ražas stipri svārstīgas, galvenā kārtā augsnas nevienādības, bet arī nezāļu un c. iemeslu dēļ. Mičerliha augsnas nevienādības izslēgšanas metodes pielietošana nav varējusi novērst lielās vidējo skaitļu kļūdas: tās visas stipri pārsniedz 3% no vidējiem ražas skaitļiem, kādēļ patstāvīgi, droši slēdzieni uz šī izmēģinājuma pamata vien nav iespējami, kas izpaužas arī aplešot nedaudzo pozitīvo starpību kļūdas; tās divkārtotas pārsniedz pašas starpības.

Ja nu tomēr uzstādām jautājumu, vai kalķojums vispārīgi devis ražas pieaugumu, tad jākonstatē, ka uz nemēslotiem lauciņiem vienīgi tikai CaO D ir devis ļoti niecīgu un nedrošu ražas pieaugumu, visos pārējos lauciņos kalķojums izsaucis ražas dēpresiju (samazinājumu), vislielāko CaCO₃ H. Mēslotos lauciņos šī dēpresija izteikusies mazāk spilgti un tikai

lauciņos, kas kaļķoti pēc Hutchinson'a, turpretim pēc Daikuhara's kaļķotie devuši gan mazu un nedrošu, tomēr ražas pieaugumu. Iespajds tāds, ka jolielāks kaļķa devums, jo tas vairāk kaitējis, un ka pilnmēslojums samazinājis kaļķa ļauno ietekmi.

Mēslojums pats par sevi bez kaļķojuma devis tikai nelielu un nedrošu ražas pieaugumu.

No kaļķošanas līdzekļiem vismazāk ražai kaitējis dedzināts kaļķis, jo negatīvu rezultātu tas devis tikai nemēslotos lauciņos un pie lielākā (pēc Hutchinson'a) devuma; vislielāko dēpresiju ir izsaucis CaCO_3 .

Kaļķošanas vajadzības noteikšanas metožu salīdzināšanai te maz pamata. Zināmu pamatu varbūt var atrast, apļešot vidējās ražas no visiem pēc Daikuhara's kaļķotiem un vidējās no pēc Hutchinson'a kaļķotiem lauciņiem un šās vidējās salīdzinot; pie tam nemēsloto lauciņu vidējās ražas pēc abām metodēm kaļķojot ir negatīvas, t. i. tās ir zemākas par nekaļķoto lauciņu ražām, tādēļ viņu salīdzināšana atkrīt. Izdarot minēto aplēsumu mēslojiem lauciņiem, dabūjam

vidējās ražas pēc Daikuhara's kaļķotiem lauciņiem	8,40 ± 0,91
" " " Hutchinson'a " "	6,10 ± 0,52
starpība ± M	2,30 ± 1,05

Starpība puslīdz droša (jo 2 reiz pārsniedz starpības kļūdu), par labu Daikuhara's (apmaiņas skābuma) metodei.

Augsnas reakcija pārbaudīta, ņemot caurmēra paraugus no vienādi sarīkoti lauciņiem no 1. un no 3. atkārtojuma apm. 10 cm dziļumā.

Reakcijas (pH) skaitļi 1926. g. Rāmavas smiltsaugsnā.
Mieži.

NkNm	NkPm	CaO		CaCO ₃		Mērgelis	
		D	H	D	H	D	H
5,69	5,33	5,93	6,68	6,04	6,66	5,71	6,17

Tā kā nevienā vietā reakcija nav pilnīgi neitrālizēta (līdz pH = 7), tad skaidrs, ka augšā minētā negatīvā kaļķojuma ietekme nav pārkaļķošanas vaina.

Otrā, 1927. gadā izmēģinājums turpināts ar lopbarības bietēm. Kaļķojums, saprotams, nav atkārtots, bet mēslojums mēslojamiem lauciņiem atkārtots tas pats, kas iepriekšējā gadā. Mēsli uzkaisīti 30. maijā un iestrādāti ar kultivatoru. Bietes stādītas 14. un 15. jūnijā. Pēc iestādīšanas bietes tūlī aplaistītas un 18. jūnijā aplaistītas otrreiz. Biešu rindas bija 50 cm attālumā viena no otras un tādā pašā attālumā viens no otra arī atsevišķie stādiņi rindā; uz katra lauciņa iznāca 5 rindas, à 20 stādiņu, kopā 100. Pa augšanas laiku bietes 3 reiz ravētas un rušinātas — kaplētas (6./VII., 27./VII. un 23./VIII.). 22. jūlijā uznāca krusa ar stipru lietu. Krusa stipri nokapāja bietēm lapas un pār lauciņiem plūdušā ūdens straume varēja pa daļai pārskalot mēslojumu no viena lauciņa otrā. Raža novākta 10. septembrī, rūpīgi notīrot zemi. Pēc nožūšanas (gaissausas) bietes nosvērtas. Ražā uzdots tikai sakņu svars.

Izkritušo biešu skaits uz dažiem lauciņiem bija diezgan prāvs; uzaugušo biešu skaits uz lauciņa svārstījās no 70 līdz 95. Tā kā izkritušo stādu skaits caurmērā bija lielāks tur, kur arī vispārīgi augums bija vājāks, un tārpī vai citi individuāli kaitekļi pie nonīkušiem augiem nebija novēroti, tad biešu izkrišana arī bija sliktāko augsnas īpašību sekas un tā atspoguļojās ražas lielumā. Tādēļ ražas uzdotas bez korrigējumiem uz izkritušo biešu vietām (faktiski ievāktā raža). Tabulā uzdotas ražas kilogrammos pēc augsnas nevienādības izslēgšanas pēc Mičerlicha.

Rānavas smiltsaugсна. Bietes. 1927. g.
Ražu tabula. *Erntetabelle. Rüben.*

	Daikuhara		Hutchinson	
	Nemēslots <i>Ungedüngt</i>	Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>	Nemēslots <i>Ungedüngt</i>	Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>
Nekaļķots <i>Ungekalkt</i>	17,4 ± 2,60	45,2 ± 7,97	12,8 ± 7,28	48,2 ± 9,78
CaO	32,5 ± 3,61	72,2 ± 6,09	29,6 ± 7,23	54,4 ± 12,40
CaCO ₃	25,9 ± 6,37	61,6 ± 4,90	32,2 ± 6,51	48,3 ± 8,39
Merģelis	15,5 ± 3,82	53,6 ± 4,40	27,2 ± 8,48	53,5 ± 9,84

Še, tāpat kā iepriekšējā gada izmēģinājuma rezultātu skaitļos, nekaļķoto lauciņu ražas uzdotas tabulā vidējās par katriem 3 lauciņiem, bet grafiskā attēlojumā (sk. 47. lpp.) vidējās par katriem 6 lau-

ciņiem, t. i. nemēslotiem un nekaļķotiem $15,1 \pm 3,86$ un mēslotiem, bet nekaļķotiem $46,7 \pm 6,30$. Arī pie datu novērtēšanas salīdzinājumi izdarīti ar šiem vidējiem. Arī šī gada biešu ražas skaitļi tikai pa daļai drošāki, nekā miežu ražas skaitļi iepriekšējā gadā. Svārstības arī šeit lielas, kādēļ arī vidējo skaitļu kļūdas lielas.

Lai skaidrāk būtu redzams, kurus rezultātus var uzskatīt par drošākiem, savilksim arī ražu starpības tabulā un aplēsīsim viņu kļūdas.

Starpību kļūdas. *Differenzfehler.*
Rāmavas smiltsaugсна. Bietes. 1927. g.

Kaļķojums <i>Kalkung</i>	Nemēslots <i>Ungeüngt</i>		Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>	
	Daikuhara	Hutchinson	Daikuhara	Hutchinson
Nekaļķots <i>Ungekalkt</i>	$15,1 \pm 3,86$		$46,7 \pm 6,30$	
CaO	$32,5 \pm 3,61$	$29,6 \pm 7,23$	$72,2 \pm 6,09$	$54,4 \pm 12,40$
	$-15,1 \pm 3,86$	$-15,1 \pm 3,86$	$-46,7 \pm 6,30$	$-46,7 \pm 6,30$
	$17,4 \pm 5,29$	$14,5 \pm 8,19$	$25,5 \pm 8,76$	$7,7 \pm 13,90$
CaCO ₃	$25,9 \pm 6,37$	$32,2 \pm 6,51$	$61,6 \pm 4,90$	$48,3 \pm 8,39$
	$-15,1 \pm 3,86$	$-15,1 \pm 3,86$	$-46,7 \pm 6,30$	$-46,7 \pm 6,30$
	$10,8 \pm 7,44$	$17,1 \pm 7,57$	$14,9 \pm 7,98$	$1,6 \pm 10,50$
Mergelis	$15,5 \pm 3,82$	$27,3 \pm 8,48$	$53,6 \pm 4,40$	$53,5 \pm 9,84$
	$-15,1 \pm 3,86$	$-15,1 \pm 3,86$	$-46,7 \pm 6,30$	$-46,7 \pm 6,30$
	$0,4 \pm 5,43$	$12,2 \pm 9,32$	$6,9 \pm 7,68$	$6,8 \pm 11,70$

Nemot vērā šīs starpību kļūdas, var teikt, ka puslīdz drošu pieaugumu nemēslos laucīnos devuši: kaļķojums ar CaO pēc Daikuhara's un ar CaO un CaCO₃ pēc Hutchinson'a; mēslos laucīnos puslīdz drošs pieaugums kaļķotos ar CaO un CaCO₃ pēc Daikuhara's, turpretim kaļķotos pēc Hutchinson'a visos gadījumos pieaugums nedrošs. Tātad pēc Daikuhara's kaļķojumam ir labāki panākumi mēslos laucīnos, turpretim pēc Hutchinson'a — nemēslos. Tomēr kopumā kaļķojums pēc Daikuhara's bietēm ir devis labākus panākumus nekā pēc Hutchinson'a. Negatīvu panākumu — ražas dēpresijas — šoreiz nebija.

Salīdzinot kalpošanas līdzekļus, izrādās, ka vislabāk darbojies CaO, tad CaCO₃, bet merģelis nav devis droša pieauguma.

Jāpiezīmē, ka dotais mēslojums bez kalpojuma bietēm devis daudz lielāku un drošāku ražas pieaugumu nekā kalpojums, te starpības kļūda mazāka: starpība = $46,7 \pm 6,30 - 15,1 \pm 3,86 = 31,6 \pm 7,4$. Arī pēc grafikas redzams, ka bietēm mēslojuma ietekme izpaudusies daudz noteiktāk nekā miežiem iepriekšējā gadā.

1928. gadā izmēģinājuma lauciņš apsēts ar zālēm un tā pievienots blakus esošam saimniecības zālājam. Šinī pirmajā zālāja gadā lauciņš tomēr bija tik lielā mērā pārņemts nezālēm, ka izdarīt ražu salīdzinājumus nebija iespējams. Intensīvā nezāļu augšana un iesēto zāļu nomākšana izskaidrojama, liekas, ar pārāk lielu lietus daudzumu šā gada vasarā, kas jau atzīmēts pie trauku izmēģinājumiem.

Arī 1929. g. ražu salīdzinājums uz atsevišķiem lauciņiem pēc ārējā izskata nesolīja noteiktu rezultātu, kādēļ ražas nav salīdzinātas. Novēroja tikai, ka āboliņš, kas arī bija zāļu maisījumā, dažās vietās auga, citās neauga. Tā kā āboliņa neaugšanu parasti uzskata par vienu no kalņa trūkuma pazīmēm, tad paņēma augsnes paraugus no vietām, kur āboliņš neauga, un no vietām blakus, kur āboliņš auga, un noteica tais reakcijas skaitļus (pH ūdens un CaCl₂ uzduļķojumos) un apmaiņas bāzes (CaO, K₂O un dažos paraugos arī MnO), lai redzētu, vai ir kāda sakarība šiem datiem ar āboliņa augšanu.

	Rāmavas smiltsaugсна	pH ūd. uzduļķ.	pH CaCl ₂ uzduļķ.	Apmāinas bāzes %		
				CaO	K ₂ O	MnO
1.	Āboliņš neaug	7,53	6,42	0,277	0,0063	Zimes
2.	" aug	6,07	4,56	0,167	0,0122	0,00032
3.	" neaug	6,95	—	0,107	0,00435	
4.	" aug	5,95	—	0,063	0,0047	0,0006
5.	" neaug	6,77		0,135	0,0045	0,00023
6.	" aug	5,47		0,064	0,0034	

Kā redzams no tabulas, āboliņš neaug tur, kur pH ūdens uzduļķojumā pāri par 6,50, kas pilnīgi atbilst O. Arrhenius'a tabulai (Lauku darbs un zinātne, 1929. g., 63. lpp.). Tā kā pH šē pacelts ar kalpojumu, tad dabiski, ka apmaiņas CaO %

augstāks tur, kur augstāks pH, un āboliņš aug labāk tur, kur CaO % mazāks; šī likumība šē tomēr pilnīgi neattaisnojas, jo Nr. 2 ir izņēmums. Attiecībā uz K₂O un MnO nekāda likumība šē nav izredzama.

1930. g. bija iespējams salīdzināt zālāja siena ražas, lai gan tikai uz a) mēģelotiem, b) mēslojiem bez kaļķa un c) nemēslojiem un nekaļķotiem laucīņiem (pārējos raža bija ļoti nenoteikta). Noteica arī ražu paraugu botanisko sastāvu. Šā salīdzinājuma rezultāti apkopoti tabulā.

Sienu vidējās ražas kg uz lauciņa un viņu botaniskais sastāvs.

Mittlere Heuernten in kg je Parzelle und ihre botanische Zusammensetzung.

	Nemēslojs <i>Ungedüngt</i>			Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>		
	Nk	Mēģelis		Nk	Mēģelis	
		Daļkuhara	Hutchinson		Daļkuhara	Hutchinson
Reakcijas skaitl. pH	5,36	5,88	6,26	5,43	5,80	6,6
Sienu ražas	5,3±0,59	5,6±1,54	7,1±1,3	6,6±1,07	8,3±1,12	7,9±1,4
<i>Heuernten</i>		— 5,3±0,59	— 5,3±0,59	— 5,3±0,59	— 6,6±1,07	— 6,6±1,07
		0,3±1,65	1,8±1,43	1,3±1,22	1,7±1,26	1,3±1,52
Sienu botaniskais sastāvs:						
Timotiņš	49,76%	41,93%	53,36%	56,55%	41,19%	74,98%
<i>Timoteigras</i>						
Āboliņš	3,28%	3,18%	10,51%	13,76%	2,40%	3,32%
<i>Klee</i>						
	13,96%	14,61%	6,00%	8,75%	26,16%	1,62%
Skābenes	15,18%	7,88%	0,78%	4,60%	0,48%	1,32%
<i>Sauerampfer</i>						
Citas sīkas zāles <i>Andere kleine Gräser</i>	17,82%	32,40%	29,35%	16,34%	29,77%	18,76%

Arī te kļūdas ir par lielām, lai uz skaitļu pamata varētu nākt pie drošiem slēdzieniem. Mēģelējuma labvēlīgā ietekme tomēr vēl diezgan skaidri izpaudusies ražā arī šinī 5. gadā pēc kaļķošanas, lai gan ražu pieaugums nav liels. Tas pats jāsaķa arī attiecībā uz mēslojuma ietekmi.

Mēsłotos lauciņos labāki panākumi merģeļojumam pēc Daikuhara's (lai gan starpība nav liela), nemēsłotos turpretim pēc Hutchinson'a. Arī mēsłojums nekaļķotos lauciņos devis m a z u ražas pieaugumu.

Ne reiz vien runāts un rakstīts, ka skābeņu daudzums zelmenī norāda uz kaļķa trūkumu augsnā, resp. tās skābo reakciju; arī āboliņš neaugot skābā augsnā, bet labāk padodoties neutrālā. Tādēļ izmēģinājumu lauciņa zālāja ražas botaniskā sastāvā jāpiegriež galvenā vērība taisni šiem augiem. Attiecībā uz skābeni (*Rumex acetosella*) nemēsłotos lauciņos redzam, ka te pieņemtais uzskats attaisnojas: nekaļķotos lauciņos skābeņu caurmērā 15,18%, merģeļotos pēc Daikuhara's 7,88% un merģeļotos pēc Hutchinson'a 0,78%; mēsłotos lauciņos arī visvairāk skābeņu nemerģeļotos lauciņos — 4,60%, bet merģeļotos pēc Daikuhara's 0,48% un pēc Hutchinson'a 1,32%, lai gan šē likumība mazāk spilgti izteicas. Interesanti, ka arī mēsłojums pats par sevi, bez merģeļojuma ievērojami samazinājis skābeņu daudzumu: nemerģeļotos un nemēsłotos lauciņos 15,18%, bet mēsłotos tikai 4—6%, lai gan augsnas reakcija šinīs lauciņos gandrīz vienāda.

Attiecībā uz āboliņu varētu sagaidīt, ka vislielākais āboliņa procents būs merģeļotos lauciņos, jo šo lauciņu augsnas reakcija arī pēc Arrhenius'a tabulas atbilst āboliņa optimumam. Īstenībā tas tomēr tā nav, jo vislielākais procents ir taisni nemerģeļotos nemēsłotos lauciņos. Liekas tā tad, ka āboliņa ievairošanos lielākā mērā ietekmējuši citi apstākļi, nekā augsnas reakcija un merģeļa piedeva.

Savelkot kopā rezultātus par lauka izmēģinājumiem Rāmavas smiltsaugsnā, jāatzīmē, ka 1926. g. izmēģinājums ar miežiem nav devis noteiktus rezultātus. 1927. g. rezultāti ar bietēm ir jau noteiktāki, un tos var salīdzināt arī ar trauku izmēģinājumu rezultātiem ar to pašu augsnu.

Slēdzienos varētu atzīmēt sekojošo:

1. Kaļķojums uz lauka, tāpat kā traukos, Rāmavas smiltsaugsnā deva ražas pieaugumu.

2. Mēslojums bez kaļķa traukos un uz lauka deva ražas pieaugumu lielāku un drošāku nekā kaļķojuma labākā gadījumā; tā tad skābā augsnes reakcija neaizkavēja ražas pacelšanos ar mēslojumu.

3. No kaļķošanas līdzekļiem uz lauka, tāpat kā traukos, vislabākos rezultātus deva CaO, tad nāk CaCO₃; mergelis pirmajos gados nav devis noteikta ražas pieauguma. Tā labvēlīga ietekme novērojama 1930. g.

4. Pēc Daikuhara's (apmaiņas skābuma) aplēstais kaļķojums uz lauka visumā deva labākus rezultātus nekā pēc Hutchinson'a (hidrolītiskā skābuma) aplēstais. Traukos otrādi.

5. Reakcijas (pH) skaitļus kaļķojums uz lauka paaugstinājis, bet pH=7 nav sasniegts; turpretim traukos ne tikai CaO, bet arī pārējie kaļķošanas līdzekļi turpmākos gados pārsnieguši pH=7.

6. 1929. g. āboliņš neaug tur, kur pH pārsniedz 6,5.

7. Mergēlojuma labvēlīgā ietekme puslīdz skaidri izpaudās ražā vēl 1930. g. (piektajā pēc kaļķošanas).

8. Skābeņu (*Rumex acetosella*) % zāļu maisījumā lielāks nemerģelotos (nekaļķotos) lauciņos (15,18%) nekā merģelotos (pēc Daikuhara's 7,88%, pēc Hutchinson'a 0,78%).

9. Mēslojums bez kaļķojuma ievērojami samazinājis skābeņu procentu zāļu maisījumā (4—6%).

10. Vislielākais āboliņa procents zālājā nekaļķotos, bet mēslotos lauciņos, lai gan bija sagaidāms otrāds rezultāts.

B. Izmēģinājumi ar Rāmavas kūdraino augsnu.

Kūdrainā augsna atrodas apmēram pret vidu Rāmavas tīrumiem, uz kāpu (priežu meža) pusi no vecās šosejas, un dažas desmitis metru platā joslā turpinās ieslīpi pār tīrumiem no minētās vecās šosejas līdz pat kāpām. Jādomā, šī kūdrainā augsna veidojusies nedziļā, sākumā minētās Daugavas attekas straumes ierautā iedobumā, kas bija dziļāks par attekas gultnes dibenu, kādēļ tur turējās ūdens arī tad vēl, kad atteka bija jau tapusi sausa. Šis liekais mitrums aizkavēja iedobumā nokļuvušo organisko vielu sadalīšanos un izveidoja tur kūdru. Tā kā kūdrainā vieta ieņem salīdzinot nelielu teritoriju, tad tā nav izdalīta atsevišķi, bet ņemta jau sen kultūrā kopā ar apkārtējo minerālaugsnu. Tagad tā jau labi sadalījusies, lielākā daļa drenēta gadu 20 atpakaļ. Kūdrainā kārtā diezgan nevienāda dzi-

ļuma — no pāris desmitīm centimetru līdz 2 m un vairāk. Izmēģinājums notika vienā no plānākām vietām, tuvu pie kāpām. Apakš kūdrainās kārtas — smilts. Arī še, jādōmā sakarā ar kūdrainās kārtas nevienādu dziļumu, augsnas īpašības ļoti nevienādas, lai gan reljefs pilnīgi līdzens.

Priv. doc. K. Bamberga izdarītā izmēģinājuma vietas caurmēra parauga (no kūdrainās kārtas) 10% sālsskābes izvilkuma analīze deva šādus rezultātus, kas aplēsti procentos no absolūti sausas augsnas.

Rāmavas kūdrainās augsnas ķīmiskās analīzes 10% HCl izvilkumā rezultāti % %.

Analysenresultate des 10% HCl Auszuges des torfigen Bodens von Rāmava in % %.

Mitrums <i>Feuchtigkeit</i>	Trūds <i>Humus</i>	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	pH (ūdenī) (in H ₂ O)
6,35	49,09	0,131	1,074	0,131	1,172	0,072	4,21

Augstais trūda saturs liecina, ka šī augsna reiz bijusi kūdra, bet tagad jau stipri minerālizējusies. Salīdzinot ar Rāmavas smilšaino augsnu, šī augsna ir bagātāka ar trūdu, fōsforskābi un visām pārējām 10% sālsskābes izvilkumā noteiktām sastāvdaļām; reakcija mazliet skābāka — pH skaitlis zemāks.

Fizioloģiskā analīze pēc Mičerliha uzrādīja, ka bez P₂O₅ mēslojuma augsna dod 40,21% no visaugstākās ar P₂O₅ devumiem iespējamās ražas. Augsna ar kultūru stipri uzlabota un pret skābumu mazāk jūtīgas kultūras dod apmierinošas ražas (piem. auzas). Kaļķojumam nu vajadzēja, starp citu, rādīt, vai, reakciju rēgulējot, nevar padarīt to noderīgu arī pret reakciju jūtīgākām kultūrām, piem. miežiem, bietēm un t. l.

Kaļķa vajadzība noteikta gluži tāpat kā aprakstīts pie smiltsaugsnas un bija: pēc Daikuhara's 0,24% CaCO₃ no augsnas svara; pēc Hutchinson'a 0,72% CaCO₃ no augsnas svara. Kaļķošanas līdzekļi lietoti tie paši, kas aprakstīti pie smiltsaugsnas; arī izmēģinājumu schēma tā pati. Vispārīgi izmēģinājumi ar abām augsnām izdarīti parallēli, tanī pašā laikā, tehnika viena un tā pati un t. t., kādēļ tehnikas apraksta še neatkārtošu, norādīšu tikai uz to, kas še darīts citādi nekā ar smiltsaugsnu. Arī še aprakstīsim papriekš izmēģinājumus traukos.

Kaļķošanas izmēģinājumi Rāmavas kūdrainā
augsnā traukos.

Tā kā kūdrainās augsnes tilpuma svars mazāks nekā smiltsaugsnas tilpuma svars, tad te traukā varēja ievietot tikai 4000 g (4 kg) augsnes. Augsnas higroskopiskā ūdens saturs bija 54,06%. Saskaņā ar augšā atzīmēto kaļķa vajadzību, pēc Daikuhara's kaļķotiem traukiem dots 7,2 g tīra Ca(OH)_2 vai 9,6 g tīra CaCO_3 ik traukam un pēc Hutchison'a kaļķotiem attiecīgi 21,4 g tīra Ca(OH)_2 vai 28,8 g tīra CaCO_3 ik traukam, aplešot attiecīgo kaļķošanas līdzekļu daudzumu saskaņā ar to analīzes rezultātiem. Mēslojums mēslojumiem traukiem dots tas pats, kas smiltsaugsnas izmēģinājumā: 0,6 g 40% kalijšāls, 1,2% 16% tomasmiltu un 0,6 g $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (sērskābā amonija) ik traukam. 1926. g. augs — mieži.

Mieži iesēti 22./V. Uzdīga 24.—29. maijam. Atstāti 30 asni. Raža novākta 13. augustā. Ražas izteiktas grammos.

Ražu tabula trauku izmēģinājumam 1926. g.
Rāmavas kūdrainā augsna. Mieži.
*Erntetabelle. Gefäßversuch 1926. Gerste.
Torfiger Sandboden v. Rāmava.*

Kaļķošanas līdzekļi <i>Kalkungsmittel</i>	Nemēslots <i>Ungedüngt</i>				Pīnmēslojums <i>Volldüngung</i>			
	Daikuhara		Hutchinson		Daikuhara		Hutchinson	
	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>
Ca(OH)_2	7,56±0,44	7,18±0,02	21,73±0,75	17,61±0,21	15,82±0,45	12,95±0,13	26,72±0,15	22,06±0,28
CaCO_3	6,25±0,45	5,09±0,28	9,49±0,06	7,13±0,01	12,30±0,38	10,76±0,47	14,41±0,75	12,66±0,49
Mergelis	6,67±0,01	5,23±0,02	9,71±0,18	7,02±0,36	12,64±0,01	10,86±0,28	14,47±0,37	12,49±0,14
Nekalkots <i>Ungekalkt</i>		Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>			Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	
		5,85±0,07	4,36±0,02			11,07±0,89	9,72±0,25	

Rezultātu kvalitāte šē mazliet labāka nekā izmēģinājumā ar smiltsaugsnu šīnī pašā gadā, jo lielākā daļā skaitļu vidējā kļūda ne-

pārsniedz 3% no vidējās ražas. Starpības starp nekaļķotiem un kaļķotiem traukiem arī ir drošas, izņemot 3 gadījumus, kur starpības vismazākās. Uzskates dēļ pievienosim arī šī izmēģinājuma rezultātus grafikā 47. lpp. un augušu augu fotogrāfijas.



№ 7. 1926.

Kaļķojums uz Rānavas kūdrainās augsnes. Nemēslots.



№ 8. 1926.

Kaļķojums uz Rānavas kūdrainās augsnes. Mēslots.

Arī šoreiz, spriežot par kaļķojuma ietekmi kūdrainā Rānavas augsnā, ņemsim vērā vērtīgāko ražas sastāvdaļu — miežu graudus. Nemēslotos traukos drošu ražas pieaugumu devuši visi kaļķojumi, izņemot tikai $\text{CaCO}_3 \text{ D}$, no kuŗa pieaugums gan ir, bet nedrošs. Tomēr ražas pieaugumi nav visi vienādi: $\text{Ca(OH)}_2 \text{ D} = 1,71 \pm 0,45 \text{ g}$ (29,23%); $\text{Ca(OH)}_2 \text{ H} = 15,88 \pm 0,75$ (271,40%); $\text{CaCO}_3 \text{ H} = 3,64 \pm 0,09$ (62,23%); mergelis

pēc $D = 0,82 \pm 0,07$ (14,02%); mērgelis $H = 3,86 \pm 0,19$ (66,00%). Mēslosos traukos arī drošs pieaugums konstatēts visur, izņemot CaCO_3 un mērgeli pēc Daikuhara's. Pieauguma lielums arī te tikpat nevienāds: Ca(OH)_2 $D = 4,75 \pm 0,99$ g (42,91%); Ca(OH)_2 $H = 15,65 \pm 0,90$ (141,38%); CaCO_3 $H = 3,34 \pm 1,16$ (30,18%); mērgelis $H = 3,40 \pm 0,96$ g (30,80%). — Mēslojums vien, bez kaļķojuma arī devis pieaugumu = 5,22 g (89,23%), raža gandrīz divkārošusies. Tas rāda, ka arī šē kūdrainā augsnā tās skābums nav aizkavējis mēslojuma iedarbību — ražas pacelšanu.

Še tāpat kā smiltsaugsnā no kaļķošanas līdzekļiem vislabākos rezultātus pirmajā gadā deva Ca(OH)_2 , bet arī pārējie kaļķošanas līdzekļi šē deva lielākus ražas pieaugumus nekā ar smiltsaugsnu.

Arī šē pēc Hutchinson'a aplēstais kaļķa devums visos gadījumos devis nesalīdzināmi lielākus ražas pieaugumus, nekā pēc Daikuhara's aplēstais.

Vispārīgi kaļķojums kūdrainā augsnā deva daudz lielāku efektu nekā smiltsaugsnā.

Pa veģetācijas laiku izdarīti vēl šādi novērojumi. Augsnas reakcija pārbaudīta 19. augustā un uzrādīja šādus pH skaitļus:

Nemēslots <i>Ungedüngt</i>							Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>								
		Ca(OH)_2		CaCO_3		Mērgelis				Ca(OH)_2		CaCO_3		Mērgelis	
Nk	D	H	D	H	D	H	Nk	D	H	D	H	D	H	D	H
4,95	5,95	6,87	5,36	5,91	5,36	6,35	4,73	5,52	6,77	5,14	5,96	5,19	6,37		

Sakarā ar kūdrainās augsnas lielāku buferspēju pH nekur nav novests līdz 7, lai gan kaļķošanas līdzekļu šai augsnai dots apm. 3-reiz vairāk nekā smiltsaugsnai.

Kaļķojuma ietekme uz nogatavošanās ātrumu nav izpaudusies noteiktā likumā, tomēr, liekas, ka stiprāks kaļķojums to mazliet paātrinājis (nogat. sākums nemēslosos traukos: Ca(OH)_2 un CaCO_3 pēc Hutchinson'a 6./VIII., Ca(OH)_2 D — 7./VIII., pārējie nemēslojotie 8.—10. VIII.). Lielāka ietekme uz nogatavošanās ātrumu bija mēslojumam nekā kaļķojumam, jo mēslojošo trauku nogatavošanās sākums bija 2.—5. VIII.

1927. gadā izmēģinājums turpināts arī šē. Viss, kas teikts par tā paša gada izmēģinājuma turpinājuma sagatavošanu ar smiltsaugu, attiecas arī uz šo izmēģinājumu, kādēļ neatkārtos. Sinepes, iesētas 8./VI., uzdīga 15.—24. jūnijā. Raža novākta 25. aug.

Ražu tabula trauku izmēģinājumam 1927. g. Rāmavas kūdrainā augsna. Sinepes.

Erntetabelle. Gefässversuch 1927. Senf. Torfiger Sandboden v. Rāmava.

Kalpošanas līdzekļi <i>Kalkungsmittel</i>	Nemēslots <i>Ungedüngt</i>				Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>			
	Daikuhara		Hutchinson		Daikuhara		Hutchinson	
	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>
Ca(OH) ₂	3,52±0,19	2,02±0,14	11,39±0,09	3,69±0,31	5,70±0,45	3,09±0,94	13,11±1,05	4,62±0,53
CaCO ₃	2,98±0,37	1,94±0,03	6,89±0,87	3,47±0,67	4,37±0,24	2,75±0,12	8,27±1,26	4,02±0,63
Mergelis	2,12±0,17	1,43±0,17	9,71±1,25	4,39±0,19	4,80±0,01	2,56±0,51	8,00±1,32	4,04±0,40
Nekalkots <i>Ungekalkt</i>		Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>			Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	
		2,42±1,46	2,59±0,68			5,96±1,58	3,30±0,77	



№ 9. 1927.

Kalpojums uz Rāmavas kūdrainās augsnas. Nemēslojs.

To pašu iemeslu dēļ, kas aprādīti tā paša gada izmēģinājuma aprakstā ar smiltsaugnu (ka sēklas nācās iesēt pārāk mitrā augsnā), un tādēļ, ka mēslojums nebija atkārtots, arī šē ražas iznāca zemas un svārstīgas un kļūdas lielas. Sevišķi lielas kļūdas ir nekaļķoto trauku ražām. Šā iemesla dēļ kaļķoto trauku ražas salīdzināsim nevis ar nekaļķoto trauku vidējām ražām, bet ar lielāko no divām, no kuŗām vidējā sastādās; ar to slēdzienu drošība pieaugs. Nemēsloto trauku ražu salīdzināšanai tad būtu raža 3,59 g un mēsloto trauku ražu salīdzināšanai 7,22 g.

Ja nu to darām, tad jākonstatē, ka nemēslotos traukos drošus ražas pieaugumus deva tikai Ca(OH)_2 un mergelis, aplēsti pēc Hutchinson'a; bet CaCO_3 tāpat aplēsts deva tikai nedrošu ražas pieaugumu. No mēslotiem traukiem tikai Ca(OH)_2 H deva noteikturažas paaugstinājumu; pārējās starpības nedrošas.

Tā tad arī otrā gadā pārējos kaļķošanas līdzekļus pārspēja Ca(OH)_2 , un kaļķa devums pēc Hutchinson'a izrādījās pareizāks, jo devumi pēc Daikuhara's nevienā gadījumā nedeva cik necik drošus ražas pieaugumus.

Augsnas reakcija pārbaudīta 11. augustā.

Nemēslots <i>Ungedüngt</i>							Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>								
		Ca(OH)_2		CaCO_3		Mergelis				Ca(OH)_2		CaCO_3		Mergelis	
Nk		D	H	D	H	D	H	Nk	D	H	D	H	D	H	H
		4,79	5,60	6,79	5,18	6,27	5,25	6,19	4,77	5,47		5,11	5,88	5,47	6,05

Kā redzams, augsnas skābuma neitralizācija nav turpinājusies, bet gājusi pat mazliet atpakaļ, salīdzinot ar iepriekšējo gadu.

Uz sinepju nogatavošanās ātrumu kaļķojuma ietekme šinī gadā nebija novērojama.

Arī trešajā 1928. gada izmēģinājums turpināts. Izmēģinājuma tehnikas apraksta šē neatkārtosu, jo tā bija pilnīgi tā pati, kā augšā aprakstītā ar smiltsaugnu šai pašā gadā.

Ražu tabula trauku izmēģinājumam 1928. g. Rāmavas kūdrainā augsna. Viķi.

Erntetabelle. Gefäßversuch 1928. Wicke. Torfiger Sandboden v. Rāmava.

Kaļķošanas līdzekļi <i>Kalkungsmittel</i>	N e m ē s l o t s <i>Ungedüngt</i>				P i l n m ē s l o j u m s <i>Volldüngung</i>			
	Daikuhara		Hutchinson		Daikuhara		Hutchinson	
	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>
Ca(OH) ₂	16,31±1,32	8,34±0,51	6,26±0,41	6,56±0,12	34,57	16,65	28,48±1,21	13,83±0,49
CaCO ₃	14,02±2,00	7,84±0,21	9,02±0,49	5,70±0,31	37,15	16,57	26,66±0,12	20,26±5,61
Mergelis	12,92±2,66	7,40±1,17	9,25±0,17	5,51±1,25	38,31±0,40	14,60±1,24	35,91±0,04	15,76±0,49
Nekalķots . . . <i>Ungekalkt</i>		Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>			Graudi <i>Korn</i>	Salmi <i>Stroh</i>	
		9,60±1,67	5,43±0,42			22,47±6,60	12,18±3,70	

Ca(OH)₂ D un CaCO₃ D skaitļiem nav uzrādīts kļūdas lielums; tas tādēļ, ka šie uzdoti tikai ik viena trauka ražu skaitļi, jo otros traukos augi attīstījās nenormāli. Mēslojošo nekalkoto trauku ražas skaitlis ar ārkārtīgi lielu vidējo kļūdu; aritmētiskais vidējais te sastādās (graudu ražai) no 17,45 un 27,50. Lai kaļķojuma ietekmi ne novērtētu par augstu, te varbūt būtu vietā kaļķoto trauku ražas salīdzināt ar lielāko skaitli no diviem. Tas te tomēr nav darīts, jo starpība ir pārāk liela (lai gan augi abējos traukos attīstījās normāli), kādēļ, to darot, kaļķojuma ietekmi varētu novērtēt par zemu; aritmētiskais vidējais, liekas, tomēr vairāk atbildīs īstajiem apstākļiem.

Ja nu jautā, kā šāda starpība varēja rasties, tad cēlonis te varētu būt ārkārtīgais nokrišņu daudzums, kas tai vasarā nolija (sk. tā paša gada izm. aprakstu ar smiltsaugu) un varēja dažādi ietekmēt dažādus traukus. Bez tam lomu varēja spēlēt arī audzējamais augs — viķi-tauriņziedis, kas izmanto gaisa slāpekli; kādā citā izmēģinājumā ar slāpekli vienādi mēslojie tauriņzieži deva ļoti nevienādas ražas.

Visumā ar kūdraino augsnu 1928. g. iegūto rezultātu kvalitāte mazliet labāka nekā ar smiltsaugsnu iegūto; kaļķoto trauku ražas šie bija mazāk svārstīgas. Sk. grafiku 47. lpp.



№ 10, 1928.

Kaļķojums uz Rāmavas kūdrainās augsnas. Nemēslots.



№ 11, 1928.

Kaļķojums uz Rāmavas kūdrainās augsnas. Mēslots.

Nemēslotos traukos pēc Hutchinson'a aplēstais kaļķojums nedeva ražas pieauguma, bet to vēl pazemināja. Pēc Daikuhara's kaļķotos traukos visos gadījumos ražas pieaugušas, tikai pieaugums ar merģeli nav drošs. Mēslotos traukos visos gadī-

jumos konstatējami ražas pieaugumi no kaļķojuma, pie kam drošus pieaugumus devuši: mergelis pēc abām metodēm aplēsts, puslīdz drošus arī $\text{Ca}(\text{OH})_2$ D un CaCO_3 D, bet $\text{Ca}(\text{OH})_2$ H un CaCO_3 H pieaugumi nedroši.

Ļoti spilgti izteikusies mēslojuma ietekme uz ražām: mēsłotos traukos, kā kaļķotos, tā nekaļķotos, ražas vairāk kā 2-reiz lielākas nekā nemēsłotos, sk. fotogrāfijas un diagrammu. Te vēl reiz pastiprinās tas fakts, ka augsnas skābums nav aizkavējis ražas pacelšanu ar mēsłošanu arī pie tauriņziežiem.

No kaļķošanas līdzekļiem nemēsłotos traukos lielāko ražas pieaugumu deva $\text{Ca}(\text{OH})_2$, tāpat kā 2 pirmajos gados, bet mēsłotos traukos $\text{Ca}(\text{OH})_2$ deva vismazāko ražas pieaugumu, lielāku deva CaCO_3 un vēl lielāku mergelis; trešajā gadā tā tad citādi kā pirmajos gados. To varētu varbūt izskaidrot ar to, ka mēsłotos traukos $\text{Ca}(\text{OH})_2$, kā vieglāki šķīstošs, pa diviem pirmajiem gadiem jau paspējis izreaģēt ar augsnas skāba rakstura vielām, un tālāk tā efekts iet mazumā, kurpretim CaCO_3 un mergelis nu tik sāk darboties.

Ja vērojam kaļķa devuma lielumu, tad šai gadā no teikti labāk darbojies mazākais kaļķa devums, aplēsts pēc Daikuhara's, visos gadījumos, kā mēsłotos, tā nemēsłotos traukos. Arī šis iznākums pretējs pirmo gadu iznākumam.

Augsnas reakcija pārbaudīta 13. septembrī un uzrādīja šādus pH skaitļus.

Nemēsłots <i>Ungedüngt</i>							Pilnmēsłojums <i>Volldüngung</i>						
Ca(OH) ₂		CaCO ₃		Mergelis		Nk	Ca(OH) ₂		CaCO ₃		Mergelis		
D	H	D	H	D	H		D	H	D	H	D	H	
4,96	5,56	6,95	5,15	6,10	5,23	6,18	4,66	5,41	6,80	4,95	5,80	5,07	5,94

Kā redzams, reakcija šai gadā atkal mazliet pavirzījies uz skābo pusi. Pirmajā gadā neutrālizācija bija visaugstākā, otrā gadā jau pazeminājās un trešajā vēl pazeminājās. To varētu varbūt izskaidrot tā: līdz ar pāriešanu šķīdumā kaļķis sadalās vienmērīgāk

pa visu augsnas masu, ar ko atsevišķo vietu kaļķa koncentrācija pamazinās.

Attiecībā uz augu attīstību un nogatavošanās laiku nekāda noteikta likumība arī šogad nebija novērojama, jo nogatavošanās notika ļoti nerēgulāri: daudzi augi pat turpināja zaļot līdz ražas novākšanai; citiem lapiņas jau laikus nokalta etc.

Ja nu arī attiecībā uz kūdraino augsnu savēlcam kopā trauku izmēģinājumu rezultātus. visos trijos gados, tad varam atzīt sekojošo:

1. Kaļķojums deva noteiktu ražas pieaugumu.
2. Ražas pieaugums no kaļķojuma bez mēslojuma ir mazliet lielāks nekā pilnmēslojumā.
3. Pilnmēslojums bez kaļķojuma deva ievērojamus ražu pieaugumus, kas liecina, ka skāba augsnas reakcija neaizkavēja ražu pacelšanas ar mēslojumu; tomēr šis ražu pieaugums bija pirmajā gadā apm. 3-reiz mazāks nekā labākā kaļķojuma gadījumā, otrā gadā apm. 2-reiz mazāks un trešajā gadā tikai nedaudz mazāks par labāko kaļķojuma gadījumu.
4. No kaļķošanas līdzekļiem Ca(OH)_2 2 pirmajos gados deva vislielākos ražas pieaugumus, lai gan arī pārējie kaļķošanas līdzekļi no paša pirmā gada noteikti paaugstināja ražas; trešajā gadā Ca(OH)_2 tikai nemēslos traucos deva lielāko ražas pieaugumu; mēslos turpretim viņu lielā mērā pārspēja CaCO_3 un sevišķi merģelis.
5. Pēc Hutchinson'a aplēstais (lielākais) kaļķojums 2 pirmajos gados deva noteikti labākus rezultātus nekā pēc Daikuhara's aplēstais (mazākais), bet trešajā gadā gluži otrādi — lielākais kaļķojums visos gadījumos deva sliktākus rezultātus nekā mazākais.
6. Kaļķojums pacēla pH skaitļus visos gadījumos, bet līdz 7 nevienā gadījumā nenoveda, kas liecina par augsnas lielo buferspēju. Otrā un trešajā gadā pH skaitļi pakāpeniski mazliet samazinājās; jādodomā, kaļķojuma ietekme atslābst, un augsnas īpašības (buferspēja) ņem pārsvaru.
7. Trešā gada ražu samērs starp traukiem ar lielāko un mazāko kaļķojumu rāda, ka ne katrreiz ražas seko reakcijas stāvoklim augsnā, jo šē visaugstāko ražu mēslos traucos deva merģelis, kur $\text{pH} = 5,07$.

8. Kaļķojuma ietekme uz augu nogatavošanās ātrumu kūdrainā augsnā trauku izmēģinājumos noteikti neizpaudās.

Ja salīdzinām smilts- un kūdrainās augsnes kaļķojumu rezultātus traukos, tad jākonstatē sekojošās savādības:

1. Smiltsaugsnā ražas pieaugums no kaļķojuma ir vienāds kā bez mēslojuma, tā pilnmēslojumā. Kūdrainā augsnā ražas pieaugums no kaļķojuma bez mēsliem lielāks nekā pilnmēslojumā.

2. Smiltsaugsnā pilnmēslojums bez kaļķojuma deva tikpat lielu pieaugumu, kā kaļķojums vislabākā gadījumā. Kūdrainā augsnā kaļķojums labākā gadījumā deva augstāku ražas pieaugumu nekā pilnmēslojums bez kaļķa. Vispārīgi kaļķojums kūdrainā augsnā deva lielāku efektu nekā smiltsaugsnā.

3. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2 pirmajos gados abās augsnās deva labākus rezultātus par pārējiem kaļķošanas līdzekļiem; smiltsaugsnā tas pats arī trešajā gadā, lai gan arī pārējie līdzekļi sāka darboties jau no otrā gada. Kūdrainā augsnā CaCO_3 un mergelis jau no 1. gada sāka darboties un 3. gadā mēslos traukos noteikti pārspēja $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

4. Lielākais kaļķa devums 2 pirmajos gados abās augsnās deva labākus rezultātus nekā mazākais; smiltsaugsnā arī 3. gadā tas pats, turpretim kūdrainā augsnā 3. gadā mazākais devums pārspēja lielāko.

5. Smiltsaugsnā kaļķojums pacēla augsnes pH skaitļus, nākošos gados pH arvienu pieauga un dažos gadījumos pārsniedza 7. Kūdrainā augsnā kaļķojums arī pacēla pH skaitļus, bet nākošos gados tie arvienu pazeminājās un 7 nekur nesasniedza.

6. Smiltsaugsnā kaļķojums un mēslojums paātrināja augu attīstību un nogatavošanos; kūdrainā augsnā tas nebija novērojams.

7. 2 pirmajos gados abās augsnās ražas bija augstākas tur, kur pH augstāks; smiltsaugsnā arī 3. gadā tas pats. Kūdrainā augsnā turpretim 3. gadā visaugstākā raža bija traukos ar zemāku pH skaitli (5,07) nekā citos, kur ražas bija zemākas.

Kaļķošanas izmēģinājums kūdrainā augsnā
Rāmavā uz lauka.

Šī augsna aprakstīta un raksturota trauku izmēģinājumu aprakstā ar šo pašu augsnu. Izmēģinājuma schēma un kaļķošanas līdzekļi lietoti tie paši, kas izmēģinājumā uz smilšainās augsnas uz lauka 19. lpp. Arī šis izmēģinājums ierīkots 3 atkārtojumos, pavisam $3 \times 16 = 48$ lauciņos.

Lauciņu sakārtojums.
Anordnung der Parzellen.

Daikuhara								Hutchinson								Daikuhara							
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
NmNk	CaO	CaCO ₃	Merģ.	Pm	Pm CaO	Pm CaCO ₃	Pm Merģ.	NmNk	CaO	CaCO ₃	Merģ.	Pm	Pm CaO	Pm CaCO ₃	Pm Merģ.	NmNk	CaO	un t. t.					
Hutchinson								Daikuhara								Hutchinson							
48.	47.	46.	45.	44.	43.	42.	41.	40.	39.	38.	37.	36.	35.	34.	33.	32.	31.	30.	29.	28.	27.	26.	25.
																				un t. t.	CaCO ₃	CaO	NmNk

Starp lauciņiem bija aizsargjoslas 1 m platumā. Lauciņu lielums $2,5 \times 10 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$. Kaļķa vajadzība, kā jau ziņots pie trauku izmēģinājumiem, bija: pēc Daikuhara's 0,24% un pēc Hutchinson'a 0,72% CaCO₃ no augsnas svara. Kaļķošanas līdzekļi tādēļ lietoti pēc Daikuhara's: dedzināta kaļķa 6700 kg/ha tīra CaO, jeb 80% dolomītkalķa veidā 8400 kg/ha, vai 21 kg uz lauciņa; tīra CaCO₃ 12.000 kg/ha jeb 90% Stopiņu pļavu kaļķa veidā 13.000 kg/ha, vai 33 kg uz lauciņa; vai arī 18% akmeņaina mālaina merģeļa veidā 67.000 kg/ha, vai 168 kg uz lauciņa. Pēc Hutchinson'a: tīra CaO 20.100 kg/ha, jeb 80% dedzināta dolomītkalķa veidā 25.200 kg/ha, vai 63 kg uz lauciņa; tīra CaCO₃ 36.000 kg/ha, jeb 90% pļavu kaļķa veidā 40.000 kg/ha, vai 100 kg uz lauciņa; mālaina 18% merģeļa veidā 200.000 kg/ha, vai 500 kg uz lauciņa.

Mēslojiem lauciņiem deva 1 kg tomasmiltu (4 kv/ha), 0,5 kg 40% kalijsāls (2 kv/ha) un 0,5 kg sērskābā ammonija (2 kv/ha) uz lauciņa.

Kaļķošanas līdzekļus uzlika 1925. g. rudenī, mēslius — 1926. g. pavasarī: toasmilti un kalijšāls 22./IV., $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 26./V. 29./V. augsna pievelta ar smagu blūķi, jo bija čaugana. Mieži izsēti 31. maijā. Sadīga ap 4./VI., ziedēja 20.—24./VI. Raža nopļauta 3./IX.

Arī še augsna izrādījās ļoti nevienāda, kādēļ bija nepieciešama izlīdzināšana pēc Mičerliha sistēmas. Arī pēc izlīdzināšanas ražas tomēr ļoti svārstīgas. Tik liela augsnas nevienādība, neskatoties uz pilnīgi līdzenu reljefu, jādodomā, izskaidrojama ar kāpu tuvumu un ar to, ka daudzās caur Rāmavas tūrumiem kara laikā raktās tranšejas bija ķērušas arī kūdraino augsnu. Ražas skaitļi sakopoti tabulā un izteikti kilogrammos uz lauciņa caurmērā no 3 atkārtojumiem.

Tā kā ražas zemas, tad tabulā ievietoti gaissausu kopražu skaitļi (t. i. graudu un salmu kopsumma). Te tāpat kā izmēģinājumā uz smiltsaugsnas (sk. 21. lpp.) nekaļķoto lauciņu skaits 2-reiz lielāks nekā vienādi kaļķoto. Tabulā ievietoti vidējie: 1) no visiem 6 nemēslotiem un nekaļķotiem un 2) no visiem 6 mēslotiem nekaļķotiem.

Rāmavas kūdrainā augsna. Mieži. 1926. g.

Ražu tabula lauka izmēģinājumam.

Erntetabelle des Feldversuches. Gerste.

	Nemēslots <i>Ungedüngt</i>		Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>	
	Daikuhara	Hutchinson	Daikuhara	Hutchinson
CaO	11,90 ± 1,18	13,06 ± 2,03	15,82 ± 1,09	16,12 ± 1,15
CaCO ₃	8,62 ± 0,84	10,60 ± 2,00	14,59 ± 1,33	13,79 ± 1,63
Mergelis	9,81 ± 1,84	9,74 ± 1,16	15,71 ± 1,04	14,15 ± 1,30
Nekaļķots <i>Ungekalkt</i>	9,88 ± 1,87		13,15 ± 1,06	

Lai labāk varētu spriest par uzdoto skaitļu drošību, aplēsīsim arī ražu starpības un to kļūdas.

Rāmavas kūdrainā augsna. Mieži. 1926.

Starpību kļūdas.

Differenzfehler.

	Nemēslots <i>Ungedüngt</i>		Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>	
	Daikuhara	Hutchinson	Daikuhara	Hutchinson
CaO	11,90 ± 1,18	13,06 ± 2,03	15,82 ± 1,09	16,12 ± 1,15
	9,88 ± 1,87	9,88 ± 1,87	13,15 ± 1,06	13,15 ± 1,06
	+ 2,02 ± 2,21	+ 3,18 ± 2,76	+ 2,67 ± 1,52	+ 2,97 ± 1,56
CaCO ₃	8,62 ± 0,84	10,60 ± 2,00	14,59 ± 1,33	13,79 ± 1,63
	9,88 ± 1,87	9,88 ± 1,87	13,15 ± 1,06	13,15 ± 1,06
	- 1,26 ± 2,05	+ 0,72 ± 2,74	+ 1,44 ± 1,70	+ 0,64 ± 1,94
Mergelis	9,81 ± 1,84	9,74 ± 1,16	15,71 ± 1,04	14,15 ± 1,30
	9,88 ± 1,87	9,88 ± 1,87	13,15 ± 1,06	13,15 ± 1,06
	- 0,07 ± 2,62	- 0,14 ± 2,20	+ 2,56 ± 1,48	+ 1,00 ± 1,68
Nekalkots . . . <i>Ungekalkt</i>	9,88 ± 1,87		13,15 ± 1,06	

No tabulas redzams, ka uz nemēslokiem lauciņiem CaCO₃ un mergelis pēc Daikuhara's un mergelis arī pēc Hutchinson'a devuši nelielu ražas dēpresiju, kas tomēr nav droša. Visos pārējos lauciņos kalķojums devis ražas pieaugumus. Šie pieaugumi tomēr visos nemēslosotos lauciņos nedroši; arī mēslosotos lauciņos pieaugumi puslīdz droši tikai abos gadījumos ar CaO un ar mergeli pēc Daikuhara's; pārējie nedroši. Arī mēslojums bez kalķa deva puslīdz drošu ražas pieaugumu (starpība 13,15 ± 1,06 — 9,88 ± 1,87 = 3,27 ± 2,15). Aplešot šos ražas pieaugumus procentos no nekalkoto lauciņu ražas, dabūjam: CaO D = 20,3%; CaO H = 22,6%; mergelis D = 19,4%. Skaitļi rāda, ka pieaugums nav liels un visos gadījumos gandrīz vienāds. Ražas pieaugums no mēslojuma bez kalķa sastāda 33,1% no nemēsloto lauciņu ražas.

No kalķošanas līdzekļiem tā tad CaO devis drošākus, lai gan nelielus ražas pieaugumus nekā pārējie, un mergelis labākus panākumus nekā CaCO₃. — Kalķa vajadzības aplēšanas metožu salīdzināšanai te nav materiāla, jo pēc abām metodēm

aplēstie CaO devumi deva vienādus rezultātus; tikai pie mergēļa Daikuhara's metode it kā pārspēj otru, jo tikai pēc šīs metodes aplēstais mergēļa devums devis cik necik drošu ražas pieaugumu.

Augsnas reakcijas pārbaudei caurmēra paraugi ņemti no visiem 3 atkārtojumiem apm. 10 cm dziļumā 24. septembrī 1926. g.

Rāmavas kūdrainā augsna. Reakcijas (pH) skaitļi 1926. g.

NkNm	NkPm	CaO		CaCO ₃		Mergēlis	
		D	H	D	H	D	H
4,15	4,43	5,98	6,11	4,94	6,03	4,99	5,20

Kā redzams, augsnas skābums nekur nav pilnīgi (līdz pH=7) neutrālizēts. Visaugstākā neutrālizācijas pakāpe sasniegta ar 1) CaO pēc Hutchinson'a (pH=6,11), tad nāk 2) CaCO₃ H (pH=6,03), tad 3) CaO D (pH=5,98), tad 4) mergēlis H (pH=5,20), 5) mergēlis D un t. t. Ražu pieaugumi pilnīgi neseko šai kārtībai; to kārtība pēc lieluma ir: 1, 3, 5. Tā tad arī mieži kūdrainā augsnā nekatrreiz vislabāk augtur, kur reakcija vistuvāk neutrālai.

1927. g. izmēģinājums gan turpināts, bet ar traucējumiem. Šai gadā iesākās šosejas iztaisnošanas darbi pār Rāmavas tīrumiem. Jaunās šosejas zemes darbi ķēra izmēģinājuma lauciņa vienu galu, kādēļ viens no trim atkārtojumiem bija jālikvidē — palika tikai 2 atkārtojumi; tas, saprotams, iegūto rezultātu kvalitāti pasliktināja.

Izmēģinājuma iekārta un tehnika gluži tādas pašas, kā tā pašā gada izmēģinājumam smiltsaugsnā (sk. 23. lpp.), pat visi darbi izdarīti vienā laikā, kādēļ visu to šē neatkārtot. Arī krusa tāpat nosita arī šī izmēģinājuma bietes, kā tur. Ražu novācot 11. septembrī lija lietus, kādēļ bietes bija ļoti zemas. Lai noteiktu dubļu procentu, paņēma vidēju biešu paraugu, kur ietilpa eksemplāri no visām lieluma kategorijām proporcionāli to daudzumam kopējā masā; parauga bietēm notīrīja (nomazgāja) dubļus, apžāvēja tās līdz gaissausam stāvoklim un svēra. Salīdzinot šo svaru ar svaru dubļainā stāvoklī, noteica dubļu %; tas izrādījās 2,34%. Saskaņā ar to pārlēsa dubļainā stāvoklī svērto visu ražu uz ražu tīrā stāvoklī. Tabulā uzdotie ražas skaitļi kilogrammos attiecas uz tīrām un sausām bietēm un ir pārstrādāti pēc Mičerliha augsnas nevienādības izslēgšanai. Ražā ietelp tikai saknes, bez lakstiem.

Rāmavas kūdrainā augsna. Bietes. 1927. g.

Ražu tabula lauka izmēģinājumam.

Erntetabelle des Feldversuches. Torfiger Boden. Rüben.

	Nemēslojums <i>Ungedüngt</i>		Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>	
	Daikuhara	Hutchinson	Daikuhara	Hutchinson
CaO	26,63 ± 5,22	55,93 ± 5,05	52,98 ± 2,95	41,34 ± 7,94
CaCO ₃	20,95 ± 1,53	31,35 ± 2,43	62,71 ± 3,16	27,72 ± 1,59
Mergelis	30,13 ± 1,66	32,06 ± 1,12	62,76 ± 1,22	37,71 ± 2,15
Nekalķots <i>Ungekalkt</i>	32,48 ± 1,83		39,44 ± 0,90	

Rāmavas kūdrainā augsna. Bietes. 1927. g.

Starpību kļūdas.

Differenzfehler.

	Nemēslojums <i>Ungedüngt</i>		Pilnmēslojums <i>Volldüngung</i>	
	Daikuhara	Hutchinson	Daikuhara	Hutchinson
CaO	26,63 ± 5,22	55,93 ± 5,05	52,98 ± 2,95	41,34 ± 7,94
	32,48 ± 1,83	32,48 ± 1,83	39,44 ± 0,90	39,44 ± 0,90
	— 5,85 ± 5,53	+23,45 ± 5,37	+13,54 ± 3,08	+ 1,90 ± 7,99
CaCO ₃	20,95 ± 1,53	31,35 ± 2,43	62,71 ± 3,16	27,72 ± 1,59
	—32,48 ± 1,83	32,48 ± 1,83	39,44 ± 0,90	—39,44 ± 0,90
	—11,53 ± 2,39	— 1,13 ± 3,04	+23,27 ± 3,29	—11,72 ± 1,83
Mergelis	30,13 ± 1,66	32,06 ± 1,12	62,76 ± 1,22	37,71 ± 2,15
	32,48 ± 1,83	32,48 ± 1,83	39,44 ± 0,90	39,44 ± 0,90
	— 2,35 ± 2,47	— 0,42 ± 2,15	+23,32 ± 1,52	— 1,73 ± 2,33
Nekalķots <i>Ungekalkt</i>	32,48 ± 1,83		39,44 ± 0,90	

Rezultātus bojā pa daļai vēl tas apstāklis, ka pa minētās krusas laiku lija ļoti stiprs lietus, tā ka no tuvējo kāpu puses plūda lielas ūdens straumes pāri lauciņiem, kas varēja pārskalot no viena lauciņa otrā kā mēslojumu, tā kalpojumu. Kā redzams no ražu tabulas, vidējās kļūdas daudzos gadījumos ir lielas. Tādēļ rezultātu drošības novērtēšanai aplēsīsim ražu starpības un arī šo starpību kļūdas.

No nemēslotiem lauciņiem vienīgi CaO pēc Hutchinson'a deva drošu ražas pieaugumu; pārējie nedroši, izņemot CaCO₃ D, kas devis noteiktu ražas dēpresiju. No mēslotiem lauciņiem pēc Daikuhara's kalķotie deva visi drošu ražas pieaugumu, pie tam visaugstāko merģelis un viszemāko CaO; turpretim pēc Hutchinson'a kalķotie drošu ražas pieaugumu nedeva, bet CaCO₃ H deva noteiktu ražas pazeminājumu. Varētu tā tad atzīt, ka no kalķošanas līdzekļiem nemēslos lauciņos labāk darbojies CaO, bet mēslos lauciņos CaCO₃ un merģelis. Kalķa vajadzības noteikšana nemēslos lauciņos labāka pēc Hutchinson'a, bet mēslos otrādi.

Turpmākos gados šai izmēģinājuma lauciņā sētas zāles, ko pirmajā gadā pārņēma nezāles. Arī turpmākos gados noteiktu rezultātu nevarēja iegūt.

Savelkot kopā kalķošanas rezultātus Rāmavas kūdrainā augsnā uz lauka par abiem gadiem, varētu atzīt sekojošo:

1. No kalķošanas līdzekļiem nemēslos lauciņos labāk darbojas CaO, bet mēslos merģelis un CaCO₃.
2. No kalķa vajadzības noteikšanas metodēm nemēslos lauciņos labākus panākumus deva Hutchinson'a metode (pēc hidrolitiskā skābuma), mēslos lauciņos — Daikuhara's metode (pēc apmaiņas skābuma).
3. Reakcijas skaitļus (pH) kalķojums gan paaugstinājis, bet 7 nekur nav sasniegti.
4. Miežu ražu augstums neseko pilnīgi reakcijas skaitļiem, t. i. uz kūdrainas smiltsaugsnas mieži ne katreiz aug tur vislabāk, kur reakcija vistuvāk neutrālai.

5. CaCO_3 pēc Daikuhara's nemēslotos un CaCO_3 pēc Hutchinson'a mēslotos lauciņos deva noteiktu ražas dēpresiju.

Tagad salīdzināsim trauku un lauka izmēģinājumu rezultātus Rāmavas kūdrainā augsnā.

1. Kaļķojums deva ražas pieaugumus, traukos lielākus nekā uz lauka.

2. Traukos ražu pieaugums no kaļķojuma bez mēslojuma mazliet lielāks nekā pilnmēslojumā; uz lauka gandrīz vienāds.

3. Pilnmēslojums bez kaļķa deva ievērojamus ražu pieaugumus kā traukos, tā uz lauka, kas liecina, ka skāba augsnas reakcija neaizkavēja ražu pacelšanu ar mēslojumu. Ražu pieaugumi labākos kaļķojuma gadījumos tomēr visumā bija lielāki, nekā no mēslojuma bez kaļķa.

4. No kaļķošanas līdzekļiem traukos 2 pirmajos gados vislielākos ražu pieaugumus deva $\text{Ca}(\text{OH})_2$, trešajā gadā tāds pats samērs bija tikai nemēslotos traukos, turpretim mēslotos traukos mergelis un CaCO_3 lielā mērā pārspēja dedzināto kaļķi. Uz lauka abos gados nemēslotos lauciņos labāk darbojās CaO , bet mēslotos mergelis un CaCO_3 .

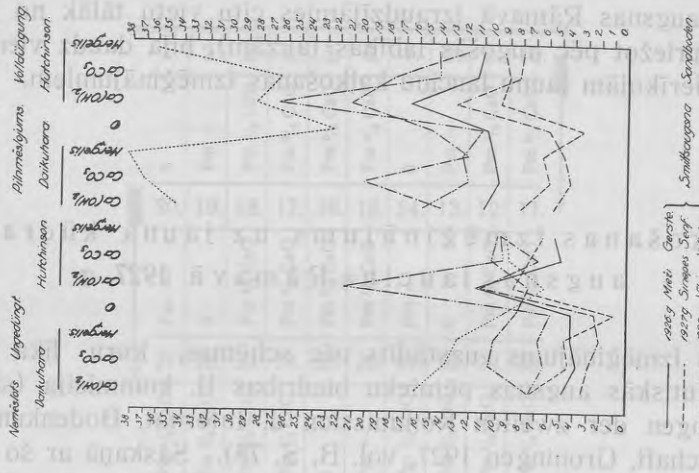
5. Traukos pēc Hutchinson'a (hidrolitiskā skābuma) aplēstais kaļķojums 2 pirmajos gados deva noteikti labākus rezultātus nekā pēc Daikuhara's (apmaiņas skābuma) aplēstais, bet trešajā gadā visos gadījumos bija otrādi. Uz lauka nemēslotos lauciņos labākus rezultātus deva pēc Hutchinson'a aplēstais kaļķojums, bet mēslotos — otrādi.

6. Kā traukos, tā uz lauka kaļķojums pacēla pH-skaitļus, bet 7 nevienā gadījumā nerasniedza. Traukos pH-skaitļi 2. un 3. gadā mazliet samazinājās.

7. Traukos vīķi (3. gadā) un uz lauka mieži (1. gadā) ne katreiz auga vislabāk tur, kur reakcija bija vistuvāk neitrālai.

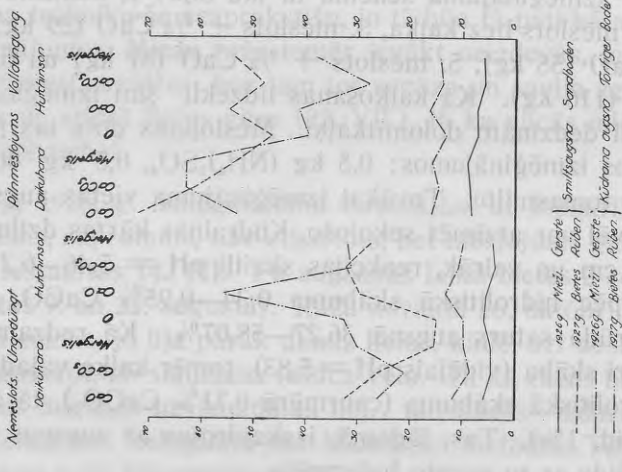
Trauku izmēģinājumu rezultātu grafisks attēlojums (grammas).

Graphische Darstellung der Resultate der Gefäßversuche.



Lauka izmēģinājumu rezultātu grafisks attēlojums (kg).

Graphische Darstellung der Resultate der Feldversuche.



Tā kā nupat aprakstītais lauciņš bojāts ar jaunās šosejas būvi, kādēļ izmēģinājumu varēja turpināt tikai 2 atkārtojumos, bez tam lauciņa augsna izrādījās arkārtīgi nevienāda, tad uz tās pašas kūdrainās augsnas Rāmavā izraudzījāties citu vietu tālāk no kāpām, kuŗa, spriežot pēc augošās labības (auzām), bija daudz vienādāka, un tur ierīkojām jaunu lauciņu kaļķošanas izmēģinājumiem.

Kaļķošanas izmēģinājums uz jauna kūdrainas augsnas lauciņa Rāmavā 1927. g.

Šis izmēģinājums uzstādīts pēc schēmas, kuŗu lika priekšā Starptautiskās augsnas pētnieku biedrības II. komisija (sk. Verhandlungen der zweiten Kommission d. Internat. Bodenkundlichen Gesellschaft, Groningen 1927, vol. B, S. 78). Saskaņā ar šo priekšlikumu augsnas kaļķa vajadzību noteica pēc T. Jensen'a—Christensen'a metodes un kaļķošanu izdarīja ar $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{3}$ un $\frac{4}{3}$ no tā kaļķa daudzuma, kāds pēc Jensen'a laborātorijas izmēģinājumā vajadzīgs reakcijas novešanai līdz pH=7. Izmēģinājuma augsnai šāds daudzums izrādījās caurmērā 1% CaCO₃ no augsnas svara, kas, pārlešot uz ha 40 cm biežā kārtā un CaO veidā, iznāk 28 tonnas uz ha, jeb 70 kg uz lauciņa (25 m²) tīra CaO, vai 87 kg 80% dolomītkaļķa uz lauciņa. Izmēģinājuma schēma tā tad bija: 1. nemēslois un nekaļķots, 2. mēslois bez kaļķa, 3. mēslois + $\frac{1}{3}$ CaO (29 kg), 4. mēslois + $\frac{2}{3}$ CaO (58 kg), 5. mēslois + $\frac{3}{3}$ CaO (87 kg) un 6. mēslois + $\frac{4}{3}$ CaO (116 kg). Kā kaļķošanas līdzekli šinī izmēģinājumā lietotām tikai dedzināto dolomītkaļķi. Mēslojums dots tas pats, kas iepriekšējos izmēģinājumos: 0,5 kg (NH₄)₂SO₄, 0,5 kg 40% kalijsāls un 1 kg toasmiltu. Tuvākai izmēģinājuma vietas augsnas raksturošanai vēl var atzīmēt sekojošo. Kūdrainās kārtas dziļums svārstās 50—100 cm un vairāk, reakcijas skaitļi pH = 5,46—6,21, kaļķa vajadzība pēc hidrolitiskā skābuma 0,34—0,95% CaCO₃ no augsnas svara, trūda saturs augsnā 36,27—58,07%. Kā redzams, reakcija nav stipri skāba (vidējais pH = 5,83), tomēr kaļķa vajadzība liela kā pēc hidrolitiskā skābuma (caurmērā 0,71% CaCO₃), tā arī pēc Jensen'a (vid. 1%). Tas, jādūmā, izskaidrojas ar augsnas trūda bagātību un līdz ar to augsto buferspēju.

Lauciņu sakārtojums.
Anordnung d. Parzellen.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	0	Pm —	Pm $\frac{1}{3}$ CaO	Pm $\frac{2}{3}$ CaO	Pm $\frac{3}{3}$ CaO	Pm $\frac{4}{3}$ CaO	0	Pm —	Pm $\frac{1}{3}$ CaO	Pm $\frac{2}{3}$ CaO
	20.	19.	18.	17.	16.	15.	14.	13.	12.	11.
	Pm —	0	Pm $\frac{4}{3}$ CaO	Pm $\frac{3}{3}$ CaO	Pm $\frac{2}{3}$ CaO	Pm $\frac{1}{3}$ CaO	Pm —	0	Pm $\frac{4}{3}$ CaO	Pm $\frac{3}{3}$ CaO
	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.
	Pm $\frac{1}{3}$ CaO	Pm $\frac{2}{3}$ CaO	Pm $\frac{3}{3}$ CaO	Pm $\frac{4}{3}$ CaO	0	Pm —	Pm $\frac{1}{3}$ CaO	Pm $\frac{2}{3}$ CaO	Pm $\frac{3}{3}$ CaO	Pm $\frac{4}{3}$ CaO

Kā redzams, izmēģinājums notika 5 atkārtojumos. Starp laucieniem arī šē bija 1 m platas aizsargjoslas. Lauciņu lielums arī šē bija 25 m².

1927., pirmajā izmēģinājuma gadā audzējamais augs bija mieži. Izmēģinājuma tehniku šē neapraštišu, jo tā bija tā pati kā aprakstītajos izmēģinājumos. Miežu ražu tomēr ievākt neizdevās, jo tie bija ārkārtīgi pārņemti nezālēm; bez tam tos sagāza un savija agrāk pieminētā krusa un stiprā lietūs gāze (22./VII.), tā ka nācās miežus nopļaut zaļus lopbarībai.

Nākamajā 1928. g. izmēģinājumu turpinājam ar lopbarības bietēm. Kalņojums, saprotams, nav atkārtots, bet mēslojums gan atkārtots. Bietes iestādītas 14./VII. Pa augšanas laiku bietes 2 reiz rušinātas (kaplētās 9. un 22. augustā). Raža novākta 26. oktobrī. Ražas vispārīgi bija zemas, jo lija pārāk daudz lietūs, kādēļ arī dēstu nevarēja laikā sagatavot, un stādīšana iznāca vēlu. Tā kā ražas bija diezgan svārstīgas augsnas nevienādības dēļ, tad nācās izdarīt arī te augsnas nevienādības izslēgšanu pēc Mičerlicha metodes. Tabulā uzdota tikai sakņu raža kilogrammos.

Rāmavas jaunais izmēģinājumu lauciņš kūdrainā augsnā.
Ražu tabula. Bietes.
Neues Versuchsfeld, torfiger Boden. Erntetabelle. Rüben. 1928. g.

Nemēslosts Ungedüngt		Pilnmēslojums Volldüngung			
Nekalķots Ungelkkt		Kalķots Gelkkt			
		$\frac{1}{3}$ CaO	$\frac{2}{3}$ CaO	$\frac{3}{3}$ CaO	$\frac{4}{3}$ CaO
3,02 ± 0,40	10,42 ± 0,86	12,42 ± 0,68	9,62 ± 0,84	11,66 ± 1,23	10,03 ± 0,67

Lai noteiktāk novērtētu iegūtos rezultātus, sakoposim arī ražu starpības līdz ar to kļūdām.

Nekalķots	Nemēslosts	3,02 ± 0,40
"	Pilnmēslojums	10,42 ± 0,86
		— 3,02 ± 0,40
		+ 7,40 ± 0,95
Kalķots $\frac{1}{3}$ CaO	"	12,42 ± 0,68
		— 10,42 ± 0,86
		+ 2,00 ± 1,10
" $\frac{2}{3}$ CaO	"	9,62 ± 0,84
		— 10,42 ± 0,86
		— 0,80 ± 1,20
" $\frac{3}{3}$ CaO	"	11,66 ± 1,23
		— 10,42 ± 0,86
		+ 1,24 ± 1,50
" $\frac{4}{3}$ CaO	"	10,03 ± 0,67
		— 10,42 ± 0,86
		— 0,39 ± 1,09

Kā redzam, arī še, neskatoties uz 5 atkārtojumiem un augsnas nevienādības izslēgšanu, vidējās kļūdas tomēr lielas (pārsniedz 3% no aritm. vidējiem), kādēļ arī starpība pilnīgi droša tikai starp nekalķoto un nemēsloto un nekalķoto pilnmēslojumu; vēl puslīdz droša

ir arī starpība starp kaļķoto $\frac{1}{3}$ CaO un nekaļķoto pilnmēslojumu, turpretim pārējās starpības, kā pozitīvās, tā negatīvās ir nedrošas.

Ja nu jautājam, vai kaļķojums ir pacēlis biešu ražu, tad jāatbild, ka ražas pieaugums ļoti mazs, tikai ap 20% un arī tikai pie vismazākā kaļķa devuma ($\frac{1}{3}$ CaO); augstāki devumi, liekas, var radīt pat ražas dēpresiju. Tā tad uz šīs augsnes bietēm pilnīga neitrālizācija ($\frac{3}{3}$ CaO) nebūt nav optimums.

Lielu efektu ir radījis pilnmēslojums bez kaļķa, jo ražas pieaugums, salīdzinot ar nemēsloto, ir pilnīgi drošs un diezgan liels, procentos pat 245%. Tā tad arī šie nelielais augsnes skābums nekavē ražas pacelšanu ar mēslojumu.

Pēc šī izmēģinājuma rezultātiem tamlīdzīgās vidēji skābās kūdrainās smiltsaugsnās Jensena kaļķa trūkuma noteikšanas metode nav piemērota mēraukla praktiskai kaļķošanai; tā gan, varbūt, pareizi parāda, cik kaļķa augsne spēj absorbēt, bet nerāda, kāds neitrālizācijas grāds visvairāk paceļ augsnes auglību.

Nākamajā 1929. g. izmēģinājums turpināts ar lopbarības kāļiem. Kaļķis šai gadā darbojās 3. gadu. Mēslojums atkārtots tas pats; mēsli iestrādāti 5. jūnijā. Kāļi iestādīti 11. jūnijā. 1. reiz kāļi kaplēti no 28. jūnija līdz 4. jūlijam, 2. reiz 5. augustā. Raža ievākta 10. oktobrī. Ar ražas skaitļiem arī šoreiz izdarīta augsnes nevienādības izslēgšana. Tā kā meteoroloģiskie apstākļi šinī gadā bija normālāki, tad kāļu ražas bija lielākas, nekā biešu ražas iepriekšējā gadā. Tabulā uzdotas tikai sakņu ražas kilogrammos. Ražu tabulā turpat klāt pievienosim arī starpības.

Rāmavas jaunais izmēģinājumu lauciņš kūdrainā augsnā.

Ražu tabula. Kāļi.

Torfiger Boden in Rāmava. Erntetabelle. Kohlrüben. 1929.

Nemēslots Ungedüngt	Pilnmēslojums Volldüngung				
	Nekaļķots Ungelkkt	Kaļķots Gelkkt			
		$\frac{1}{3}$ CaO	$\frac{2}{3}$ CaO	$\frac{3}{3}$ CaO	$\frac{4}{3}$ CaO
57,58 ± 7,52	113,77 ± 5,98	114,14 ± 4,07	111,05 ± 5,95	116,45 ± 6,28	112,4 ± 5,07
	- 57,58 ± 7,52	-113,77 ± 5,98	-113,77 ± 5,98	-113,77 ± 5,98	-113,77 ± 5,98
	+ 56,19 ± 9,59	+ 0,37 ± 7,21	- 2,72 ± 8,43	+ 2,68 ± 8,66	- 1,37 ± 7,81

1929. g. izmēģinājuma rezultāti ir mazliet labākas kvalitātes, nekā citi aprakstītie lauka izmēģinājumi. Gan vēl arī šē vidējās kļūdas mazliet pārsniedz 3% no aritmētiskiem vidējiem, tad tomēr ražas vispārīgi mazāk svārstīgas, izņemot tikai nemēslosos un nekaļķotos laucīņus.

Rezultātu vispārīgā aina tā pati, kā iepriekšējā gadā, tikai izteikusies vēl spilgtāk: mēslojums bez kaļķa parādīja lielu efektu, kaļķojums turpretim šoreiz ražu nemaz nav pacēlis nevienā gadījumā; tā tad visi, iepriekšējā gada rezultātus novērtējot, izteiktie slēdzieni šē vēl pilnīgāk pastiprinās.

Ja nu salīdzinām šos rezultātus (kūdrainā augsnā II.) ar iepriekš aprakstītā pēc citas schēmas izdarītā izmēģinājuma rezultātiem, kūdrainā augsnā I., tad redzam lielu starpību: šē kaļķojums gandrīz tikpat kā nemaz ražas nav pacēlis, turpretim kaļķojuma efekts vēl lielāks nekā uz diezgan stipri skābās smiltsaugsnas. Kūdrainā augsna I. atrodas tuvāk pie kāpām, ir ar seklāku kūdraino kārtu, daudz nevienādāka un skābāka (pH ūdenī 4,21), bet II. atrodas tālāk no kāpām, dziļāku kūdraino kārtu, liekas būt vienādāka un mazāk skāba (viszemākais pH = 5,46; caurmērā izm. lauciņa platībā pH = 5,83). Pēc hidrolitiskā skābuma (Hutchinson'a) aplēstais kaļķa trūkums abām vienāds (I. 0,72% CaCO₃ un II. 0,71% CaCO₃), pēc Jensen'a II. vēl lielāks (1% CaCO₃), bet faktiski I. šis trūkums tiešām liels, bet II. kaļķa nemaz netrūkst.

Ja nu apskatām visus aprakstītos izmēģinājumus kopā, tad jākonstatē, ka:

1. trauku izmēģinājumu rezultāti ne visur saskan ar lauka izmēģinājumu rezultātiem vienā un tai pašā augsnā; galvenā nesaskaņa attiecas uz kaļķa trūkuma noteikšanas metodi: traukos caurmērā labākus rezultātus dod lielāks kaļķojums, aplēsts pēc hidrolitiskā skābuma (Hutchinson-MacLennan), bet uz lauka caurmērā labāki panākumi mazākam kaļķojumam, aplēstam pēc apmaiņas skābuma (Daikuhara).

2. Izmēģinājumu rezultāti ne visur saskan ar vispār pieņemtiem un propagandējamiem uzskatiem. Piemēram āboliņa % zālājā smiltsaugsnā lielāks mēslosos nekaļķotos laucīņos ar skābāku reakciju (pH = 5,43), lai gan pēc Hutchinson'a kaļķotos (merģelotos) laucīņos pH atbilst āboliņa optimumam pēc Arrhenius'a (pH = 6,26 — 6,6),

sk. 26. lpp. Otrs piemērs: traukos vīki uz kūdrainas augsnes sasnieguši visaugstāko ražu merģelotos traukos, kur reakcijas skaitlis tikai $\text{pH} = 5,07$, t. i. viszemākais no visiem kaļķotiem traukiem, sk. 35., 36. un 37. lpp. Kā trešo piemēru varētu minēt ražas dēpresijas gadījumus no kaļķojuma (sk. 45. lpp. CaCO_3 D Nm un CaCO_3 H Pm) un arī to, ka pat mieži ne katreiz deva augstākas ražas tur, kur reakcija vistuvāk optimumam.

Šis un citas nesaskaņas liek domāt, ka arī pret augsnes reakciju jūtīgu augu augšana nebūt nav tik vienkāršā atkarībā no reakcijas, kā to bieži domā un saka; attiecības, liekas, ļoti sarežģītas un prasa vēl daudz nopietnu pētījumu.

Šinī ziņā ļoti raksturīgus datus ieguvis prof. Pņanišņikovs Maskavā, pētīdams dažādo augu augšanas reakcijas optimumu, par ko viņš ziņoja referātā II. starptautiskajā augsnes pētnieku kongresā pagājušajā vasarā Maskavā. (Sk. arī „Über d. Einfluss d. Bodenreaktion auf d. Wuchs d. Pflanzen“ D. N. Prianischnikow. Auszüge d. Verhandlungen d. Zweiten internationalen Kongresses f. Bodenkunde, I., II. u. III. Kommissionen, S. 45.) Še daži piemēri no viņa datiem. Skābas reakcijas ietekme uz sinepju augšanu ļoti atkarīga no augsnes pārējām īpašībām: pie $\text{pH} = 4,5$ s m i l t ī s sinepes nonīka, m ā l a i n ā a u g s n ā auga, bet m e l n z e m ē auga apmierinoši. Zirņu augšanas optimums uz s m i l t s ir $\text{pH} = 6,7$, augšanas likne krīt kā uz skābo, tā uz sārmaino, bet sevišķi strauji uz skābo pusi, turpretim m ā l a i n ā a u g s n ā un m e l n z e m ē augšanas likne gandrīz horizontāla taisne, sākot ar $\text{pH} = 4,5$ līdz 7,8.

Cukurbietēm, ja slāpekli pasniedza $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ veidā, augšanas optimums bija $\text{pH} = 7$, bet ja salpētra veidā, tad $\text{pH} = 5,5$.

Kaļķošanas rezultāti tā tad atkarīgi ne tikai no reakcijas rēgulēšanas, bet arī no augsnes pārējām īpašībām, mēslojuma sastāva, augu šķirnes un t. t.; ienesot augsnā kaļķošanas līdzekli, mēsļus vai kādu citu vielu, grozās ne viens vien, bet ļoti daudzi faktori.

Nobeidzot ziņojumu, jāatzīst, ka aprakstītie izmēģinājumi nav devuši atrisinājumu jautājumam, kuŗa no kaļķa vajadzības noteikšanas metodēm uzskatāma par labāko mērauklu praktiskai kaļķošanai. Tā kā lauka izmēģinājumu rezultāti maz droši, tad nevar spriest arī par kaļķošanas paņēmienu rentabilitāti. Abi šie jautājumi lauksaimniecības praksē sevišķi svarīgi, kādēļ pie viņiem jāstrādā tālāk.

Viena no prasībām, kādas jāizpilda sarīkojot lauka izmēģinājumus, ir — izraudzīties mēģinājumu lauciņiem vietu ar viscaur vienādu

augšanu. Kaļķošanas izmēģinājumos šo prasību grūti izpildīt, jo augsnas ar lielu kaļķa trūkumu palaikam mēdz būt ļoti svārstīgām īpašībām, kā tas arī šoreiz izrādījās; bet vietā ar mazāk svārstīgu augsnu (kūdrainā augsna II.), izrādās, kaļķa netrūkst. Šoreiz mēģinājām grūtības novērst ar paralēliem lauka un trauku izmēģinājumiem, kas tomēr, kā redzams, nav izdevies, jo trauku un lauka izmēģinājumi ved pie nevienādiem slēdzieniem.

Izsaku pateicību vec. asist. K. Krūmiņam, priv. doc. K. Bambergam un stud. praktikantiem O. Lapiņam, Kļaviņam, Eiženiņai Mežaraupei un Albertam Gallem, kas strādāja pie aprakstītiem izmēģinājumiem.

Iesniegts fakultātei 1931. g. 10. martā.

Publicējumu saraksts, kur aprakstīti kaļķošanas izmēģinājumi latviešu valodā.

1. Agr. J. Blūmbergs. „Mākslīgo mēslu izmēģināšana 1911. g.“ Novilkums no „Baltijas Lauksaimnieka“ Nr. 9—11, 1912. g., 18. lpp.
2. Agr. J. Lūke. „Celojošie izmēģinājumi ar mākslīgiem mēsliem 1912. un 1913. gados“. 14., 22., 24., 30., 35., 41. un 42. lpp.
3. Prof. J. Bergs. „Izmēģinājums smaga māla labošanā ar trūdzemi un plavu kaļķi“. „Latv. Lauksaimnieks“ 1924. g. Nr. 4, 100. lpp.
4. Agr. A. Staune. „Izmēģinājumu rezultāti ar minerālmēsliem 1923. gadā“. „Latv. Lauksaimnieks“ 1924. g. Nr. 12, 355. lpp.
5. Agr. A. Staune. „Izmēģinājumi ar mākslīgiem mēsliem“. „Latv. Lauksaimnieks“ 1925. g. Nr. 9, 260. lpp.

Über den Einfluss der Kalkung auf den Ertrag auf Sandboden und torfigem Sandboden in Rāmava 1926—1930.

P. Kulitans.

Agrikulturchemisches Laboratorium. Vegetationsversuche.

Die praktisch wichtigen Fragen der Landwirtschaft sind in Lettland den rein theoretischen Forschungen voranzustellen.

Aus diesem Grunde war auch unsere Absicht, in dieser Arbeit 2 praktisch wichtige Kalkungsfragen klären zu versuchen: a) die Menge des anzuwendenden Kalkes richtig zu bemessen und b) in Lettland vorhandene Kalkungsmittel zu prüfen.

Die Versuche sind in Gefässen und auf dem Felde ausgeführt worden.

Diese Versuche sind mit Mängeln behaftet, einmal deshalb, weil unsere Einrichtung für Vegetationsversuche im Anfange der Kalkungsversuche (1926.) noch sehr unvollkommen war und die Versuche nur in 2 Wiederholungen zuliess, zweitens weil die Böden in der Natur sich ausserordentlich ungleich erwiesen und auch die Wetterumstände, besonders im Jahre 1928, nicht normal waren.

Zu den Versuchen wählten wir a) einen sauren, armen Sandboden und b) einen sauren torfigen (anmoorigen) Sandboden in der Forschungsfarm der Universität Rāmava, unweit Riga. Charakteristik dieser Böden ist im Text in den Tabellen, die auch mit deutschen Anschriften versehen sind, zu finden (S. 4 und 29).

Der Kalkbedarf der Böden wurde erstens nach 2 damals (1926) gangbaren Methoden von Daikuhara (nach der Austauschsäure) und Hutchinson-MacLennan (nach der hydrolitischen Azidität) und zweitens nach Jensen-Christensen (Pufferkurve) bestimmt.

Die Kalkungsversuche, nach den zwei ersten Methoden berechnet, sind mit gebranntem Kalk (CaO resp. Ca(OH)_2), Quellenkalk (CaCO_3) und lehmigem Mergel auf beiden Böden auf dem Felde und in Gefässen nach folgendem Schema ausgeführt: 1. ungekalkt und

ungedüngt, 2. ungekalkt + Volldüngung, 3., 4., 5. ungedüngt, gekalkt nach Daikuhara mit CaO, CaCO₃ und Mergel; 6., 7., 8. Volldüngung, gekalkt wie vorher; 9., 10., 11. ungedüngt, gekalkt nach Hutchinson mit CaO, CaCO₃ und Mergel; 12., 13., 14. Volldüngung, gekalkt wie vorher. In den Gefässen waren je 2 und auf dem Felde je 3 Parallelversuche vorhanden.

Kalkungsversuch nach Jensen berechnet ist nur auf dem torfigen Boden, nur auf dem Felde und nur mit CaO nach folgendem Schema ausgeführt worden: 1. ungekalkt und ungedüngt, 2. ungekalkt + Volldüngung, 3. Volldüngung und gekalkt mit $\frac{1}{3}$ CaO, 4. Volld. + $\frac{2}{3}$ CaO, 5. Volld. + $\frac{3}{3}$ CaO und 6. Volld. + $\frac{4}{3}$ CaO.

Die Charakteristik der Kalkungsmittel ist aus den Zahlen in entsprechenden Tabellen im Text zu ersehen (S. 5, 6, 7).

Die Ernteergebnisse der einzelnen Versuchsböden und -Jahre, Reaktionsänderungen etc. sind in entsprechenden Tabellen im Text zusammengestellt. Die graphische Darstellung der Ergebnisse (S. 47) und die Photographien sollen zur Übersichtlichkeit der Resultate beitragen.

Hier noch einige zusammenfassende Schlussfolgerungen. In Bezug auf die Gefäss- und Feldversuche auf dem Sandboden.

1. Die Kalkung verursachte eine deutliche Erntesteigerung.

2. Die Erntesteigerung durch Volldüngung ohne Kalk war erheblicher und sicherer als dieselbe im besten Falle der Kalkung; also die saure Reaktion des Bodens verhinderte nicht die Erntesteigerung durch Düngung.

3. Von den Kalkungsmitteln ergab CaO resp. Ca(OH)₂ die besten Resultate, dann kommt CaCO₃; der Lehmmergel gab in den ersten 2 Jahren keine sichere Erntesteigerung. Sein günstiger Einfluss ist nur im Jahre 1930 beobachtet worden.

4. Auf dem Felde zeitigte nach Daikuhara (Austauschazidität) berechnete Kalkung bessere Resultate als nach Hutchinson (hydrol. Azid.) berechnete. In den Gefässen umgekehrt.

5. Die Kalkung erhöhte die Reaktionszahlen (pH) des Bodens, auf dem Felde aber erreichte diese Zahl niemals 7. In den Gefässen dagegen wurde diese Zahl nicht nur durch CaO, sondern auch durch die übrigen Kalkungsmittel übertroffen.

6. Im Jahre 1929. überall, wo pH über 6,5 gestiegen war, war der Rotklee ausgefallen.

7. Der Prozentsatz von *Rumex acetosella* war im Grasgemenge in ungemergelten Teilstücken am höchsten — 15,18%; in gemergelten nach Daikuhara 7,88%, nach Hutchinson 0,78%. Auch Volldüngung ohne Kalk hat erheblich den Rumex-Gehalt des Gemenges verringert (4—6%).

8. Der höchste Gehalt an Rotklee im Grasgemenge war in den vollgedüngten, aber ungekalkten Teilstücken zu beobachten; zu erwarten war das umgekehrte Ergebnis.

Bezüglich der Gefäss- und Feldversuche auf dem torfigen Sandboden:

1. Die Kalkung steigerte die Ernten, in Gefässen mehr als auf dem Felde.

2. Die Erntesteigerung durch die Kalkung in ungedüngten Gefässen war grösser als in vollgedüngten; auf dem Felde waren beide gleich.

3. Volldüngung ohne Kalk ergab beträchtliche Erntesteigerung sowohl in Gefässen, als auf dem Felde. Jedoch in besten Kalkungsfällen war die Steigerung höher.

4. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ wirkte in Gefässen in 2 ersten Jahren besser als die übrigen Kalkungsmittel, im dritten Jahre aber wurde das Gleiche nur in ungedüngten Gefässen beobachtet; in gedüngten dagegen übertrafen CaCO_3 und Mergel stark den gebrannten Kalk. Im Feldversuche wirkte beide Jahre auf ungedüngten Parzellen CaO besser, auf gedüngten aber Mergel und CaCO_3 .

5. In Gefässversuchen in 2 ersten Jahren ergab nach Hutchinson (hydrolitische Azidität) berechnete Kalkung höhere Erntesteigerungen als nach Daikuhara (Austauschazidität) berechnete; im 3. Jahre aber war es in allen Fällen umgekehrt. Im Feldversuche ergab in den ungedüngten Parzellen die nach Hutchinson berechnete Kalkung bessere Resultate, in gedüngten — umgekehrt.

6. Sowohl in Gefässen, als auch auf dem Felde erhöhte die Kalkung die pH-Zahlen, aber in keinem Falle wurde die Zahl 7 erreicht. In Gefässen wurden die Zahlen im 2. und 3. Jahre etwas verringert.

7. Die Wicke in Gefässen (3. Jahr) und die Gerste auf dem Felde (1. Jahr) wuchs nicht jedesmal dort am besten, wo die Reaktion sich dem Neutralpunkt am meisten genähert hatte.

Im Versuche auf einem anderen Versuchsfelde auf dem torfigen Sandboden (II.) 1928—1929, der mehr ausgeglichen, weniger sauer und mit tieferer Torfschicht ist, gab die Kalkung nach dem international empfohlenen Schema, Kalkung berechnet nach Jensen (s. Tabellen S. 50 und 51), keine Erntesteigerung, eine Volldüngung aber war sehr effektiv.

In allgemeiner Zusammenfassung aller beschriebenen Versuche ist folgendes zu konstatieren:

1. Die Ergebnisse der Gefässversuche stimmen nicht immer mit den Ergebnissen der Feldversuche auf demselben Boden überein. Dieses bezieht sich hauptsächlich auf die Bestimmungsmethoden der Kalkbedürftigkeit des Bodens: in Gefässen sind im Durchschnitt bessere Resultate mit der grösseren Kalkmenge, berechnet nach der hydrolitischen Azidität (Hutchinson), auf dem Felde dagegen mit der kleineren Kalkmenge, berechnet nach der Austauschazidität (Daikuhara) erzielt worden.

Die Jensen'sche (international empfohlene) Methode scheint auch nicht geeignet zu sein (wenigstens für unseren torfigen Sandboden), die zu gebrauchende Kalkmenge anzugeben, denn in unserem Falle zeigte diese Methode grossen Kalkbedarf (1% CaCO_3 vom Gewicht des Bodens), die Kalkung gab aber keine Erntesteigerung.

2. Die Versuchsergebnisse stimmen nicht immer mit den üblichen, eingebürgerten und propagandierten Ansichten in der Kalkungsfrage überein. Zum Beispiel das Rotkleeertrag war im Grasgemenge auf dem Sandboden in den gedüngten, aber ungekalkten Parzellen mit höherer Azidität ($\text{pH} = 5,43$) grösser, als in den nach Hutchinson gekalkten Parzellen, in denen die Bodenazidität dem Optimum für Rotklee nach O. Arrhenius entsprach ($\text{pH} = 6,26-6,6$), s. S. 26. Ein anderes Beispiel. Die Wicke in Gefässen auf torfigem Sandboden erreichte den höchsten Ertrag (von allen gekalkten) in gemergelten Gefässen, wo die Reaktionszahl am niedrigsten resp. Azidität am höchsten war ($\text{pH} = 5,07$), s. S. 35, 36 und 37. Als drittes Beispiel könnten die Erntedepressionsfälle von der Kalkung dienen (s. S. 45 CaCO_3 D unged. und CaCO_3 H Volld.).

Die genannten Widersprüche und noch andere scheinen darauf hinzuweisen, dass das Wachstum auch gegen die Reaktion des Bodens empfindlicher Pflanzen nicht in so einfacher Beziehung zur Bodenreaktion steht, als es oft gedacht und auch gesagt wird. Diese

Beziehungen scheinen im Gegenteil sehr verwickelt zu sein und bedürfen noch viel eifriger Forschung. Dies bestätigen auch die Befunde des prof. Prianischnikov in Moskau (s. D. N. Prianischnikov „Über d. Einfluss der Bodenreaktion auf d. Wuchs d. Pflanzen“ Auszüge d. Verhandlungen d. Zweiten internationalen Kongresses f. Bodenkunde I., II. u. III. Kommissionen, S. 45).

Wegen der ausserordentlichen Ungleichheit unserer kalkbedürftigen Böden, wie sie auch sonst zu sein scheinen, konnten wir einen geeigneten Platz für die Feldkalkungsversuche nicht finden (denn an einem weniger ungleichmässigen Platze desselben torfigen Sandbodens — II. — gab die Kalkung keinen Erfolg — der Boden hat keinen Kalkbedarf). Dieser Schwierigkeit versuchten wir in der Weise zu entgehen, dass wir mit demselben Boden Parallelversuche auf dem Felde und in Gefässen ausführten. Das gelang uns jedoch nicht, weil die Gefässversuche und die Feldversuche zu ungleichen Schlussfolgerungen führen. Eine andere, mehr geeignete Methode der Erforschung des Kalkbedarfs solcher ungleicher Böden ist nicht bekannt.

10. III. 1931.

Beziehungen scheinen im Gegenteil sehr verzwickelt zu sein und bedürfen noch viel weiterer Forschung. Dies bestätigen auch die Befunde des prof. Feinischnikow in Moskau (s. 15. Feinischnikow über den Einfluss der Bodenreaktion auf die Wirkung des Pflanzens) und die Verhandlungen der Zentralen internationalen Kongresse für Bodenkunde I. II. u. III. Kommissionen S. 45).

Wegen der ausserordentlichen Unvergleichbarkeit unserer Kalkbedarfsbestimmungen mit denjenigen anderer Autoren können wir einen geeigneten Platz für die Feldkalkungsversuche nicht finden (denn an einem weniger günstigen Standort würde derselbe Erfolg nicht erzielt werden). In dem Kalkungsversuch gab die Kalkung keinen Erfolg — der Boden (Sandboden) — hat keinen Kalkbedarf. Dieser Schwierigkeit versuchen wir in der Weise zu entgehen, dass wir mit demselben Boden Parallelversuche auf dem Felde und im Gefäss anstellen. Das Gefäss wird jedoch nicht weit über die Gefässversuche und die Feldversuche zu ungleichen Schichtstärken führen. Eine andere, mehr geeignete Methode der Erforschung des Kalkbedarfs solcher ungleicher Böden ist nicht bekannt.

Die Kalkung (einschlüssig landwirtschaftlich) ist nicht geeignet zu sein (wenigstens für unseren torfigen Sandboden), die zu gebrauchende Kalkmenge anzugeben, denn man muss zeigen diese Methode grossen Kalkbedarf (1% CaCO_3 vom Gewicht des Bodens), die Kalkung gab aber keine Erntesteigerung.

2. Die Versuchsergebnisse stimmen nicht immer mit den üblichen, etablierten und propagierten Ansichten in der Kalkungsfrage überein. Zum Beispiel das Rotkleeexperiment war im Grasgemenge auf dem Sandboden in den gedüngten, aber ungekalkten Parzellen mit höherer Azidität ($\text{pH} = 5,43$) grösser, als in den nach Hutchinson gekalkten Parzellen, in denen die Bodenazidität dem Optimum für Rotklee nach O. Arrhenius entsprach ($\text{pH} = 6,26-6,6$), s. S. 26. Ein anderes Beispiel. Die Wicke in Gefässen auf torfigem Sandboden erreichte den höchsten Ertrag (von allen gekalkten) in gemergelten Gefässen wo die Reaktionszahl am niedrigsten resp. Azidität am höchsten war ($\text{pH} = 5,07$), s. S. 35, 36 und 37. Als drittes Beispiel könnten die Erntedepressionsfälle von der Kalkung dienen (s. S. 45 CaCO_3 , D unged. und CaCO_3 , H Vold).

Die genannten Widersprüche und noch andere scheinen darauf hinzuweisen, dass das Wachstum auch gegen die Reaktion des Bodens empfindlicher Pflanzen nicht in so einfacher Beziehung zur Bodenreaktion steht, als es oft gedacht und auch gesagt wird. Diese

LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTES SERIJA II. 2.

- I. Mangāna saturs Latvijas augsnās un iežos.
- II. Mangāna dioksida ietekme uz chinhidronmetodi.
- III. Mangāns kā apmaiņas baze.

K. Krūmiņš.

Lauksaimniecības ķīmijas laborātorija. Vadītājs: doc. P. Kulitans.

Ievads.

Par mangāna saturu Latvijas augsnās un iežos līdz šim vēl trūka datu. Tas arī saprotams, jo mangānu uzskata par caurmērā mazāk izplatītu un arī bioloģiski mazāksvarīgu elementu, nekā, piemēram, kalciju, magniju, kaliju un dzelzi. Ka tomēr šai vietā mangānam veltīta speciāla uzmanība, tam vairāki svarīgi iemesli. Pirmā vietā minama E. M. C r o w t h e r'a un S. H e i n t z e's nesen atklāta mangāna savienojumu ietekme uz aktuālās reakcijas noteikšanu ar chinhidronmetodi (1). Šie autori atrada, ka mangāna dioksidam klātesot, ērtā un vienkāršā chinhidronmetode vairs nav droši lietojama, jo bieži vien noteikšanas kļūda var pārsniegt 1,0 pH. Tā kā Latvijā tuvākā nākotnē vēl izdarāmi plaši reakcijas pētījumi sakarā ar augsnas kaļķa vajadzības noskaidrošanu un vispārēju zemes kultūras pacelšanu, tad dabiski radās nepieciešamība noskaidrot, vai arī mūsu augsnās nav sastopami chinhidronmetodi traucējoši mangāna savienojumi. Līdzīgā kārtā mangāna dioksida klātbūtne var traucēt arī precīzāku mehānisku analīzi, kad iepriekš jāatdala organiskās vielas, apstrādājot augsnu ar ūdeņraža peroksīdu. Šāda organisko vielu atdalīšana, mangāna dioksidam klātesot, izdarāma tikai ar lielām grūtībām, jo pielikto ūdeņraža peroksīdu mangāna dioksids ātri sadala. Tāpēc velti jāpatērē daudz laika un reaģenta. Pēc L. O l m s t e a d'a un

L. Alexander'a te var izlīdzēties, ja iepriekš nosaka augsnas mangāna dioksida saturu un tad pieliek ledusetiķskābi drusku vairāk nekā MnO_2 ekvivalentā daudzumā (2). Tāpat mangāna dioksids traucē CO_2 noteikšanu, jo sildot atbrīvo no organiskām vielām CO_2 . To var novērst pieliekot Fe^{++} sāļus. Bet arī no cita viedokļa stājoties pie mūsu augsnu tuvākas izpētišanas, jāzina vismaz aptuveni mangāna saturs. Tā pie augsnas ķīmiskās analīzes — vienalga vai tā pilnanalīze vai sālsskābes izvilkumu analīze — jāzina apmēram, ar kādiem mangāna daudzumiem darīšana. Pie maziem mangāna daudzumiem, noteicot kalciju un magniju, var iztikt bez iepriekšējās mangāna atdalīšanas, citiem vārdiem, analīzes gaitu iespējams ievērojami saīsināt. Turpretī pie lielākiem mangāna daudzumiem tas iepriekš jāatdala, vai arī jānoteic kopā ar kaļķi un magniju izkritušais mangāna daudzums. Sacīto var zināmā mērā attiecināt arī uz apmaiņas kaļķa un magnija noteikšanu, jo blakus tiem arī mangāns var būt par apmaiņas bāzi. Ne mazāk svarīgi zināt mangāna saturu un viņa savienojumu formu, augsnu morfoloģiski pētījot. Ņemot vērā to, ka vairums mangāna savienojumu ir krāsaini un ka mangāns augsnās ļoti bieži koncentrēts konkrēciju veidā, iespējams pēc augsnas nokrāsas un izskata spriest par mangāna klātbūtni un līdz ar to par dažām citām augsnas īpašībām. Beidzot vēl jāaizrāda, ka mangāna bioloģiskā loma vēl nebūt nav galīgi noskaidrota. Daži autori vēl jaunākā laikā turas pie ieskata, ka mangānam ir svarīga bioloģiskā nozīme. Tā G. André savā 1924. gadā izdotajā grāmatā „Chimie agricole“ par mangānu saka: „On doit certainement mettre le manganèse au rang des corps indispensables à la vie végétale“ (mangāns droši vien pieskaitāms augu dzīvei nepieciešamām vielām). Līdzīgos uzskatos ir arī W. Bishop's (3), kas skaita mangānu par nepieciešamu, lai vispār rastos chlōrofilis un asimilētos ogļskābe. Mangāna lomu CO_2 asimilācijā uzsver arī E. Hiltner's (4). Tas atrasts visos augos, pie tam visvairāk organos, kas satur chlōrofilu. Tāpat tas atrasts visos dzīvniekos, kaut gan parasti mazākos daudzumos, nekā augos. Pēc G. Bertrand'a pētījumiem (Andrée, l. c.) mangānam ir neapšaubāmi svarīga loma oksidējošo fermentu darbībā. D. Olarú uzskata mangānu par stimulantu pie nitrifikācijas un gaisa slāpekļa fiksācijas (5). Mangānam var būt arī loma pie dažām augu slimībām. Pēc A. Sommer'a sevišķi jūtīga pret mangāna trūkumu saules puķe (6). Pēc O. Schreiner'a un P. Dawson'a pētījumiem mangāna trūkums dažos gadījumos izsauc chlō-

rōzi, ko var novērst, piedodot augsnai mangāna mēslus (7). To pašu novērojuši J. Hudig's (8), E. Hiltner's (4) un H. Mann's (9). Divi pēdējie autori pierādīja, ka mangāna chlōrōzi var izārstēt, ja sasilmušās daļas aplaista ar mangāna šķīdumu. Viņi minētos jau-tājumos sakopojuši plašu literātūru. Par mangāna cirkulāciju un lomu dabas saimniecībā plašāku pārskatu līdz ar literātūras sarakstu devis V. I. Vernadskijs (10). Ļoti plaši materiāli un literātūra par mangāna iežu un minerālu ķīmisko sastāvu un izveidošanos atrodami R. Koechlin'a un H. Leitmeier'a rakstos (11). No šī isā pārskata redzams, ka mangānam sevišķi pēdējos gados atkal pie-griež lielu vērību un kā mūsu augsnu mangāna satura noskaidro-šanai var būt svarīga nozīme.

I. Mangāna saturs Latvijas augsnās un iežos.

Vispārēji aizrādījumi.

Stājoties pie Latvijas augsnu mangāna satura noskaidrošanas, izrādījās par nepieciešamu vismaz galvenos vilcienos noskaidrot mangāna saturu arī tais iežos un ciltsiežos, kuriem loma mūsu augsnu izveidošanā. Pazīstot augsnas pamatmateriālus, iespējams dabūt vispārējus orientējošus aizrādījumus par mangāna saturu pašā augsnā. Tomēr mangāna saturs augsnās bieži citādāks, nekā augsnas veidotajos ciltsiežos, bet pēdējos savkārt citādāks, nekā iežos, kuriem sadēdot ciltsieži radušies. Ļoti bieži ciltsiežu un tālāk augsnu izvei-došanas procesā novērojama mangāna savienojumu uzkrāšanās. Pie tam iežos resp. ciltsiežos esošie divvērtīgā mangāna savienojumi tiek oksidēti par četrvērtīgā mangāna savienojumiem, kas ievēro-jami mazāk šķīst un tādēļ grūtāk izskalojas. Tādā ceļā no mangāna karbonātiem, silikātiem, tītānātiem etc. rodas dažādi mangāna diok-sida savienojumi: ar ūdeni bagātā vidē galvenā kārtā amorfiie vadi, mazākā mērā kristalliskais psilomelāns, kas uzskatāmi par mangāna dioksida hidrātiem ar mainīgu ūdens saturu; turpretī ar ūdeni nabagā vidē rodas bezūdens mangāna dioksids mineralu piroluzīta, mazākā mērā poliānīta veidā. Šādā mangāna oksidēšanā un uzkrāšanā ļoti liela loma dažādiem sīkorganismiem — Beijerink'a Bacterium Man-ganicum, Crenothrix Leptothrix (satur 6—7% Mn), Crenothrix po-lyspora, Clonothrix fusca etc. Minētie sīkorganismi ūdenī atšķīdušo

mangānu koncentrē, padara atkal nešķīstošu un izdala dažādu sīkāku vai rupjāku konkrēciju veidā. Šādas mangāna konkrēcijas sastopamas gandrīz visās augsnās. Smagākās augsnās konkrēcijas parasti mazākas apmērā, bet ļoti lielā skaitā; vieglākās augsnās konkrēcijas vairāk izklaidētas, bet var sasniegt lielākus apmērus pat vairāk centimetrus caurmērā. M. Weibull's atzīmē gadījumu, kur *Crenothrix* ražotais braunšteinis nedaudz gados pilnīgi aizsprostoja kāda lauka drenu caurules (12). Parasti reizē ar mangānu tiek koncentrēta arī dzelzs, un minētās mangāna baktērijas vispirms bija pazīstamas kā dzelzs baktērijas. Tagad pazīstams vēl ļoti liels skaits citu sīkorganismu, kas spējīgi koncentrēt dzelzi. Tāpēc blakus mangānam augsnas konkrēcijās sastopam arī dzelzi — parasti lielākos daudzumos kā mangānu.

Tomēr dažos gadījumos augsnas izveidošanas procesā novērojama arī mangāna satura samazināšanās, ja rodas apstākļi, kas veicina mangāna izskalošanos. Dažreiz tas stāv sakarā ar sīkako daļiņu ieskalošanos dziļākos horizontos, bet visbiežāk mangāna samazināšanās novērojama pie stiprskābes reakcijas vai arī reducējošā vidē (ja rodas gaisa trūkums no lieka mitruma un organisko vielu pārpilnības).

Arī augi var būt par iemeslu augsnas mangāna satura samazināšanai. Tas sevišķi novērojams tur, kur lielākos daudzumos sāk uzkrāties skābas organiskās vielas. Pēdējās lielā mērā veicina mangāna atšķīšanu un ieskalošanos dziļākos horizontos. No otras puses uzkrātās organiskās vielas proporcionāli savam daudzumam atšķaida resp. vājina minerāliskās daļas mangāna saturu.

Visi augstāk minētie apstākļi var ietekmēt netikvien mangāna, bet arī dzelzs pārvietošanos augsnās. Lai noskaidrotu, cik aktīvi piedalās dzelzs un mangāns augsnas izveidošanas procesā, resp. noskaidrotu šo kationu relatīvo kustīgumu, tika noteiktas dzelzs un mangāna attiecības ciltšiežos un augsnas dažādās kārtās.

Darba metodes.

Skābē šķīstošā mangāna un dzelzs noteikšana. Lielākā daļa noteikšanu izdarītas sālsskābes izvilkumos. Lietota 20%-īga HCl. Viršanas laiks 1 stunda. Attiecība gaisausa augsna: 20% HCl = 1:10. Pie iežiem dažos gadījumos ņemts lielāks atšķaidījums, skatoties pēc gaidāmā Mn un Fe satura. Mangāns no-

teikts kolorimetriski pēc B. v. Horvath'a metodes. Lai samazinātu reaģentu patēriņu, lietoti 5 reizes mazāki vielas un šķīduma daudzumi. Dzelzs noteikta kolorimetriski ar rodānu. Organiskās vielas atdalītas, apstrādājot ar karalūdeni parastā kārtā. Dažos gadījumos, kad organisko vielu bija ļoti maz, tika pielikts HNO_3 un uzsildīts divvērtīgās Fe oksidēšanai. Daļa noteikšanu izdarītas HNO_3 -skābes izvilkumos. Tie šais orientējošās dabas pētījumos izrādījās par vienkāršāk analizējamiem nekā HCl izvilkumi. Lietots apm. 65%-īgs HNO_3 . Mangāna dioksids šai skābē pienācīgi šķīst tikai tad, ja klāt organiskās vielas. Tāpēc pie materiāliem ar zemu organisko vielu saturu uzslēdzot tika pielikts neliels gabals bezpelnu filtrpapīra. Mangāna un dzelzs noteikšana tad samērā vienkārša. Mangāna noteikšanai pienācīgu izvilkuma daļu nelielā mērkolbiņā, AgNO_3 klātesot, apstrādā uz ūdensvannas ar ammonija persulfātu, līdz izzūd organisko vielu nokrāsa un bezkrāsainais šķīdums tālāk nokrāsojies mangāna saturam atbilstošā nokrāsā. Kad nokrāsa vairāk nepieaug, atdzesē un salīdzina nokrāsu ar paraugšķīduma nokrāsu. Mangāna paraugšķīdumus gatavojot, tika paskābināts ar nedaudz HNO_3 jeb H_2SO_4 , piepilināts nedaudz AgNO_3 un pielikts naža gals ammonija persulfāta. Tāda šķīduma tonis labi sakrīt ar izmeklējamiem šķīdumiem un diezgan pastāvīgs. Arī dzelzs noteikšana slāpekļskābes izvilkumā vienkārša. Ja šķīdumā organiskās vielas, tās iepriekš oksidē ar nelieliem daudzumiem $\text{N}/5 \text{KMnO}_4$. Permangānāta pārākumu sadala ar dažiem pilieniem 3% ūdeņraža peroksida. Tad noteic Fe kolorimetriski ar rodānu parastā kārtā. Slāpekļskābes izvilkumos pa lielāku daļu iegūst drusku zemākus skaitļus nekā sāļsskābes izvilkumos. Sevišķi tas sakāms par dzelzi. Tas redzams no sekojošā salīdzinājuma (1. tabula):

Tabula № 1.

P a r a u g i Samples	$\text{Fe}_2\text{O}_3\%$		$\text{MnO}\%$	
	HNO_3 -sk.	HCl-sk.	HNO_3 -sk.	HCl-sk.
Devona sark. māls	5,14	6,25	0,077	0,082
Augsna uz devona smiltis . .	1,47	1,69	0,066	0,066
„ no Priekuļiem, m., S., v.	0,98	1,07	0,06	0,056
„ „ Kaucmīndes, M., v.	1,84	2,10	0,06	0,06
„ „ „ 3. k. .	3,20	3,12	0,075	0,073
Kāpu smiltis, Spilve	0,10	0,17	0,0023	0,0037

Kā redzams dažos gadījumos skaitļi diezgan stipri mainās, bet lielos vilcienos skaitļu dimensija paliek tā pati. Tas šais orientējošās dabas pētījumos tika uzskatīts par pietiekošu. Analīzes rezultātos HNO_3 izvilkumi apzīmēti ar zvaigznīti.

Mangāna un dzelzs kopdaudzuma noteikšana. Lai vispārīgi orientētos, kādu daļu no kopmangāna un kopdzelzs sastāda skābē šķīstošie Mn un Fe, tad tika izdarītas arī vairākas pilnanalīzes. Uzslēgts ar KNaCO_3 parastā kārtā. Kolorimetriski noteicot Fe, arī standartšķīdumam pielikts atbilstošs daudzums KCl un NaCl. Kopanalīzes salīdzinājums ar HCl skābes izvilkumu redzams 2. tabulā.

Iegūtie rezultāti liecina, ka pie šē pārbaudītām augsnām ir tikai nelielas diferences starp mangāna kopdaudzumu un skābē šķīstošo mangānu, bet lielākas diferences novērojamas pie dzelzs. Tāpēc augsnu kopanalīzē Fe/Mn attiecība augstāka, kā pie skābes izvilkumiem. Analogiski tas ir pie mālainiem resp. glūdainiem iežiem. Turpretī pie smiltsiežiem dažreiz novērojamas relatīvi lielas diferences starp kopmangānu un skābē šķīstošo Mn. Līdz ar to pie šē pārbaudītiem smilts paraugiem Fe/Mn attiecība kopanalīzē zemāka, kā pie skābes izvilkumiem. Tā kā mūsu smiltsiežos tomēr lielāko tiesu kopmangāna saturs zems un sadēdot daļa no tā kļūst skābē šķīstoša, tad augsnās šo iežu piemaisījums parasti tikai nelielā mērā paceļ skābē nešķīstošā mangāna daudzumu. Šo iemeslu dēļ vairumā gadījumu skābē šķīstošais mangāns diezgan tuvu raksturo augsnas mangāna kopdaudzumu. Citādāk tas ir ar dzelzi. Te skābēs šķīstošā dzelzs tikai rupjos vilcienos raksturo dzelzs kopdaudzumu, precīzāki norāda, ar kādas dimensijas skaitļiem darīšana.

Iegūtie rezultāti un viņu novērtējums.

1. Ieži.

A. Silikātieži. No tiem vismazāk skābē šķīstošā mangāna uzrādīja smilšainie: no zīmēm līdz 0,013%. Jau vairāk skābē šķīstošā mangāna saturēja mālainie ieži: 0,03—0,053%, bet visvairāk merģelainie: 0,038—0,10%. Pēdējos paaugstinātais skābē šķīstošā mangāna saturs lielā mērā attiecināms uz karbonātu piemaisījuma lēses. Tas redzams no Fe/Mn: pie smiltīm 36,3—166, pie māliem 97,5—205, bet pie merģeļiem — 25,8—84.

Tabula № 2.

Paraugi Soils and mother rocks	20% HCl		Kopanalīze Total analysis						Piezīmes Notes		
	MnO %	Fe ₂ O ₃ %	Fe/Mn	MnO %	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %		SiO ₂ %	
a) Grantainie. Gravelly.											
Talsu v-ba, Plošņa apg., augsna 15—25 cm	0,188	2,53	14,9	19,8	0,21	3,75	9,42	1,28	1,70	77,90	Augsnas virsēj. horizonti Soils, upper horizons
Vecsāti, pie Kandavas ceļa, 4 km no Kandavas, virsk.	0,106	2,48	25,8	29,1	0,12	3,15	8,65	0,87	1,10	78,65	
b) Smilšainie. Sandy.											
Devona sarkana smiltis, Zīlie kalni	0,005	0,62	137	52	0,017	0,80	4,42	0,07	0,46	91,81	Old red
" " Burtieki	0,0046	0,69	166	83	0,010	0,75	2,10	0,13	0,33	95,10	" "
Jūras smiltis, Ģipka	0,0025	0,095	41,7	17,2	0,016	0,25	2,40	0,33	0,48	94,80	Marine sand
Kāpu smiltis, Spilve	0,0046	0,17	41,0	30,5	0,017	0,47				95,00	Aeolian sand
Kazdangas Lejasbeltes, smiltsaugna, v.	0,06	0,90	16,6	22,5	0,075	1,52	7,30	0,38	0,51	86,10	Soils Upper horizons
Priekuju mašīnizmēg. stacija, virsk.	0,056	1,07	19,1	27,3	0,058	1,43				83,60	
Vecmoku v-ba, Raudas nov., II. k. A ₁	0,133	1,03	8,58	10,6	0,135	1,29				87,30	
c) Mālainie un glūdainie. Loamy marls.											
Devona sarkan. mālmergelis, Zīlie kalni	0,082	6,25	84,3	96,5	0,083	7,25	13,30	9,35	8,30	41,10	Ieži. Rocks
" violetais māls, Jēkabpils	9,8			208	0,054	10,2	17,90	1,80	3,75	53,77	
" zils dolomitmangelis, Smārde	0,038	1,85	54	52	0,065	3,05	7,65	18,90	14,30	22,35	
Nepārskatots mālmergelis, Sataca	0,069	1,62	25,8	34,7	0,086	2,70	9,05	7,75	3,52	65,10	Ciltsieži (C) Mother rocks
Pārskatots " Tilžas p.	0,10	2,48	27,5	44,8	0,11	4,45	12,82	12,50	2,70	49,50	
" " Kaucminde	0,073	3,12	42,7	53,5	0,092	4,45	12,58	10,73	3,62	52,49	

*
*

Tabula № 3.
Ieži un ciltsteži.
Rocks and mother rocks.

№№	Paraugs Locality and kind of sample	MnO %	Fe ₂ O ₃ %	Fe/Mn	Piezīmes Notes
I. Silikātieži. Silicates.					
a) Smilšakmeņi un smiltis. Sands.					
1	Devona smilšakmens no Burtnieku ezera krasta . . .	0,0046	0,69	166,0	Sarkans
2	" " " Zillem kalniem . . .	0,0050	0,62	137,0	Sarkans
3	" " " " " " . . .	0,0057	0,45	87,5	Peļeks
4	" " " " " " . . .	zīmes	—	—	Balts
5	Jūras smiltis no Rojas . . .	0,0025	0,095	42,0	Balta
6	" " " Kuivižiem . . .	0,01	0,36	40,0	Grantaina, ar laukšpātu un vizlu etc.
7	Kāpu smiltis no Mīlgrāvja . . .	0,0067	0,22	36,3	
8	" " " Spilves . . .	0,0046	0,17	41,0	Rupja
9	Mālainas smiltis pļens no Pļaviņu antīklīn. . .	0,013	—	—	Sarkans
b) Mālainie ieži. Loams.					
10	Devona māls no Lorupes . . .	0,031	4,27	152	Sarkans
11	" " " Jēkabmiesta . . .	0,053	9,80	205	Sarkanīgi violetš
12	" " " Lorupes . . .	0,03	5,00	184	Violetš pļens
13	" " " Stopiņiem . . .	0,038	4,75	139	Zilgans
14	" " " Zillem kalniem . . .	0,033	2,90	97,5	Zilgans pļens (smilšains)

c) Mergelainie ieži.

Loamy marls.

15	Devona mergelmāls no Ziliem kalniem	0,082	6,25	84,0	Sarkans, CaCO ₃ konkrēcijas
16	" dolomitmergelis no Jāņu kroga (Smārde)	0,038	1,85	54,0	Zilgans, gīpša pavadonis
17	Morēnu mergelis, Vecsalacas apkārtnē (Vidzeme)	0,069	1,62	25,8	No grāvja
18	" " Ilmājas stac. (Kurzeme)	0,069	3,56	57,0	CaCO ₃ —11,5%/
19	" " Pūpolu stac. (Latgale)	0,042	2,01	53,0	Zilgans, no grāvja
20	Kārtainais mergelmāls no Zemgales (Jelgava)	0,077	4,21	60,5	No upes dibena
21	" " " (Kaucmīnde)	0,075	3,25	48,0	CaCO ₃ —21,8%/
22	" " " Latgales (Tilža)	0,10	2,48	27,4	CaCO ₃ —20,4%/

II. Karbonātieži.

Carbonates.

a) Dolomīti.

23	No Ikskšiles	0,092	—	—	Iesarkans, ar Platyschisma K.
24	" Ģipšraga	0,046	—	—	Satur 42,90%/ CO ₂ . Peleks
25	" Ķenguraga	0,07	—	—	Peleks
26	" Stopiņiem	0,115	0,73	7,0	Iesarkans, blīvs
27	" Stopiņiem	0,117	0,67	6,33	Iesarkans, ar Platyschisma K.
28	" Ropažu Jauntuibām	0,099	0,52	5,82	Dzeltānpeleks, kristallisks
29	" Siguidas	0,09	1,02	12,55	Peleks
30	" Cēsim, Jaunzemju grava	0,066	1,50	25,2	Peleks ar iesarkanām svītrām
31	" " "	0,053	0,77	16,1	Peleks ar zilganām svītrām
32	" Vīzlas muižas	0,06	0,89	15,5	Ģipšu pavadonis, ar zilganām svītrām
33	" Ventas, Brīežu Brasla	0,09	1,46	18,0	Stipri smilšains, peleks ar brūn. plank.
34	" do., Rumba pie Kuldīgas	0,063	0,70	12,3	Mālais, peleks
35	" Tukuma muižas	0,043	0,32	8,2	Gaišpeleks, kristallisks

Tabula № 4.

Svārstības dažādu iezū mangāna un dzelzs saturā.
Fluctuations in manganese and iron content of several rocks and mother rocks.

Paraugi Samples	MnO %	Fe ₂ O ₃ %	Fe/Mn
Smišāmie silikāteži	zīmes } —0,013 traces }	0,095—0,69	36,3—166
Sandy mother rocks			
Mālainie silikāteži	0,03—0,053	2,90—9,80	97,5—205
Loamy mother rocks			
Merģelaine silikāteži	0,038—0,10	1,62—6,25	25,8—84
Margly mother rocks			
Dolomīmerģeļi	0,038—0,081	1,85—2,38	32,5—54
Dolomitic marls			
Dolomīti	0,043—0,117	0,32—1,50	5,82—25,2
Dolomites			
(Morēnu dolomīti (2)	0,142—0,19	0,98—1,23	7,18—7,64)
Moraine dolomites			
Cečsteini	0,015—0,023	0,037—1,50	2,74—72,3
Cechsteins			
Juras laikmeta kalki (1)	0,283	3,87	15,1
Jura carbonates			
Morēnu kalki	0,028—0,074	0,42—0,82	9,65—16,60
Moraine carbonates			
Alluviaļie kalki	zīmes } —4,85 traces }	zīmes } —11,65 traces }	2,55—21,1
Alluvial carbonates			
Dzelzainie iezī	0,01—1,72	30,5—90,5	22,6—57,50
Ferruginous rocks			

B. Karbonātieži. No tiem mūsu apstākļos vissvarīgākie dolomīti. Tais mangāna saturs parasti diezgan augsts 0,043—0,117%. Attiecība Fe/Mn = 5,82—25,2. Līdzīgs vai drusku zemāks Mn saturs tika novērots divos dolomītmerģeļos. Šais materiālos, pateicoties māla piejaukumam, attiecība Fe/Mn augstāka (32,5—54). Tīrie dolomītmerģeļi ar augstu CO₂ saturu liekas pēc sastāva tuvi parastiem dolomītiem. Morēnu materiālos sastopami arī dolomīti ar augstāku Mn saturu. Tā zilganpelēkos dolomīta fragmentos no Ģipkas jūrmalas skābē šķīstošais MnO 0,142—0,19%. Attiecība Fe/Mn 7,18—7,64. Ļoti iespējams, ka šie materiāli transportēti no ziemeļiem resp. pieder citai formācijai.

Analizētos cechšteina paraugos MnO saturs zemāks: 0,015—0,023%. Attiecība Fe/Mn stipri svārstīga (2,74—72,3). Paraugā no Veccieceres attiecība Fe/Mn augstāka pateicoties vēlākā laikā infiltrētai dzelzij.

No Juras kaļķiem analizēts tikai viens paraugs. Tas izrādījās ar samērā ļoti augstu Mn saturu — 0,283% (attiecība Fe/Mn = 15,1). Juras kaļķiem tomēr pie mūsu augsnu pamatmateriālu izveidošanas maza nozīme. Lielāka loma no ziemeļiem transportētiem silūrkaļķakmeņiem, kas labi atšķirami morēnu materiālos sevišķi Ziemeļlatvijā. Igaunijas kaļķakmeņu paraugi no Vitrupes pagasta Vecmelbārziem uzrādīja MnO saturu 0,028—0,074% (attiecība Fe/Mn = 9,65—16,60). Stipri augstāks MnO saturs bija dažos morēnu dolomītu fragmentos (skat. dolom.). Zems mangāna saturs bija morēnu cechšteina no Vecauces — 0,015%.

Alluviālos kaļķa iežos mangāna saturs ļoti dažāds: no zīmēm līdz 4,85. Attiecība Fe/Mn = 2,55—21,1. Minēto visaugstāko MnO saturu uzrādīja kāds iesūtīts avotkaļķa paraugs no Ugāles Vesējiem. Tas pēc izskata ļoti nevienmērīgs — vietām iebrūni sacietējumi ar melniem plankumiņiem, kas liecina par dzelzs oksīda un mangāna dioksīda klātbūtni (MnO₂ vienā no šiem paraugiem bija 1,6%). Daži mēslošanai lietotie pļavu kaļķi uzrāda ļoti zemu mangāna saturu (pļavu kaļķi no Stopiņiem — 0,011% MnO).

C. Dzelžainie ieži. Limonītos resp. parastās pļavu rūdās mangāna saturs ļoti svārstīgs. Analizētos paraugos 0,01—1,72% MnO. Attiecība Fe/Mn 22,6—5750.

Daļa še apskatīto alluviālo kaļķu un dzelžaino iežu jau lielā mērā uzskatāmi par augsnu veidojumiem, līdzīgiem konkrēcijām. Tie apskatīti šai nodaļā tikai ērtības labad.

2. Augsnas.

Iegūtie rezultāti sakopoti 5.—10. tabulā. No tiem redzams, ka mangāna saturs mūsu dažādās augsnās un pat vienas augsnes dažādās kārtās var būt stipri nevienāds. Tomēr šai nevienādībā var atrast zināmas vispārējas likumības jeb pareizāki sakarības. No vienas puses te nomanāms zināms sakars ar dažām augsnes ārējām pazīmēm — mehānisko sastāvu, krāsu, jaunveidojumiem etc., no otras puses sakars ar augsnes veidotājiem faktoriem — pamatmateriālu, klimatu, augiem, dzīvniekiem, reljefu, mitruma režimu, kultūru. Šo sakaru pazīšana svarīga, jo tādējādi pēc augsnes ārējām pazīmēm un augsnes veidotājiem faktoriem iespējams vismaz aptuveni novērtēt augsnes mangāna saturu. Un otrādi — pazīstot šos sakarus, var pēc augsnes mangāna satura secināt zināmus slēdzienus par dažām citām augsnes īpašībām. Lai atvieglinātu šādu sakarību atrašanu, gandrīz visos gadījumos ievērots arī augsnes dzelzs saturs attiecībā pret mangānu, jo tādā ceļā iespējams tuvāk raksturot dažas augsnes īpašības un izveidošanas apstākļus. Tika novērotas šādas sakarības.

Mangāna un dzelzs daudzuma sakars ar augsnes mehānisko sastāvu un pamatmateriālu. Atsevišķos gadījumos te novērojamas lielas svārstības. Tomēr apstrādājot rezultātus statistiski, iegūstam 10. tabulā attēlotos vidējos skaitļus un svārstību intervallus. No tiem redzams, ka pie minerālaugsnām caurmērā visbagātākās ar mangānu ir grantis, kas izveidojušās uz karbonātiem bagāta pamatmateriāla, bet visnabagākās smiltis. Grantīs augstais mangāna saturs radies galvenā kārtā karbonātiem sadēdot. To zināmā mērā apstiprina Fe/Mn attiecība, kas pie grantīm svārstījās no 4,31 līdz 55,4 jeb vidēji 19,31, kas ļoti tuvu dolomītu Fe/Mn attiecībai (5,82—25,2). Sacitais zīmējas tikai uz grantīm, kas izveidotas uz karbonātu oļiem bagāta pamatmateriāla. Karbonātiem nabagās, tā sauc. mūrnieku grantis pēc mangāna satura stāv tuvu smiltis augsnām. Otrā vietā aiz grantīm nāk smagie māli resp. glūdas (Ton) ar vidējo mangāna saturu ap 0,08% MnO (svārst. 0,033—0,147%). Mangāna saturs te augstāks kā smiltīs viegli sprotamu iemeslu dēļ: 1. paši mālainie ieži ir vidēji ar augstāku mangāna saturu nekā smiltis, 2. mangāna saturu paaugstina karbonātu sadēšanas produkti. Smiltsaugsnās vidējais MnO saturs ap 0,039% (svārst. no zīmēm līdz 0,089%). Vidū starp smiltīm un māliem liekamas mālainās smiltis un smilšainie māli ar vidējo MnO saturu ap 0,048%

(svārst. 0,004—0,112%). Dzelzs saturā likumība drusku citādāka. Visbagātākās ar Fe_2O_3 nav grants augsnas, bet smaga māla augsnas ar caurmērā 3,23% Fe_2O_3 . Visnabagākās ir smiltsaugsnas ar Fe_2O_3 ap 0,84%. Vidēju vietu ieņem grantis un mālainās smiltis resp. smilšainie māli. Lielo svārstību dēļ šie vidējie skaitļi nav pietiekoši droši un derīgi tikai vispārējai orientācijai. Vēl mazāk droši ir Fe/Mn attiecības raksturotāji vidējie skaitļi, kādēļ tie dažos gadījumos nav nemaz aplēsti. Tas sevišķi zīmējas uz gadījumiem, kur noteikšanu maz. Tā kā pie mazākiem MnO daudzumiem atsevišķi noteiktās Fe/Mn attiecības arī ļoti nedrošas, tad dažos gadījumos vidējie Fe/Mn skaitļi (skaitļi iekavās) aplēsti, izejot no vidējiem MnO un Fe_2O_3 . Tomēr lielo svārstību dēļ arī šie skaitļi nav pietiekoši droši, kaut gan lielos vilcienos, liekas, pareizāk attēlo vidējo Fe/Mn.

Mangāna un dzelzs daudzuma sakars ar bioloģiskiem faktoriem un mitruma režīmu ļoti labi novērojams pie purvainām augsnām. No tabulām redzams, ka paugstinātam skābo organisko vielu daudzumam atbilst caurmērā ļoti zems mangāna saturs (jēlkūdrās un pārejas purvos vid. — 0,015% MnO, sūnu purva augsnās vidēji — 0,011%; mazā noteikšanu skaita dēļ šie vidējie skaitļi tomēr nav visai droši). Ja organiskām vielām bagātas purvainas augsnas atrodas dzelzi un mangānu saturošu gruntsūdeņu ietekmē, tad atsevišķos gadījumos mangāna un dzelzs saturs var stipri pieaugt, kā tas novērojams dažos zāļu purvos (paraugs no Kazdangas pag. Lejasbeltēm ar 0,275% MnO un 35% Fe_2O_3). Ļoti bieži tomēr gruntsūdeņu un sevišķi virsējo ūdeņu uzkrāšanās ir cēlonis mangāna satura samazināšanai. Tad, trūkstot aerācijai, organisko vielu klātbūtnē attīstās reducējoši (anaerobi) apstākļi, kas veicina mangāna atšķīšanu. Tādā ceļā mangāna augstākie oksīdi, kas grūti šķīst, tiek pārvērsti relatīvi vieglāk šķīstošos divvērtīgā mangāna savienojumos, kas bikarbonātu veidā viegli aizskalojami. Šādi apstākļi visbiežāk sastopami augsnās, ko ilgāku laiku pārplūdina virsējie ūdeņi. Tas novērojams arī dažās smagās meža augsnās, ja organisko vielu saturs augsts (piem. Jelgavas līdzenuma lapu koku mežos). Viskrasāk reducējošas vides loma novērojama pie zilām glūdām, kas bieži sastopamas zemākās vietās, sevišķi gala morēnu apvidos, piem. Latgalē (8. tab., 10. par.) un Kurzemē (8. tab., 2. par.).

Lai notiktu mangāna pārvietošanās, nepieciešama zināma ūdens cirkulācija. Tā var notikt vai nu uz augšu vai apakšu,

skatoties pēc augsnas caurlaidības, nokrišņiem, gada laika etc. Tādā ceļā augsnas anaerobais slānis var zaudēt mangānu un dzelzi uz divām pusēm — ieskalojoties virsējos vai apakšējos slāņos. Arī augi var veicināt mangāna pārvietošanos. No vienas puses tie ar lapām iztvaiko mitrumu un tādējādi liek augsnas šķīdumam cirkulēt sakņu virzienā, no otras puses bieži atvieglina gaisa iekļūšanu augsnā. Tādēļ mazcaurlaidīgās, slikti ventilētās augsnās dažu zāļu sakņu tuvumā novērojami brūngani dzelzs un mangāna plankumi. Augi var veicināt mangāna un dzelzs pārvietošanos arī citādi. Daži augi, kā piem. egļe un lapegle lielā mērā spējīgi uzņemt mangānu. Skujām nobirstot nedzīvā zemsedzē var stipri pieaugt mangāna saturs (5. tab., 4. par.), kas var ietekmēt arī tieši zem tās esošo minerālisko virskārtu. Analogiski var darboties arī dažas lapu koku audzes, kā piem. bērzi. Ar šo apstākli tuvā sakarā stāv O. Tamm'a novērotā brūnzemju reģenerācija no pelnveidīgām augsnām (13).

Mangāna un dzelzs daudzuma sakars ar augsnas reljefu var mūsu apstākļos izteikties vairākos veidos. Tas arī labi saprotams, jo dabā līdz ar reljefu parasti mainās vairāki citi augsnas veidotāji faktori: pamatmateriāls, mitruma režīms, bioloģiskie apstākļi, kultūras efekts etc. Līdz ar to likumības kļūst jau sarežģītākas un atrodas jau tiešā sakarā ar šiem pārējiem augsnas veidotājiem faktoriem. Vispārējos vilcienos likumības būtu šādas: 1) Gadījumos, kur reljefs ar citu faktoru palīdzību veicinājis dzelzs satura samazināšanos vai pavairošanos, parasti arī mangāna saturs samazināts vai pavairots, kaut gan nekādas proporcionālītes te nav, un 2) parasti līdz ar reljefa maiņām novērojamas maiņas augsnas mangāna saturā (piem. 6. tab., 28. u. 29. paraugs; 7. tab., 11. un 12., 17. un 18. paraugs u. c.).

Mangāna un dzelzs daudzuma sakars ar klimatu neapšaubāmi pastāv. Klimata ietekme puslīdz labi novērojama, ja salīdzinām augsnas no brūnzemju apgabaliem (daļa Zemgales un Kurzemes, kur nokrišņi 400—500 mm) ar īstām pelnveidīgām augsnām (600—700 mm nokrišņu). Pirmajās daudz maz līdzīgos citos apstākļos parasti augstāks mangāna un dzelzs saturs. Tas atšķirams arī pēc nokrāsas, ja vien netraucē tumši krāsoto organisko vielu lielāki daudzumi.

Mangāna un dzelzs daudzuma sakars ar kultūru pa lielākai daļai vienpusīgs, jo visbiežāk kultūra pavairo Mn un Fe daudzumu. Tā relatīvi augstu, apkārtējam dabiskam augsnu

Tabula № 5.
Grants augsnas. Gravelly soils.

№	A u g s n a Locality, depth and kind of soil	MnO ² %	Fe ₂ O ₃ %	Fe/Mn	pH	Aktiv. MnO ₂	P i e z ī m e s Notes
1	Vidzeme. *Ropažu pag. Jauntuibas, tirums, virsk.	0,27	2,30	9,43	8,55	5!!	Virskārta satur CaCO ₃ —10,1% Dolomīta drumstālas; dziļāk pāriet blīvā iezī s Gr ar 3,65% CaCO ₃ ak Gr (> 2 mm = 40%); 22,70% CaCO ₃ smalkzemē
2	do., kārta C (cīltsiezis).	0,11	0,52	5,23	—	—	
3	Vitupes pag. Vecmelbarži, virsk. 1. apakšk.	0,045	0,36	8,36	8,45	—	
4	do. virsk. 2.	0,0264	0,53	22,2	8,23	—	
5	Smiltēnes v-ba, Larix, virsk. A ₀ , 0—3 k. A ₁ , 3—18	0,06	1,25	23,1	8,15	—	Rupja smiltis > 2 mm = 1,80% > 2 mm = 25,10%; CaCO ₃ —3,90%
6	do. k. C ₁ , 58—100	0,078	0,48	6,8	4,72	0,5	Grantaina rupja smiltis
7	Inčukalns, Pēpu plava, virsk.	0,03	1,05	38,8	8,40	0,5	Grants ar CaCO ₃
8	Jaundzerve, virsk.	0,089	1,61	20,0	7,12	3,5	
9	Kurzeme. Talsu v-ba, Kalešu nov., kv. 211, kārta A, 0—5 do. kārta B, 15—20	0,072	1,77	27,3	—	4	
10	do. kārta C ₂ , > 45	0,16	1,38	9,55	7,30	2	> 2 mm = 5,38%; CaCO ₃ —0,15% > 2 mm = 12,80%; CaCO ₃ —1,42%
11	do. kārta A, 0—5 kārta B, 20—65	0,188	2,53	14,9	8,40	4	Rupja smiltis; > 2 mm = 0,51% " " " " > 2 mm = 2,35%
12	Vecmoku v-ba, Sveikuļa apg., kārta A, 0—5 do. kārta B, 20—65	0,064	1,08	18,7	8,48	1,5	
13	do. kārta A, 0—5 kārta B, 20—65	0,006	0,30	55,4	4,20	0	
14	do. kārta A, 0—5 kārta B, 20—65	0,012	0,68	62,3	5,27	0,5	
15	Zemgale. *Irlava, 6 km no baznīcas, pie Kandavas ceļa, tiruma virskārta.	0,086	1,76	22,6	8,20	1,5	Oļaina grants (CaCO ₃)
16	do. apakšk.	0,095	2,00	23,3	8,45	3,5	
17	*Vecsāti, pie Kandavas ceļa, 14 km no K., tiruma virskārta.	0,106	2,48	25,9	8,35	4,5	Oļaina grants (CaCO ₃)
18	do. apakšk.	0,105	—	—	8,50	3,5	
19	Latgale. Goļānu v-ba, Larix, A ₀ , 0—4	0,057	0,55	10,7	5,80	0	> 2 mm = 0,70% > 2 mm = 7,63
20	do. A ₁ , 4—18	0,033	0,56	16,9	6,47	0,5	> 2 mm = 5,40
21	do. B, 18—50	0,026	0,69	29,4	6,01	0,5	> 2 mm = 14,50; CaCO ₃ —1,58% Satur CaCO ₃
22	do. C, 50—100	0,048	1,02	28,5	8,41	5	Satur CaCO ₃
23	Pūpolu stac., 2 km uz Rezeknes pusi, A ₁	0,05	0,85	18,9	8,50	5	Satur CaCO ₃
24	do. 2 " " " " B (C ₁)	0,13	2,40	20,4	8,85!	5!!	Satur CaCO ₃

Tabula № 6.
Smiltsaugsnas.
Sandy soils.

№	Augšana Locality, depth and kind of soil	MnO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Fe/Mn	pH	Aktiv. MnO ₂	Piezīmes Notes
Vidzeme.							
1	*Grostonas pag. Miseni, 0—25 cm.	0,0051	0,38	82,6	5,33	0,5	
	do. apakšk., 25—60 cm	0,017	1,48	96,7	5,77	2,5	Satur konkrēcijas
2	*Kokmuižas pag. Kaktiņi, 0—20 cm	0,016	1,05	72,8	5,49	0	
	do. apakšk., 20—45 cm	0,03	1,54	57	5,66	0,5	Satur konkrēcijas
3	*Ķieģeļu pag. Branti, virsk.	0,052	1,22	26,0	5,91	1,5	
	do. apakšk.	0,04	1,32	36,5	5,91	zim.	
4	*Kokneses pag. Saldava saimn., A ₁	zīmes	—	—	4,59	0	
	do. A ₂	vāj.zīmes	—	—	6,24	0	Agrāk virsājs
	do. B	0,014	—	—	5,70	zim.	
5	*Purkautiņi, virsk.	0,066	1,18	19,8	6,22	1,5	
	do. apakšk.	0,056	1,29	23,0	6,28	1	
6	Kokneses pag. Arlupi, virsk.	0,087	3,32	42,3	8,00	3	
7	Sārumu piļskalns, virsk.	0,057	0,91	17,7	7,14	zim.	
8	*Ariešu piļskalns, virsk.	0,088	1,63	20,5	7,75	1	
9	Rīga, Citadeles iela, L. Ū. izmēģ. lauciņi, virsk.	0,038	0,91	26,5	7,60	zim.	Stipra kultūras ietekme
10	Beberbeka, tīrums, kur aug āboliņš	0,0166	0,208	13,9	5,48	0	
11	do. kur neaug āboliņš	0,0068	0,203	33,1	4,86	0	
12	Rīga, Meža parks, A ₀ —A ₁	0,006	0,34	62,5	4,10	0	Organ. v. 49,63% Balta izsk. kārtā
	do. A ₂	0,0015—	0,042	31—23	3,70	0	Rūsas kārtā
	do. C(B ₂)	—0,002	0,103	76—57	3,98	0	Dzelt. smiltis
	do.	—	0,145	107—80	4,62	0	
13	Salacāns leja, Vecvietu plava, virsk.	0,089	1,40	17,4	5,68	3	> 2 mm = 4,5% > 2 mm = 0,1% Bieži pārplūst
14	Kuiviži, Randu plavas, 10 m no jūras, virsk.	0,009	0,19	23,4	7,70	0	
	do. apakšk., 50 cm dz.	0,012	0,56	51,8	8,10	0	Pārplūst. Samērā svaiga smiltis, ar vizlu
15	Bulji, plava pie Lielupes, virsk.	0,038	—	—	7,03	0	

Kur zeme.												
16	Stendes sēlekcijas stacija, virsk. do.						0,055	0,90	18,1	7,45	3,5	
17	Kazdangas pag. Lejasbeltes, 1., virsk. do.						0,059	0,90	16,9	7,29	zīm.	
18							0,049			4,86	0,5	Mēslojs ar tomasmiltiem
19							0,0555		12,5	5,11	—	Nemēslojs
20	*Lieldāmes muiža, tirums, virsk. do.						0,0455	0,575	14,0	7,33	2	
21	*Mieguze, tirums, virsk. do.						0,076	1,08	15,8	7,76	3	
22	*Nurmuižas Šukteri, tir., virsk. do.						0,042	1,06	28,0	6,83	0,5	
23	Dundagas v-ba, Kaugas nov., virsk. do.						0,051	1,13	24,6	5,38	1	Gandriž mālaina S
24	Talsu v-ba, Kālešu novads, kv. 122, A ₁ , B, C						0,0012	0,24	222	4,12	0	> 2 mm = 0,07
							0,055	3,50	70,5	5,50	1,5	> 2 mm = 2,50
							0,004	0,15	41,5	3,83	0	> 2 mm = 0,90 ^{0/0} | Grantaina
							0,036	0,58	17,9	5,29	2	> 2 mm = 6,70 ^{0/0} | smilts
							0,028	0,46	18,2	8,50	3	> 2 mm = 2,62 ^{0/0} | CaCO ₃ —9,05 ^{0/0}
Zemgale.												
25	Ābelmuižas pag. Krēslīņi, tir. Daugav. terrase, pazema vieta						0,062	0,31	5,54	8,00	3	Sastop dolomīta gabaliņus
26	Vīrcavas v-ba, Pīlatones nov., pie Vīšmaņiem, kārtā A ₁ , A ₂ , B(G ₁), C(G ₂)						0,0032	0,29	100	5,25	0	
	do.						0,0032	0,27	93,5	6,28	0	
	do.						0,018	0,76	46,7	7,28	3	Apakškārtas zem gruntsūdeņa ietekmes
27	Vīrcavas v-ba, Svētes nov., kv. 19, kārtā A ₁ , A ₂ , B, C						0,011	0,34	34,3	7,32	3,5	
	do.						0,005	0,23	51,0	3,14	0	< 0,02 mm = 2,25 ^{0/0}
	do.						0,003	0,084	31,0	3,99	0	< 0,02 mm = 17,40 ^{0/0}
28	*Vecmoku muiža, tirums, zemākā vieta						0,011	0,80	80,5	4,70	0	< 0,02 mm = 5,63 ^{0/0}
29	do.						0,012	0,60	55,4	4,90	zīm.	
	do.						0,0455			7,15	2,5	Netālu no līceļa
							0,03			7,48	2,5	
Latgale												
30	Posms Rēzekne-Pūpoli, bērzu un alkšņu mežs, kārtā A ₁ a, A ₁ b, A ₂ , B						0,047	0,77	18,1	7,00	2,5	Tumšpelēka S
	do.						0,045	1,00	24,6	6,39	2	Dzelšana S
	do.						0,036	1,05	31,3	6,05	1,5	Balta sac. S
	do.						0,049	2,68	60,7	5,98	2,5	Sarkanbrūna, sgrM

Tabula № 7.

Mālainās smilts un smilšainās māla augsnas.
Loamy sand and sandy loam soils.

№	A u g s n a Locality, depth and kind of soil	MnO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Fe/Mn	pH	Aktivais MnO ₂	P i e z ī m e s Notes
V i d z e m e.							
1	Jaungulbenes izmēģ. stacija, virsk., A ₁ . . . do. kārta A ₂	0,04 0,032	1,07 0,94	29,6 32,6	5,36 5,30	1 —	Trūds 3,06%
2	Salaca, 5 km pie Svētciema ceļa, no 70 cm dz.	0,059	1,62	30,5	8,40	2,5	No grāvja; CaCO ₃ —20,4%
3	Bīlskas pag. Moriši, mēģelis no grāvja . . .	0,02	1,63	90,0	8,30	0,5	GrimS; CaCO ₃ —6,8%
4	Rāmava, pļava	0,10	1,32	14,6	8,52	5	Daugavas uznesumu augsna (sat. 12,0% CaCO ₃)
K u r z e m e.							
5	Vandzenes pag. Ziemeļi, lauks № 4, virsk. . .	0,036	0,82	25,2	5,70	1	
6	Talsi, 6 km pie Valdemārpils ceļa, virsk. . . do. apakšk.	0,031 0,0147	— —	— —	7,03 7,55	1 4	Trūms pazemā vietā Zīlganā krāsā
7	Dundaga, Raķīnieku mājas, tīrums, virsk. . . do. apakšk.	0,056 0,038	1,11 1,49	22,0 43,5	6,18 6,05	2 1	
8	Ventspils, 8 km pie Piltenes ceļa, virsk. . . do. apakšk.	0,093 0,09	2,53 3,18	30,1 39,3	8,30 —	3 4	Satur CaCO ₃ Satur CaCO ₃ un gliemežvākus
9	Rucavas v-ba, Luknas nov. kv. 123. I. kārta, A, 0—50 . . . do. II. kārta, G ₁ , 50—75 . . . do. III. kārta, G ₂ , > 75 cm . . .	0,015 0,028 0,059	2,42 1,90 1,72	179,0 75,3 32,3	5,80 7,52 7,45	0 3 4	Organ. v. 11,05% Gaišā krāsā (reduc.)

Zemgale.

10	Vecauce, Universit. izm. saimn. I. № 8, virsk.	0,0365	0,56	17,0	7,76	1	
11	do. I. № 2, virsk.	0,0305	0,45	16,3	6,73	1	
12	do. plava, virsk.	0,05	4,55	100,5	6,70	0	Zemāka vieta
13	Vecauces mežniecība, kv. 50, I. kārtā, A	0,004	1,65	457	5,11	0,5	Organ. vielas 5,0%
	do. kv. 50, II. kārtā, B	0,028	2,75	109	6,80	3	
	do. kv. 50, III. kārtā, C ₁	0,026	1,76	74,7	7,85	2	
	do. kv. 50, IV. kārtā, C ₂	0,025	1,36	60	7,70	3	
14	*Meitene, Jauncruņi, tīrums, virsk.	0,03	1,46	54,0	8,04	1,5	
	do. apakšk.	0,071	2,55	39,8	7,26	2,5	
15	Bērzu Vircavas muiža, tīrums № 2, virsk.	0,035	1,67	52,9	8,17	1,5	Org. vielas 5,0%
16	do. mežs, virsk.	0,018	1,65	101,5	7,25	0	Org. vielas 21,2%
17	*Auru pag. Lāmi, tīrums, virsk.	0,057	1,89	36,7	—	1,5	Augstāka vieta
18	do. mežs, virsk.	0,02	1,45	80,5	7,60	0,5	Zemāka vieta
19	Vecmoku v-ba, Raudas novads, I. k.	0,112	0,87	8,57	5,64	1	> 2 mm = 0,2%
	do. II. k.	0,133	1,03	8,58	4,79	2	> 2 mm = 1,1%
	do. III. k.	0,142	1,28	10,0	4,98	3,5	> 2 mm = 2,4%
	do. IV. k.	0,034	0,61	19,8	5,41	2,5	> 2 mm = 1,38%
	do. V. k.	0,098	2,08	23,5	5,81	3,5	> 2 mm = 13,80%
	Visas kārtās sastopamas Fe-Mn konkrēcijas						
20	Vidusmuižas laukp. izm. stacija, virsk.	0,104	1,19	12,7	7,84	3	
	do. apakšk.	0,074	1,51	22,6	8,24	2,5	
21	Rezekne-Pūpoli, 7 km, tīrums, virsk.	0,048	1,06	25,5	7,74	2,5	Augstā vieta. Kultūras efekts
	do. B ₂	0,023	1,08	52,1	8,15	2,5	
22	Pūpolu stacija, kārtā C	0,042	2,01	53,0	8,32	2	Zemā vieta

Tabula № 8.
Māla un glūdas augsnas.
Loam and clay soils.

№	Locality, depth and kind of soil	MnO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Fe/Mn	pH	Aktivais MnO ₂	Piezīmes Notes
Kurzeme.							
1	Ilmājas stacija, mežs, virsk., A ₁	0,147	3,48	26,2	4,92	3	Organisk. vielas 7,00% Fe—Mn konkrēcijas!
	do. A ₂	0,22	4,58	23,2	5,55	3	
	do. B ₁	0,115	6,80	67,5	6,75	5	
	do. C ₃	0,069	3,56	57,0	8,42	2,5	
	do. C ₃	0,073	4,23	64,2	6,10	2,5	
2	Ilmājas stacija, dīķa augsna I., 1. kārtā	0,038	5,50	144	6,60	2,5	Satur CaCO ₃
	do. 2. " 20—50.	0,025	4,50	200	6,97	3	Pīķaina kārtā
	do. 3. " >50 cm	0,033	2,70	90,6	6,86	2,5	
3	Ilmājas stacija, dīķa augsna II., 1. kārtā	0,057	5,82	115	7,53	3	Pīķaina kārtā
	do. 2. " 20—40.	0,042	4,23	117	7,50	4,5	
	do. 4. " >65						
	do.						
Zemgale.							
4	Zaļenieku pag. Rimelkas, tīrums, virsk., A	0,053	3,23	67,5	7,85	2	CaCO ₃ —0,150% ; trūds 3,96
	do. apakšk., C ₁	0,07	3,50	55,4	8,23	1,5	Trūds—16,700% Grunsiņdens
5	do. plava, virskārtā	0,135	4,58	38,5	6,94	2,5	CaCO ₃ —16,250%
6	Glūdas stacija, tīrums, virskārtā	0,055	1,90	38,4	7,30	2	CaCO ₃ —zīmes; trūds—3,41
	do. apakšk. 45 cm dz.	0,074	3,50	52,4	8,30	2	CaCO ₃ —1,99;
7	Kaucmindes muļža, tīrums, virsk.	0,053			8,25	2	Trūds—2,91%
	do. apakšk.	0,073	3,12			1,5	
8	Remte, tīrums, virsk.	0,076	4,20	61,2	6,70	2,5	
Latgale							
9	Tilžas pag., Liborta par., virsk.	0,10	2,87	31,7	5,43	1	CaCO ₃ —20,400% Zīla glūda zemā vietā
	do. II. k. (B)	0,09	3,87	47,5	5,46	1	
	do. III. k. (C ₁)	0,10	2,48	27,5	7,52	2,5	
10	Posms Rezekne-Pīpoli, kārtā G	0,016	1,50	104,0	7,57	4,5	

Tabula № 9.
Purvainās augsnas.
Peaty soils.

№	Paraugš Locality, depth and kind of soil	MnO ₂ %	Fe ₂ O ₃ %	Fe/Mn	Aktivais MnO ₂	Jēpeliņi gaisaus- sas vielas %/o Raw ash in air dry matter %/o	Piezīmes Notes
<i>Zāļu purva tips. Low moor type.</i>							
1	Kazdangas lauksaimn. ferma	0,094	1,86	21,9	—	40,67	Apakšā avotkalķis
2	Kazdangas pag. Lejasbeltes, ganība	0,0048	0,157	36,2	—	5,93	
3	do., plava	0,275	35,0	141,0	0	40,2	Dzelžaini gruntsūdeņi
4	Madonas Pakuļi	0,04	2,51	69,4	0		
5	Stopiņi, Bēma plava	0,069	1,32	21,2	—	46,45	Apakšā avotkalķis
6	Vecauces lzmēg. un prakt. d. saimn.	0,065	2,83	48,3	0	44,50	"
7	Babīte, plava	0,012	3,18	294,0	0	14,36	pH=5,30
<i>Pārejas purva tips un jēlkūdras. Transitional peat bogs and soils with raw humus.</i>							
8	Kemerī, 1 km no stacijas, meža, 15—50 cm dz.	0,008	0,07	9,65	0	11,90	pH=6,55
9	Jaunpētermuiža, pārejas p.	0,009	1,57	193	0	14,61	pH=4,8
10	Imanta, viršājs	0,005	0,178	39,5	0	70,0	pH=4,07. Kultivēts
11	Meža parks, jēlkūdra	0,006	0,34	62,8	0	39,78	pH=4,11
12	Vecauces m-ba, kv. 122, 0—23 cm.	0,0195	1,44	82,0	0	22,15	pH=6,68
13	Talsu v-ba, Ceplīša apg., jēlkūdra	0,0415	0,188	5,02	0	42,58	pH=3,75
<i>Sūnu purva tips. High moor type.</i>							
14	Vecauces m-ba, kv. 69, 0—50 cm dz., vāji sadalīta siagnu kūdra	0,006	0,295	54,5	0	4,62	pH=4,80
15	Imantciems, viršu sūnu purvs, vāji sadalīta siagnu kūdra, 15—40 cm dz.	0,0016	0,076	52,5	0	0,99	pH=3,58
16	Viesturmežs, svaiga siagnu sūna virs minerālaugsnas	0,024	0,44	20,3	0	6,60	pH=4,20
17	Liela Smerlis (Bīķerniekti), svaiga siagnuzāļu kūdra virs mine- rālaugsnas	0,012	0,84	77,5	0	5,89	pH=5,10
18	Jaunpētermuiža, paraugs no kultivēta sūnu purva	0,072	0,278	4,25	0	6,01	Kalķa un tomasmiltu ietekme

Tabula № 10.

Vidējais mangāna un dzelzs saturs dažādās augsnu grupās.
Average manganese and iron content in several soil groups.

Augsnas tips Kind of soil	Paraugu skaits Number of soils	Vidēji MnO % Average MnO %	Svarstība MnO saturā Min. and max. MnO	Vidēji Fe ₂ O ₃ % Average Fe ₂ O ₃ %	Svarstība Fe ₂ O ₃ saturā Min. and max. Fe ₂ O ₃	Fe/Mn vidēji Average Fe/Mn	Svarstība Fe/Mn Min. and max. ratio Fe/Mn
Grants, virsk. Gravel, surface	11	0,094	0,006—0,27	1,25	0,30—2,48	19,31 (14,8)	4,31—55,4
Smilts, virsk. Sand, surface	29	0,039	zīmes—0,089	0,84	0,15—3,32	42,8 (23,9)	5,5—222
Smilš. māls resp. māl. smilts, virsk. Sandy loam and loamy sand, surface	19	0,048	0,004—0,112	1,54	0,45—4,55	67,6? (35,6)	8,6—457
Māls un glūdas, virsk. Loam and clay, surface	9	0,08	0,033—0,147	3,23	1,90—4,23	54,2 (44,8)	26,2—90,6
Zāļu purva augsnas, virsk. Low moor soils, surface	7	0,08	0,0048—0,275	?	0,16—35,0	?	21,2—29,4
Pārcijas purva a., virsk. Raw humus and transitional, surface	6	0,015	0,005—0,041	?	0,07—1,57	?	5—193
Sūnu purva a., virsk. High moor soils, surface	4	0,011	0,0016—0,024	?	0,076—0,84	?	20,3—77,5

tipam neatbilstošu mangāna un dzelzs saturu varēja novērot dažos vecos pilskalnos (6. tab., 7. un 8. paraugs), pilsētu tuvumā (6. tab., 9. par.) un vietās, kur mēslojs ar tomasmiltiem (6. tab., 18. par., 9. tab., 18. par.). Ja salīdzinām meža augsnes ar tīruma augsnām, tad pēdējās aptuveni līdzīgos citos apstākļos parasti uzrāda augstāku mangāna saturu virskārtā (7. tab., 10., 11. un 13., 14. un 16., 17. un 18. paraugs).

Mangānam un dzelzij sakars arī ar augsnes vecumu, jo tas ietekmē izskalošanās vai ieskalošanās pakāpi. Kamēr augsnes vēl jaunas, tik ilgi mangāna un dzelzs saturs atkarīgs galvenā kārtā no augsnes pamatmateriāla īpašībām. Augsnai kļūstot vecākai, tās pirmatnējais mangāna un dzelzs saturs var samazināties vai arī pieaugt. To var novērot, izpētījot dažādu augsnu profilus. Profila apakšējos horizontos vēl parasti sastopams maz pārveidots pamatmateriāls, bet virs tā esošie horizonti vairāk vai mazāk pārveidoti, skatoties pēc augsnes vecuma, izveidošanas intensitātes un virziena. Ja pamatmateriāls satur karbonātus, tad līdz zināmajam vecumam, kamēr izskalojas galvenā kārtā tikai karbonāti, virsējo horizontu mangāna un dzelzs saturs var relatīvi pieaugt uz karbonātu lēses (5. tab., 1. un 7. par.). Izveidojas tā sauc. brūnzemes tips. Izskalošanas procesam turpinoties, augsna sāk palikt arvienu skābāka, līdz ar to no virsējām kārtām sāk izskaloties dzelzs un mangāns. Tāpēc virsējās kārtas paliek gaišākas, un brūnzemes pamazām pārvēršas pelnveidīgās augsnās. Tipiski pelnveidīgo augsnu profili redzami 6. tab. (4., 25., 26., 27., 30. paraugs). Te izskalošanas horizontā Mn un Fe saturs samazināts, bet ieskalošanas horizontā paaugstināts, salīdzinot ar pamatmateriālu. Tomēr mangāna un dzelzs izskalošanas intensitāte nav vienāda. Vispārīgi, relatīvi intensīvāki ieskalojas dzelzs, kas redzams no attiecības Fe/Mn augsnes profilā. Bieži šī attiecība ēlviālā horizontā mazāka kā iluviālā horizontā (5. tab., 8., 9., 11., 12. par.; 6. tab., 1., 27., 30. par.; 7. tab., 1., 9. par.). Tomēr svarīgi arī citi izveidošanas apstākļi, kādēļ atsevišķos gadījumos relācija citādāka.

Mangāna saturs konkrēcijās un ortšteinos. Konkrēcijas un ortšteini ir redzamākie mūsu augsnu jaunveidojumi. No konkrēcijām visizplatītākās ir Fe un Fe-Mn konkrēcijas. Jau morfoloģiski tās krasi atšķiras no augsnes pārējās masas ar savu blīvumu un vairāk vai mazāk melnbrūnu nokrāsu. Sīkākām konkrēcijām vairumā gadījumu puslīdz noteikta ieapaļa forma. Kur bagātīga

gruntsūdeņu cirkulācija, tur atsevišķas sīkas konkrēcijas pieaug un saplūst lielākos gabalos. Mangāna saturs analizētās konkrēcijās bija 0,1—16,7% MnO (11. tab.). Pie augstāka mangāna satura konkrēcijas uzrāda zilganmelnu nokrāsu. Zināmu sajēgu par mangāna koncentrēšanas intensitāti dabū, salīdzinot mangāna saturu konkrēcijās ar mangāna saturu apkārtējā augsnā. Tādā ceļā iegūtā attiecība MnO konkr.: MnO smalkzemē liecina, ka koncentrēšanas intensitāte ir ļoti nevienāda. Dzelzs saturs visās izmeklētās konkrēcijās pārsniedza mangāna saturu un svārstījās no 11—34,5%. Ja konkrēcijām pieskaitām arī pļavu rūdas, tad dzelzs saturs var pārsniegt 60% Fe₂O₃ (3. tab., 57. par.). Arī getiti zemē sastopami konkrēciju veidā, bet nav noskaidrots, vai tie uzskatāmi par augsnas veidojumiem.

Kaļķa konkrēcijas sastopamas gandrīz visās augsnās, kas izveidotas uz smaga merģeļu māla. Sevišķi bieži tās sastopamas kārtainā māla augsnās. Šīs konkrēcijas atšķiras no augsnas pārejas masas ar vairāk vai mazāk gaišu ogļskābām kaļķim raksturīgu nokrāsu. Šādās konkrēcijās parasti mangāna saturs zems, jo sārmainā vidē mangāna koncentrēšanās apgrūtināta.

Ortšteinī. Atšķiras no konkrēcijām ar to, ka izveido nepārtrauktus slāņus. Izmeklētos nedaudzos ortšteina paraugos MnO saturs svārstījās no zīmēm līdz 0,76%. Tā kā augsnās parasti mangāns sastopams mazākos daudzumos, nekā dzelzs, tad arī dabiski, ka ortšteinos mangāna mazāk. Mangāna saturs līdzīgi dzelzs saturam dažādos ortšteina slāņos nav vienāds. Virsējie trūdainie horizonti parasti satur mazāk Mn kā organiskām vielām nabagākie apakšējie horizonti.

II. Mangāna dioksida ietekme uz chinhidronmetodi.

Jau sākot ar 1924. g., kad parādījās pirmie publicējumi par chinhidrona lietošanu augsnas reakcijas noteikšanā (14), ir aizrādīts, ka chinhidronmetode dažos gadījumos dod stipri paaugstinātus reakcijas skaitļus (liter.: 14, 15, 16). Tikai 1929. gadā E. M. Crowther'a un S. G. Heintz'e'm (1) izdevās pierādīt, ka šādos gadījumos liela loma mangāna dioksīdam. Šie autori atrada, ka augsnas uzduļķojumi chinhidrona klātbūtnē jau pēc samērā nelielām MnO₂ piedevām uzrāda stipri paaugstinātus reakcijas skaitļus — vienalga, vai tos noteic elektrometriski vai kolorimetriski. Tas pats novērojams tīros šķīdumos, ja pieliek mangāna dioksīdu maisījumam, kas satur chinhidronu

un kādu indikatoru. Pēc MnO_2 pielikšanas indikators tūlīt rāda sārmaināku nokrāsu. Šādu reakcijas pārbīdišanu uz sārmaino pusi var izskaidrot ar to, ka chinhidrona sastāvā ietelpošais hidrochinons reducē četrvērtīgo mangānu (MnO_2) līdz divvērtīgam (MnO). Pirmais no tiem uzrāda vāji skābas īpašības, bet otrais, kā vispārīgi zemākā oksidācijas pakāpe, noteikti sārmainas. Dabiski, ka līdz ar to videi jāklūst sārmaināka. Uzskatu, ka līdzīgas pārmaiņas notiek arī mangāna dioksīdu saturošās augsnās, pēc šo autoru pētījumiem pastiprina divi apstākļi: 1. pēc chinhidrona pielikšanas pavairojas atšķaidītā skābē šķīstošais mangāna daudzums un 2. visās augsnās, kas ar chinhidronu deva paaugstinātus reakcijas skaitļus, ar maz izņēmumiem tika puslīdz droši konstatēta MnO_2 klātbūtne (15). Tā kā pēc šiem pētījumiem mangāna dioksīda klūda daudzos gadījumos var sniegties pat līdz 1,3 pH, tad radās vajadzība noskaidrot, vai arī mūsu apstākļos, noteicot augsnas reakciju ar chinhidronmetodi, nav darīšana ar mangāna dioksīda klūdu. Jautājuma noskaidrošanai tika izraudzīti divi ceļi: no vienas puses — pārbaudīts aktīvā mangāna dioksīda saturs mūsu augsnās, no otras puses — pētīts, kādu ietekmi tā klātbūtne atstāj uz chinhidronmetodi.

Darba metodes.

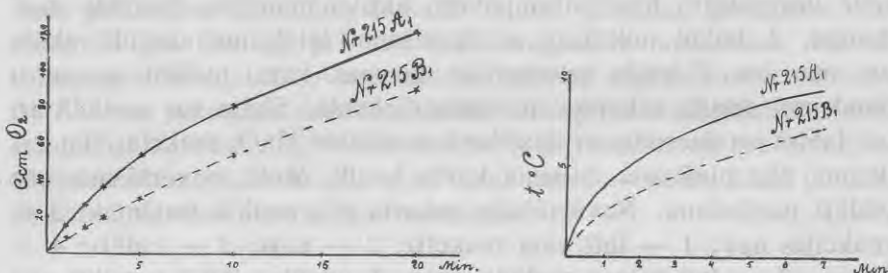
Aktīvā mangāna dioksīda noteikšana. E. M. Crowther'a un J. Hissink'a pētījumos konstatēts, ka mangāna dioksīda ietekme uz chinhidronmetodi atkarīga netikvien no dioksīda daudzuma, bet arī no veida, kādā tas augsnā sastopams. Mangāna dioksīda neviendabīgums dažādās augsnās bieži novērojams jau pēc augsnu ārējā izskata. Dažos gadījumos redzams, ka mangāna dioksīda savienojumi augsnā sakopotī samērā rupju Fe-Mn konkrēciju veidā. Turpretim citos gadījumos mangāns daudz vienmērīgāk sadalīts un atrodams ļoti sīku, pat mikroskopisku konkrēciju veidā. Mangāna dioksīda aktivitāti, reducējamību var ietekmēt arī viņa kristallu forma, hidratācijas grāds un dažādi piemaisījumi — dzelzs, organiskās vielas u. c. Tāpēc šai gadījumā mangāna dioksīda kopdaudzuma noteikšanai nebija liela nozīme, bet galvenā vērība tika piegriezta aktīva mangāna dioksīda noteikšanai. Tā tika izdarīta pēc divējāda tipa metodēm.

a. Aktīvā mangāna dioksīda satura novērtēšana pēc benzidīna reakcijas. Šo Feigl'a atklāto reakciju kā pirmais

augšanu pārbaudei ieteicis J. Hissink's (17). Pēc zilās nokrāsas, kas rodas mangāna dioksīdam oksidējot benzidīnu, te spriež par aktīvā mangāna dioksīda daudzumu. Hissink'a ieteikto darba gaitu autors savos pētījumos stipri vienkāršoja. Benzidīna hidrochlōrida vietā tika ņemts vienkāršs benzidīns. Kalija sārms netika pielikts, bet tikai piepilināti nelieli daudzumi etiķskābes. Vispārīgi reakcija tika izpildīta šādā vienkāršotā veidā. Pētstobriņā ielej apmēram 3 g augsnes, aplej ar tikpat augstu ūdens slāni, pieliek ar mazu lāpstiņu nelielu daudzumu pulverveidīga (analoģija ar chinhidronu) benzidīna, piepilina 0,3 ccm 10% etiķskābes un tūlīt dažas sekundes saskalo. Tad vēro nokrāsu pēc vienas minūtes un pēc 5 minūtēm, apšaubāmos gadījumos arī pēc ilgāka laika. Pēc nokrāsas maiņas resp. zilganā toņa intensitātes kvalitatīvi novēro aktīvā mangāna dioksīda daudzumu. Labākai nokrāsas salīdzināšanai ieteicams sastādīt skālu no mangāna dioksīdu nesaturošas augsnes, kurai pielikti pieaugoši daudzumi smalki saberzta mangāna dioksīda. Skālu var sastādīt arī no dabiskām augsnām ar dažādas intensitātes MnO_2 reakciju. Šai gadījumā tika pielietota galvenā kārtā kvalit. MnO_2 novērtēšana pēc pēdējā paņēmiena. Novērtēšana izdarīta pēc punktu sistēmas: 0 — reakcijas nav; 1 — ļoti vāja reakcija; 2 — vāja; 3 — vidēja; 4 — stipra; 5 — ļoti stipra reakcija resp. 1 minūtes laikā noteikti zila nokrāsa, bet pēc piecām min. viss tumši zils. Sevišķi spēcīga benzidīna reakcija apzīmēta, liekot aiz cipara 5 vienu vai vairākas izsauksšanās zīmes. Pie tumši krāsotām augsnām un vājas benzidīna reakcijas nokrāsa dažreiz grūti atšķirama. Tad salīdzināšanai ņem otru stobriņu ar tās pašas augsnes citu paraugu, ko apstrādā līdzīgā kārtā — tikai nepieliek benzidīnu. Liekot abus stobriņus blakām, krāsas maiņa viegli konstatējama. Kad mangāna dioksīda aktivitātes mērīšanu izdara chinhidronmetodes kontroles nolūkos, tad tieši svarīgi novērot krāsas maiņas ātrumu. Pēc ilgāka laika iestājusies krāsas maiņa ir mazāk svarīga. Metode ļoti vienkārša un ērti lietojama arī augsnes morfoloģiskos pētījumos uz lauka. Ar to ļoti viegli atklāt augsnes masā pat sīkākās Fe-Mn-konkrēcijas. Līdz ar to var spriest par augsnes izveidošanas raksturu. Metode piemērota arī MnO_2 klātbūtnes noteikšanai iežos, kas svarīga lieta minerālogiem.

b. Mangāna dioksīda aktivitātes noteikšana pēc katalītiskās spējas. Mangāna dioksīda katalītisko efektu pie ūdeņraža peroksīda sadalīšanas var mērīt divējādi: pēc

atdalītā skābekļa daudzuma vai arī pēc temperatūras kāpšanas. Aktivitātes noteikšana pēc atdalītā skābekļa tilpuma tika izdarīta pēc J. König'a priekšraksta (Unters. landw. u. gew. wicht. Stoffe, 1923, 89. lpp.), ņemot 5 g vielas un 20 ccm 3% ūdeņraža peroksida. Katalitiskā spēja pēc temperatūras kāpšanas mērīta šādā kārtā: īsā un platā pētstobriņā ($d = 22$ mm, gaļums = 100 mm) ielej 5 g caur 2 mm sietu izsijātas augsnas, aplej ar 10 ccm 3% ūdeņraža peroksida un tūlīn, maisot ar termometru, vēro temperatūras kāpšanu 1., 2., 3. u. t. t. minūtēs. Sevišķi svarīga temperatūras kāpšana pirmā minūtē. Še aprādītā izpildījumā abu paņēmieni rezultāti sākuma posmā ļoti labi sakrīt, kā tas redzams no divām klātpieliktām diagrammām.



Lielākus temperatūras lēcienus var dabūt, ja noteikšanu izdara lielākā traukā, ņemot lielāku daudzumu augsnas un koncentrētāku ūdeņraža peroksidu. Pie augsnas 215 B, tad varēja novērot tik stipru sakaršanu, ka vārglāzi bija grūti rokā turēt. Salīdzinot minētās divas metodes ar benzidīna reakciju, sakrišana bija vājāka. Tas arī saprotams, jo pie katalitiskām metodēm blakus mangāna dioksīdam lomu var spēlēt organiskās vielas, enzīmi un dzelzs. Tāpēc domājams, ka tikai pirmās minūtēs novērojamā katalitiskā H₂O₂ sadalīšana liekama galvenā kārtā uz mangāna dioksīda aktivitātes lēses. No visām še minētām metodēm vienkāršākā un uzskatāmākā ir benzidīna metode. Tādēļ lielākā daļa noteikšanu izdarītas ar to.

Aktuālās reakcijas noteikšana. Analizei ņemta gaissausa augsna. Attiecība augsna: šķīdums kā elektrometriskās, tā arī kolorimetriskās noteikšanās aptuveni vienāda. Abos gadījumos gaissausas augsnas kārtā aplieta ar tikpat augstu ūdens slāni. Elektrometriskā pH noteikšanā ar cīnīdronēlektrodi tika lietota vienkāršota aparātūra ar kapilārēlektrometru. Citādi visumā tika ievēroti

Starptautiskās augsnas zinības biedrības jaunākie priekšraksti. Aparāta darbība katrā serijā tika kontrolēta ar standartacētātu.

Kolorimetriskai pH noteikšanai lietoti Clark'a-Lubs'a indikātori un Hellige's komparātors ar ripu skāļu. Daļa noteikšanu izdarīta dekantātos, daļa filtrātos. Filtrēts caur bezpelnu filtru, kas iepriekš vairākkārt izmazgāts ar destillētu ūdeni. Ar ūdeni aplietai augsnai ļauts stāvēt vismaz 24 stundas, vairākkārt apskalojot. Noteicot pH sāļu šķīdumā, n-KCl vietā lietots n/10 KCl, lai samazinātu sāļu kļūdu.

Iegūtie rezultāti un viņu novērtējums.

Aktīvā mangāna dioksīda saturs Latvijas augsnās. Lielākā daļa analizēto augsnu pārbaudītas uz benzidīna reakciju. Iegūtie rezultāti pievienoti 5.—10. tabulai, kas atrodama šā darba I. daļā. No tabulām redzams šāds benzidīna reakcijas sakars ar augsnas mēchanisko sastāvu un pH:

Grantsaugsnas.

Gravelly soils.

pH \leq 5,	benzidīna reakcija	0—0,5
pH = 5—7,	" "	0—0,5
pH = 7—8,4,	" "	2—5
pH > 8,5,	" "	5—5!!

Smiltsaugsnas.

Sandy soils.

pH \leq 5,	benzidīna reakcija	0—0,5
pH = 5—7,	" "	0—3
pH = 7—8,5	" "	0—3,5

Mālainās smilts un smilšainās māla augsnas.

Loamy sand and sandy loam soils.

pH \leq 5,	benzidīna reakcija	2—3,5 (tikai 1 augsna)
pH = 5—7,	" "	0—3,5
pH = 7—8,3,	" "	0—4
pH > 8,5,	" "	5! (viena augsna)

Māla un glūdas augsnas.

Loam and clay soils.

pH = 5—7,	benzidīna reakcija	1—3
pH = 7—8,4,	" "	1—4,5

Organiskām vielām bagātās purvainās augsnas.

Peaty soils.

pH = 3,5—6,7, benzidīna reakcija = 0

Iegūto rezultātu kopsavilkums:

1. Samazinoties pH, t. i. reakcijai kļūstot skābākai, benzidīna reakcija kļūst vājāka un ar maz izņēmumiem pie pH zem 5 vairs praktiski nav novērojama. Pēc autora domām tas no vienas puses stāv sakarā ar sīkāko mangāna dioksida daļiņu atšķīšanu resp. ieskaļošanas dziļākos horizontos, no otras puses ar atlikušā mangāna atrašanos rupjāku konkrēciju vai arī pa daļai organisko savienojumu veidā.

2. Visos gadījumos, kur pH augstāks par 8,5, novērojama ļoti spēcīga benzidīna reakcija. Visas šādas augsnas saturēja karbonātus.

3. Neviena no izmeklētām organisko vielu bagātām purvainām augsnām (pH 3,5—6,7; minerālvielu mazāk par 70%) nedeva benzidīna reakciju.

4. No minerālaugsnām visretāk benzidīna reakciju deva smiltsaugsnas, bet visas šē izpētītās māla un glūdas augsnas deva kaut kādu benzidīna reakciju (1—4,5). Visas grantsaugsnas, kas satur karbonātus, dod lielāko tiesu ļoti spēcīgu benzidīna reakciju, bet karbonātus nesaturošās smilšainās grantis lielāko tiesu izturas kā smiltis. Mālainās smiltis un smilšainie māli ieņem vidus stāvokli starp smiltīm un māliem resp. glūdām.

5. Augsnas virskārtas bieži uzrāda vājāku benzidīna reakciju nekā tuvākie apakšējie horizonti.

6. Visi zilie māli un sevišķi zilie māla merģeļi gaissausā stāvoklī uzrādīja spēcīgu benzidīna reakciju.

Mangāna dioksida ietekme uz chinhidronmetodi. 12. un 13. tabulā ievietotie skaitļi liecina, ka arī Latvijas augsnās iespējamas stipri paaugstinātas chinhidronmetodes kļūdas. Tas redzams no noteikšanas laikā pieaugošā pH un no salīdzinājuma ar kolorimetriski noteiktajiem pH. Starpība var sasniegt 1,2 pH. Pie tam duras acīs, ka chinhidronmetodes kļūdas pie zemākiem pH ir mazākas vai pat nav novērojamas, sevišķi ja pH zem 5 (tādu parādību Crowther's (1) novērojis arī pie Anglijas augsnām). Domājams,

Tabula 12.

	pH kolorim. ūdens filtrātā	pH			Aktīvā MnO ₂ saturs pec: Content of active manganese dioxide:				
		elektrometr. ūdens uzduļķojumā suspensijās			Benzidīna reakc. uz MnO ₂	ccm O ₂ 1 min.	ccm O ₂ 20 min.	+ °C 2 min.	+ °C 7 min.
		10-15 sekun- des	1 min.	7 min.					
Raudas I	5,0	5,15	5,24	5,51	1,5	8	82	—	—
" II	4,40	4,50	4,53	4,53	2	2,5	41	—	—
Plostiņa I	6,30	6,31	6,58	7,0	2	14	116	—	—
" II	7,0	7,38	7,85	8,13	4	34	184	—	—
" IV	7,20	8,03	8,16	8,32	1,5	2,5	34,5	—	—
Ilmāja 215 A ₁	4,60	4,92	4,92	4,95	2	15	122	5,5	9,3
" 215 A ₂	5,20	5,34	5,40	5,40	1	4,5	62	—	—
" 215 B ₁	5,70	6,10	6,55	6,83	5	8,0	91	3,5	7,3
Tilžas A	5,40	5,41	5,43	5,43	1	5	31	2,5	4,2
" B	5,40	5,46	5,46	5,46	1	1	11	1,5	2,8
" C ₁	7,20	7,20	7,38	7,82	2,5	5,5	104	4,7	10,2
Glūdas st.	6,70	6,62	6,93	7,35	2	—	—	—	—

Tabula № 13.

№№	Augsna <i>Locality, horizon and kind of soil</i>	pH	pH	pH	MnO ₂ reakcija ar benzidīnu	MnO šķīst skābe % <i>Soluble in acid</i>	Piezīmes <i>Notes</i>
		elektrometr. ar chinh. ūdens uzduļķ. <i>In water suspensions</i>	kolonimetr. ūdens- filtrātā <i>In water filtrate</i>	starpība <i>Difference</i>			
1	Ropāžu pag. Jauntubas, virsk.	8,55	7,80	0,80	5,11	0,27	Satur 10,1% CaCO ₃ Grants ar 3,65% CaCO ₃ " " 22,70% CaCO ₃
2	Vecsāti, pie Kandavas ceļa, virsk.	8,35	7,40	0,95	4,5	0,106	
3	do " apakšk.	8,30	7,50	0,80	3,5	0,105	
4	Pūpulu stacija, 2 km uz Rēzeknes pusī, v.	8,28	7,10	1,18	5	0,05	Grants Smiltšaugсна do satur Fe-Mn konkrēc. Izveid. uz sark. devona sm. Ar kultūru uzlabota
5	Grostonas pag. Miseni, tīruma virsk.	5,33	5,30	0,03	0,5	0,0051	
6	do " apakšk.	5,66	5,20	0,46	2,5	0,016	
7	Salacas leja, Vecvieteļu pļava, virsk.	5,63	5,35	0,28	3	0,089	
8	Stendes selekcijas stacija, tīrums, virsk.	7,25	6,55	0,70	3	0,055	
10	Vircavas v.-ba, Višmani, kārtā A ₁	4,72	4,70	0,02	0	0,0032	8,0% organ. vielu balta smiltis
11	do " A ₂	6,02	6,10	0,08	0	0,0032	
12	do " B	6,94	6,70	0,24	3,5	0,018	rūsaina smiltis ūdens smiltis
13	do " C	6,80	6,60	0,20	4,5	0,011	
14	Vecmoku muiža, tīrums, zemāka vieta	7,15	6,90	0,25	2,5	0,0455	do augstāka vieta
15	do " "	7,48	7,10	0,38	2,5	0,03	
16	Posms Rēzekne-Pūpoli, bērzu alkšņu mežs, kārtā A ₁ a	6,64	6,50	0,14	2,5	0,047	Gley-horizonts
17	" " A ₁ b	6,13	5,40	0,73	2	0,045	
18	Rucavas v.-ba, eglju mežs, III. kārtā	7,24	6,50	0,74	4	0,059	Zilgana, glūdaina smiltis
19	Talsi, 6 km pie Valdemārpils ceļa, virsk.	7,25	6,90	0,35	1	0,031	
20	do " apakšk.	7,41	7,0	0,41	4	0,0147	Zila glūda
21	Vidusmuižas izmež. stacija, tīruma virsk.	7,48	7,10	0,38	3	0,104	
22	Posms Rēzekne-Pūpoli, apakšk. zemā vieta	7,30	6,5	0,80	4,5	0,016	Ar kultūru uzlabota Tieši virs dolomīta, satur CaCO ₃
23	Rāmava, pļava Daugavas sengultnē	8,26	7,10	1,16	51	0,10	
24	Rudzumuiža (Katalakalni), tīruma virsk.	7,50	6,80	0,70	4	—	
25	Iecava, 2 km pie Jelgavas ceļa, C ₂	8,44	7,85	0,59	3,5	—	
26	Veccauces mežniecība, kv. 60, apk.	7,18	6,90	0,28	2	—	

ka tam divi iemesli: no vienas puses — stipri skābo augsnu vispārīgi zemāks aktīvā mangāna dioksida saturs, no otras puses — šādu augsnu lielāka buferspēja pret sārmiem. Šim novērojumam ir svarīga praktiska nozīme. Izrādās, ka chinhidronmetode diezgan droši pielietojama noteikti skābas reakcijas konstatēšanai. Turpretī ja chinhidronmetode uzrāda pH augstāku par 5,5 vai 6, tad daudzos gadījumos noteikšanas kļūda sāk pieaugt līdz ar pH. Šādos gadījumos, ja lieto chinhidronmetodi, jāpārlicinās, kāds ir augsnas aktīvā mangāna dioksida saturs, jo no tām pašām tabulām (12. un 13.) redzams, ka augstam aktīvā mangāna dioksida saturam parasti atbilst lielākās pH kļūdas*). Ja atrasts, ka augsna dod stipru benzidīna reakciju, tad chinhidronmetodes vietā vēlams lietot citu pH noteikšanas metodi. Chinhidronmetodes nedrošību šādos gadījumos var bieži novērot arī pēc noteikšanas laikā pieaugošā pH. Parasti tādos gadījumos tuvāk īstenībai 10—15 sekundēs nolasītie pH. Kad pH nosaka praktiskās kalķa vajadzības noskaidrošanas nolūkā, tad pie pH no 6—7,5 jākontrolē kalķa vajadzība, noteicot hidrolītisko skābumu ar Ca-acētātu. Pie pH augstākiem par 7,5, neskatoties uz chinhidronmetodes kļūdu, augsnas reakcija sliktākā gadījumā būs tikai vāji skāba (pH > 6,3).

Tabula № 14.

Augsnas <i>Locality, depth and kind of soil</i>	pH n/10 KCl filtrātā		pH n/10 KCl uzduļķojumā elektr. <i>In suspensions</i>		MnO ₂ reakcija ar benzidīnu
	Kolori- metriski	Ēlektro- metriski	1 min.	5 min.	
1. Vidusmuižas izmēģinājumu stac., № 3 virskārta	6,70	6,70	6,70	7,18	3
2. Talsi, 6 km pie Valdemārpils ceļa, apakškārta	6,60	6,40	6,40	6,43	4
3. Posms Rēzekne-Pūpoli, Gley-horiz.	6,10	5,85	5,85	5,85	4,5
4. Rāmava, pļava, virskārta	6,90	6,83	7,18	7,25	5
5. Katlakalns, tīrums, virskārta	6,20	6,20	6,64	6,80	4
6. Iecava, 2 km pie Jelgavas ceļa, C ₂	7,20	7,25	7,68	7,91	3,5
7. Vircava-Platone IV.	6,40	6,10	6,13	6,33	4,5
8. Grostonas Misēni, apakškārta	4,50	4,32	4,38	—	2,5

*) Daļa no šīm diferencēm liekama arī uz G. Wiegner'a suspensijas efekta lēses.

Tāpēc šai gadījumā, lai atvieglinātu kolorimetrisko mangāna noteikšanu, ammonija chlōrida vietā tika ņemts ammonija nitrāts. Noteikšana izdarīta šādā kārtā:

25 resp. 50 g gaissausas augsnes vārglāzē aplieti ar 100 ccm silta (apm. 80°C) n/10 ammonija nitrāta šķīduma, tad vairākkārt ar irbuli labi uzduļķots un pēc atdzišanas uzduļķojums kopā ar sīkākām daļiņām pārliets uz bezpelnu filtru. Tālāk vārglāzē palikušais atlikums apliets ar apm. 50 ccm auksta ammonija nitrāta šķīduma, uzduļķots, ļauts stāvēt dažas minūtes, tad atkal uzduļķots un virsējais duļķainais šķīdums pārliets uz filtru. Tas atkārtots līdz uzkrājas viens litrs filtrāta. Pēdējais tika izlietots mangāna, kalcija, magnija un dažos gadījumos arī kalija noteikšanai. Mangāna noteikšanai 400 ccm filtrāta lielākā porcelāna bļodiņā, dažiem ccm HNO₃ klātesot, ietvaicēti uz ūdensvannas līdz sausam, tad uz smilšu vannas uzmanīgi aizkūpināts ammonija nitrāts. Ja klāt lielāki daudzumi organisko vielu, tos sadala uzmanīgi izkarsējot. Atlikums uzņemts ar piemērotu daudzumu 50 proc. sērskābes, apstrādāts vēl ar HNO₃, lai sadalītu organisko vielu paliekas, un beidzot ietvaicēts uz smilšu vannas, līdz parādās balti sērskābes tvaiki. Pēc atdzišanas uzņemts ar ūdeni, filtrēts, filtrāts, ja vajadzīgs, koncentrēts un tanī noteikts mangāns kolorimetriski iepriekš aprādītā kārtā (65. lpp.). Kalcijs un magnijs tika noteikti gravimetriski parastā kārtā. Kaliji pēc kobaltinitrāta metodes. Dažos gadījumos arī dzelzs — kolorimetriski ar rodānu.

PeInu analīze. Paraugi koku pelnu analīzei visos gadījumos ņemti no koka vidusdaļas un apmēram radija vidū (starp serdi un aplievi). Koki 80—110 gadu vecumā, atbilst Krafta II. klasei, ņemti audzes vidū. Katrai analīzei ņemts vidējs paraugs no diviem paraugkokiem. Iesvērti 50 g gaissausas koksnes un platīna bļodiņā pārpelnoti. Jēlpelnos noteikta ogļskābe ar Scheibler'a aparātu. Aplēsts tīrpelnu daudzums. Tālāk pelni tika atšķīdināti atšķaidītā slāpekļskābē, pieliekot labākai mangāna atšķīdināšanai gabaliņu bezpelnu filtrpāpīra vai dažus kristallus oksālskābes un sildot uz smilšu vannas. Pēc mangāna atšķīšanas, ja vajadzīgs, atšķaida, filtrē nelielā mērkolbiņā, uzpilda ar ūdeni līdz zīmei un iegūto šķīdumu izlieto mangāna, kalcija, magnija etc. noteikšanai. Mangāns noteikts kolorimetriski iepriekš aprādītā kārtā. Kalcijs un magnijs gravimetriski parastā kārtā. Noteikts kalcijam un magnijam līdznogulsnētais mangāns, un rezultātos ieviesta attiecīga korektūra. Visi rezultāti aplēsti uz tīrpelniem.

Citas noteikšanas izdarītas iepriekšējās nodaļās aprādītā kārtā.

Iegūtie rezultāti un viņu novērtējums.

Apmaiņas mangāna sakars ar reakciju. Rezultāti par apmaiņas mangānu sakopoti 16., 17. un 18. tabulā. Iegūtie rezultāti liecina, ka ammonija nitrātā šķīstošo mangāna daudzumu vispirmā kārtā ietekmē augsnes reakcija: pie līdzīgiem citiem apstākļiem no skābām augsnām visos gadījumos izvilktis vairāk mangāna, kā no neitrālām vai sārmainām. Tas vislabāk redzams no 16. tabulas stabiņa „Relatīvais apmaiņas mangāna daudzums“, kur ar 100 apzīmēts augstākais atrastais apmaiņas mangāna daudzums. Pie neitrālas vai sārmainas reakcijas parasti atšķīst tikai ļoti mazi mangāna daudzumi, ar kuriem pārējo apmaiņas kationu noteikšanā praktiski var neskaitīties. Pie sārmainas reakcijas augstākais apmaiņas mangāna daudzums 0,0024% (relāt. skaitlis 18,5) atrasts pie 20,4% CaCO_3 saturošas augsnes apakškārtas. Te, domājams, darīšana ar mangāna karbonāta atšķīšanu. Citādi tas ir pie stipri skābas reakcijas. Tur apmaiņas mangāna daudzums var pārsniegt 0,01% un būs dažos gadījumos augstāks par apmaiņas magnija daudzumu (16. tab. 1. paraugs). Turpmāk šim apstāklim apmaiņas bažu noteikšanā jāpiegriež vērība. Ja mangānu divvērtīgo apmaiņas bažu noteikšanā iepriekš neatdala, tas pa daļai nogulsņējas kopā ar kalciju, bet galvenā kārtā kopā ar magniju. Pie kalcija vēl mangāna klātbūtne vērojama pēc izkarsēto nogulšņu tumšās vai iebrūnās nokrāsas, bet magnijam līdzizkritušais mangāns pēc izkarsēto nogulšņu nokrāsas nav atšķirams. Tāpēc iespējams, ka visos līdz šim publicētos darbos, kur nav ievērota apmaiņas mangāna klātbūtne, apmaiņas magnijs uzrādīts augstāks nekā īstenībā. Tas var gadīties galvenā kārtā pie stipri skābām, ar mangānu bagātām humozām minerālaugsnām. Vēl jāaizrāda, ka ammonija nitrātā šķīstošo mangāna daudzumu ietekmē arī citi faktori: augsnes mangāna kopdaudzums, savienojumu veids un fiziskās resp. minerāloģiskās īpašības. Pie ļoti zema mangāna kopdaudzuma, kā tas redzams 18. tabulā pie augsnes no Juglas virsmežniecības un 20. tabulā pie divām Beberbekas augsnām, apmaiņas mangāna daudzums neatbilst skābuma pakāpei. Reakcijas ietekmi stipri maskē arī mangāna savienojumu veids. Tas visspilgtāk izteikts pie smaga pārskalo tā māla no Tilžas pag. (16. tab.). Pie vienādas reakcijas te A horizonts satur ievērojami

Tabula № 16.

Mangāns kā augsnas apmaiņas bāze.
Manganese as exchangeable base.

A u g s n a Locality, depth and kind of soil	pH elektrometr. ūdens uzduļķ. in water suspension	HCl-skābe šķīst. MnO % Acid- soluble MnO	Relatīvais apmaiņas MnO daudzums	Apmaiņas bāzes Exchangeable bases			Piezīmes Notes	
				MnO %	CaO %	MgO %		K ₂ O %
Vecmoku v-ba, Raudas novads, II. k.	4,79	0,133	100	0,013	0,02	0,006	—	org. v. 1,83% 1,42% CaCO ₃
Talsu v-ba, Kalešu novads, II. k.	8,40	0,188	11,5	0,0015	0,34*	0,135	—	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65% " " 0,65%
Ilmājas stacija, mežs, kārtā A ₁	4,92	0,147	97,8	0,0127	0,15	0,064	0,033	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
" " " " " " " " " " " "	5,55	0,22	40,8	0,0058	0,097	0,06	0,0213	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
" " " " " " " " " " " "	6,75	0,115	16,8	0,0021	0,62	0,203	0,0425	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
" " " " " " " " " " " "	6,10	0,073	13,5	0,00175	0,30	0,09	0,0285	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
" " " " " " " " " " " "	6,60	0,038	6,5	0,00085	0,67	0,235	0,0495	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
Ilmājas stacija, dīķa augsna II,	6,86	0,033	7,3	0,00095	0,37	0,116	0,0126	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
" " " " " " " " " " " "	7,53	0,057	5,0	0,00065	0,57	0,197	0,0193	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
" " " " " " " " " " " "	5,43	0,10	70,0	0,0091	0,20	0,047	—	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
Tilžas pagasta, Libertas par., kārtā A	5,46	0,09	20,0	0,0026	0,21	0,043	—	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
" " " " " " " " " " " "	7,42	0,10	18,5	0,0024	1,43*	0,069	—	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%
" " " " " " " " " " " "	7,30	0,055	6,7	0,00087	0,32*	0,128	—	org. v. 7,05% " " 1,72% " " 0,65%

Piezīme. Ar zvaigznīti apzīmētos skaitļos var tēlpt arī daļa karbonātu CaO.

vairāk apmaiņas mangāna kā B horizonts. Virskārta šai gadījumā satur vairāk organisko vielu un pēc izskata gaišāka, mazāk oksidēta. Tas liecina, ka apmaiņas mangāna saturu var ietekmēt organiskās vielas un reducējoši apstākļi (aerācijas trūkums pie lieka mitruma).

A p m a i ņ a s m a n g ā n a d a b a. Jautājums, no kādiem augsnas savienojumiem rodas ammonija nitrātā šķīstošais mangāns, nav vēl noskaidrots. Mangāna vāji baziskās īpašības un tas, ka pie skābas reakcijas atšķīst vairāk mangāna, norāda uz analogiju ar alumīnija un dzelzs atšķīšanu, noteicot apmaiņas skābumu. Par atšķīdušo Al un Fe dabu ir dalītas domas. Pēc viena uzskata te tomēr darišana ar apmaiņas Al un Fe. Šim uzskatam par labu runā tas apstāklis, ka pieaugot apmaiņas skābumam augsna kļūst arvienu nabagāka ar stiprām bazēm, kuŗu vietā bāzes lomu var sākt spēlēt augsnā vienmēr esošās vājās bāzes Al un Fe. Skābai reakcijai pieaugot, pieaug arī šo katiōnu šķīstamība un līdz ar to koncentrācija augsnas šķīdumā. Dabiski, ka bazēm nabaga augsna var saistīt daļu Al un Fe no augsnas šķīduma. Dzelzs pāriešanu apmaināmā stāvoklī dažos gadījumos var veicināt reducējošo vielu klātbūtne. Tad rodas divvērtīga dzelzs, kuŗai stiprākas bāzes īpašības, kā trīsvērtīgai dzelzij. Tāpēc teorētiski iespējams, ka divvērtīgā dzelzs var būt kā apmaiņas bāze vismaz nelielos daudzumos arī pie mazāk skābas vai pat neutrālas reakcijas. Līdzīgi tas ir ar mangāna pāriešanu apmaiņas stāvoklī. Kā to rāda G. Thiel'a pētījumi (11), no vienas puses te var būt loma skābai reakcijai, no otras puses — reducējošiem apstākļiem, kas vairāk skābas dabas mangāna oksidus MnO_2 un Mn_2O_3 pārvērsē baziskā MnO . Pēc šī autora pētījumiem ogļskābe diezgan intensīvi šķīdina mangāna karbonātus, bet humusskābe jūtami šķīdina visus tipiskākos mangāna minerālus un šai ziņā pārspēj pat ogļskābi, sevišķi augstāk oksidēta mangāna atšķīdināšanā. No sacītā vērojams, ka blakus apmaiņas mangānam vārda šaurākā nozīmē, ammonija nitrātā pie skābas reakcijas un org. vielu klātbūtnē var atšķīst vismaz nelielos daudzumos arī citi mangāna savienojumi: 1. daļa čertvērtīga un trīsvērtīga mangāna, kam vairāk skāba, nekā baziska daba, 2. daļa karbonātu un 3. domājams, arī daļa organiskās vielās, silikātos etc. saistītā mangāna. Tāpēc pareizāk būtu augsnas apmaiņas mangāna vietā lietot apzīmējumu *ammonija nitrātā resp. sāļos šķīstošais mangāns*. Autors tomēr tur par vēlamu lietot jēdzienu *apmaiņas mangāns* aiz sekojošiem iemesliem. Arī pārējo apmaiņas bažu noteikšanā nav iespējams no-

vilkst stingru robežu, kur beidzas apmaiņas bāzes vārda tiešā nozīmē un kur sākas organisko vielu, silikātu, karbonātu etc. bažu atšķiršana. Ja tomēr šais gadījumos lieto apzīmējumu apmaiņas bāzes, tad zināmā mērā lietderīgi piešķirt to pašu apzīmējumu mangānam, kā pārējo apmaiņas bažu pavadoņiem.

Augsnas apmaiņas mangāna ietekme uz egles (*Picea*) un lapegles (*Larix*) pelnu sastāvu. Mangāna klātbūtne egļu pelnos jau novērojama pēc pelnu iebrūnas vai melnbrūnas nokrāsas. Ka eglei sevišķa spēja akumulēt mangānu, zināms no literatūras datiem. Pēc dažu vecāku autoru pētījumiem egles pelnos var sastapt pat līdz 40% mangāna (Vinogradov, Analiz počv, 1922). Pēc D. Westera (22) un Kleinstück'a (23) pētījumiem mangāna saturs visās koka daļās nav vienāds: veģetatīvās daļās, piem. lapās, parasti augstāks kā stumbros. Šais orientējošas dabas pētījumos autoram bija iespējams pārbaudīt pelnu sastāvu egles un lapegles koksnēs paraugos. Paraugi izraudzīti no augsnām ar stipri nevienādu reakciju, jo iepriekš tika noskaidrots, ka apmaiņas mangāna daudzumu ļoti lielā mērā ietekmē reakcija. Iegūtie rezultāti par eglēm attēloti 17. tabulā. Tie liecina, ka uz augsnas ar stipri skābu reakciju resp. ar relatīvi augstu apmaiņas mangāna daudzumu, arī egles pelnos novērojams paaugstināts mangāna saturs. To var novērot, kā ar mangānu bagātās (1. un 2. paraugs), tā arī ar mangānu relatīvi nabagās augsnās (3. un 4. paraugs). No tam var spriest, ka mangāna uzņemšana galvenā kārtā atkarīga no apmaiņas mangāna daudzuma.

Kāda loma mangānam egles attīstībā, nav zināms. Bez savām speciālām funkcijām, kas vēl nenoskaidrotas, ļoti iespējams, ka mangāns vismaz pa daļai var atvietot kalcija un magnija baziskās funkcijas. Pie stipri skābas reakcijas un liela Ca un Mg trūkuma augsnā šādas aizvietošanas nepieciešamība ļoti ticama. Tomēr nav izslēgts arī luksa patēriņš.

Līdzīgā kārtā pārbaudīts mangāna saturs eglei radniecīgās lapegles pelnos. Izraudzīti paraugi no augsnām ar nevienādu apmaiņas mangāna daudzumu. 4. paraugā apmaiņas mangāna saturs relatīvi augsts — 0,0047%, pārējos paraugos relatīvi zems, jo 1. paraugā ļoti zems skābē šķīstošais mangāna daudzums, bet 2. paraugā augstākam apmaiņas mangāna daudzumam nelabvēlīga reakcija. Rezultāti 18. tabulā liecina, ka arī pie lapegles augstākam apmaiņas mangāna daudzumam atbilst augstākais mangāna saturs pelnos.

Tabula № 17.

Apmaiņas mangāna un pH ietekme uz egles pelnu sastāvu.
The effect of exchangeable manganese and pH on the composition of Picea ashes.

Paraugi <i>Locality, depth of soil</i>	Egļes saturs tīrpelnu % <i>Carbonate free ash</i> %	Tīrpelni saturs <i>In carbonate free ash</i>			Augsna saturs apmaiņas bāzes <i>Exchang. bases in soil</i>			Augsna saturs skābē šķīst. MnO % <i>Acid. soluble MnO in soil</i>	Augsnas pH ūdens uzduļķ. <i>in water suspension</i>
		MnO %	CaO %	MgO %	MnO %	CaO %	MgO %		
1. Vecmoku virsmežniecība, Raudas novads, II. k.	0,186	10,0	57,5	7,1	0,013	0,02	0,006	0,133	4,79
2. Talsu virsmežniecība, Kalešu novads, kv. 211, II. k.	0,193	3,64	67,0	5,0	0,0015	0,34*	0,135*	0,188	8,40
3. Talsu virsmežniecība, Cepļiša apgāite, kārtā A ₁ , dz. 3—40 cm	0,159	12,60	—	—	—	—	—	0,004	3,83
4. Rucavas virsmežniecība, Luknas novads, kv. 123, kārtā A ₁ , dz. 0—50 cm	0,141	4,40	—	—	—	—	—	0,015	5,80
5. Popes virsmežniecība, Sudmaļa apgāite, A ₁ , 25—35 cm	0,138	5,05	—	—	—	—	—	zīmes	3,90

Piezīme. Ar zvaigznīti apzīmētos skaitļos var ietilpt arī daļa karbonātu bažu.

Tabula № 18.

Mangāna saturs augsnā un lapegles pelnos.
Correlations between the manganese content in soils and in ashes of Larix.

Paraugi <i>Locality and depth of horizon.</i>	pH elektr. ind. uzduļķ. <i>water susp.</i>	Augsnā. <i>In soil</i>				Tīrpelni lapegļē % <i>Carbonate free ash</i>	Tīrpelni saturs: <i>In carbonate free ashes:</i>	
		Skābē šķīst. <i>Soluble in acid.</i>		Apmaiņas <i>Exchangeable</i>			MnO %	Fe ₂ O ₃ %
		MnO %	Fe ₂ O ₃ %	MnO %	Fe ₂ O ₃ %			
1. Bruņniecības v-ba, kārtā A ₁ , 2—10	3,95	0,001	0,08	—	—	0,0767	1,26	0,72
2. Ances v-ba, kārtā A ₁ , 0—38	6,85	0,044	2,59	—	—	0,0837	2,33	0,24
3. Juglas v-ba, kārtā A ₁ , 0,5—9	4,10	0,001	0,038	zīmes	0,00094	0,0727	1,61	0,30
4. Smiltēnes v-ba, kārtā A ₁ , 3—18	4,72	0,078	0,48	0,0047	0,00049	0,154	5,80	0,30

Mangāna saturs kultūras augos. Par daudzumiem, kādos mangāns sastopams dažādos kultūras augos, literatūras dati ļoti pretrunīgi. Tā, piem. J. Davidson's (19) uzdod, ka mangāna saturs kviešos svārstās no 0,00245—0,0062% Mn, kamēr E. Zariņš un O. Auziņa (20) atraduši Latvijas kviešos ārkārtīgi zemu mangāna saturu — 0,00024—0,00044% Mn. Orientēšanās nolūkā autors noteica mangāna saturu dažos Latvijā audzētos kultūras augos. Labības graudu paraugi no Latv. Īniv. Vecauces izmēģinājumu saimniecības uzrādīja šādu mangāna saturu (paraugi no nemēslotiem laucīņiem):

Tabula № 19.

Paraugi. <i>Samples</i>	MnO%g. s.	Paraugi. <i>Samples</i>	MnO%g. s.
Kvieši } Wheat } Kuvert.	0,00277	Rudzi } Rye } Vecauces	0,0026
„ Sandomiras	0,00335	„ Jāņu izlase	0,0028
„ Izlase 30. cers	0,00335	Auzas } Oat } Uzvaras	0,0042
Vasaras kvieši } Summer Wheat } Rubin.	0,0044	„ Vienp. Vecauc. 6	0,0042
„ „ tira līn. 216	0,0040	Mieži } Barley } Zelta	0,00193
		„ iekšzemes seškanšu	0,00192

Pārlešot šie minētos rezultātus uz Mn, izrādījās, ka tie vispārīgi tuvi J. Davidson'a datiem. Tikai pie rudziem atrasts gandrīz četras reizes mazāk. Šis nesakrišanas galvenais iemesls, domājams, nevienādā augsnes reakcijā. Arī kultūras augi pie skābās reakcijas uzņem vairāk mangāna, kā pie neutrālās. Tas redzams no sekojošiem datiem:

	Vecauces izmēģ. saimn. pH ap 7		Aizputes apr. Lejasbeltes pH 5—6	
	Jēlpelni Ashes %	MnO% g. s. in air dry mat.	Jēlpelni Ashes %	MnO% g. s. in air dry mat.
Auzas } Oat . }	2,60	0,0042	2,40	0,0151
Rudzi } Rye }	1,74—1,82	0,0026—0,0028	1,78	0,009

No tauriņziežu kultūrām mangāns tika noteikts tikai dažos iekšzemes tirgū sastopamos āboliņa un lucernas sēklas paraugos:

	Āboliņš I <i>Red clover</i>	Āboliņš II <i>Red clover</i>	Lucerna <i>Alfa-alfa</i>
MnO abs. s. vielā %	0,0034	0,0030	0,0034
Tirpelni } Ashes } %	3,78	3,71	3,20

Uzņemtā mangāna sakars ar reakciju resp. apmaiņas mangānu pie šiem augiem vēl noskaidrojams.

Mangāna sakars ar augu optimālo reakcijas posmu. Tā kā no augšā minētiem izmēģinājumiem bija skaidrs, ka mangāna saturs augos atkarīgs no augsnes reakcijas, tad autoram radās ideja, ka augu optimālie reakcijas posmi stāv kādā vismaz attālā sakarā ar augu nevienādām prasībām pēc mangāna. Liekot blakām pēc J. Davidson'a (19) datiem aplēstos mangāna vidējos skaitļus un O. Arrhenius'a noteiktos attiecīgo labību optimālos reakcijas skaitļus, dabū šādu tabulu:

	Auzas <i>Oat</i>	Rudzi <i>Rye</i>	Kvieši <i>Wheat</i>	Mieži <i>Barley</i>
Vidējais MnO %	0,0128	0,0123	0,0056	0,0015
Optimālais pH	5—6	5—6	6,5—7,5	7—8

No tabulas izriet pārsteidzoši laba saskaņa starp optimālo reakciju un augu uzņemto mangāna daudzumu. Augiem, ar optimālo reakciju skābā posmā, atbilst augsts mangāna saturs, bet augiem ar optimālo reakciju sārmainā posmā — zems mangāna saturs. Tas labi atbilst mangāna šķīstamībai pie dažādas reakcijas. Tomēr šai gadījumā nav izslēgts, ka augi audzēti vairāk savām reakcijas prasībām atbilstošās augsnās, kādēļ pie skābām kultūrām iespējams mangāna luksa patēriņš. Lai pierādītu, ka optimālā reakcija stāv sakarā ar pašu augu nevienādu mangāna uzņemšanas spēju, jāpārbauda augi, kas audzēti vienādās augsnās. Pie labības paraugiem no L. Ū. Vecauces izmēģinājumu saimniecības mangāna uzņemšanas sakars ar optimālo reakciju droši bija novērojams tikai pie vasarājiem — auzām un miežiem: vidēji auzās — 0,0042% MnO, miežos — 0,00192%

MnO. Pie ziemājiem šāda sakarība nebija novērojama; te atrasts kviešos — 0,00277%—0,00335% MnO, bet rudzos 0,0026—0,0028% MnO. Šādas nesaskaņas iemesli var būt vairāki: 1. augiem pieejamā apmaiņas mangāna atkarība nevien no reakcijas, bet arī no organisko vielu daudzuma un augsnes mitruma resp. aerācijas, 2. augsnes nevienmērība, 3. labību nevienāda pārziemošana, 4. dažādība šķirnēs, 5. agrākā mēslojuma pēcietekme u. c. apstākļi. Jautājuma noskaidrošanai vajadzīgi vēl turpmāki pētījumi.

Apmaiņas mangāna un pH ietekme uz sarkanā āboliņa. Sarkanais āboliņš mūsu apstākļos ļoti svarīga kultūra, jo dod augstvērtīgu lopbarību un pavairo augsnes slāpekļa krājumus. Tomēr ne visās augsnās āboliņš vienādi padodas. Dažos gadījumos tas pilnīgi iznīkst. Te var būt vairāki iemesli. Šai iepriekšējā ziņojumā jāaizrāda, ka arī mangāna trūkums var būt āboliņa neaugšanas iemesls. Tieši vai netieši norādījumi uz šādu iespēju sastopami literatūrā. Tā, Brewer's un Carr's savos izmēģinājumos atrada, ka mēslojot ar kūtsmēsliem, tika paveicināta dzelzs un mangāna pāriešana augiem viegli uzņemamā veidā, kādēļ āboliņa raža tika divkārtota (21). Šie autori domā, ka Fe un Mn pieejamība atkarīga no augsnes reakcijas: pie $pH = 6$ dzelzs un mangāns atrodas augstāk oksidētā, augiem grūti uzņemamā veidā. Ja ievēro, ka pēc Arrhenius'a pētījumiem sarkanā āboliņa reakcijas optimums ir ap $pH = 6$, tad dibinoties uz Brewer'a un Carr'a datiem praksē samērā bieži būs sastopami gadījumi, kur jāskaitās ar relatīvu Fe un Mn trūkumu.

Arī mūsu apstākļos var būt gadījumi, kur āboliņa neaugšanas iemesli būtu meklējami mangāna trūkumā. To autors konstatēja Rā-mavā pie kāda ilggadīga kaļķošanas izmēģinājuma, kas ierikots doc. P. Kulitana vadībā. Augsna stipri skāba smilts (pH ūdens uzduļķojumā 5,30). Trešā gadā pēc kaļķošanas varēja novērot, ka āboliņš dažās vietās aug, bet dažās pilnīgi iznīcis vai aug ļoti vāji. Lai pārliecinātos, vai ķīmiskā ceļā nav iespējams noskaidrot neaugšanas iemeslus, no labām un sliktām vietām tika ievākti augsnes paraugi laboratorijas izmeklei. Parasto domu, ka neaugšanas iemesls skāba reakcija un kaļķa trūkums, izdarītā analīze šai gadījumā apgāza. Izrādījās, ka āboliņš neaug taisni vietās, kur reakcija neutrāla vai sārmaina (skat. 20. tab.) un augsnā daudz apmaiņas kalcija. Arī apmaiņas kalija noteikšana nedeļa apmierinošu atbildi. Tāpēc radās doma, ka šai gadījumā iemesls āboliņa neaugšanai var būt pie neutrā-

Tabula № 20.

Angūnas apmaiņas mangāna un pH ietekme uz sarkano āboliņu.
The influence of exchangeable manganese and pH on the growth of red clover.

Locality and number of plot	Sarkanais āboliņš Growth of red clover	Angūnas pH tid. uzd. In water suspension	Angūnas pH n ¹⁰ /CaCl ₂ uzduļķ.	Angūnas satur apmaiņas bāzes: Exchangeable bases in soil				Piezīmes Notes
				MnO %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	K ₂ O %	
Ramava, kalņošānas izmēģi- nājumu lauciņi								
Angūna № 1	Neaugs Poor	7,53	6,42	zīmes	0,00033	0,277	0,0063	sk. šķīst. MnO—0,0088 ⁹⁰ / ₀
"	aug good	6,07	4,56	0,00032	0,00056	0,167	0,0122	" —0,045 %
"	labi aug very good	5,95	—	0,00006	0,00032	0,063	0,0047	" —0,009 %
"	neaugs poor	6,77	—	0,00023	0,00033	0,135	0,0045	" —0,0082 ⁹⁰ / ₀
Beberbeķa, " № 5	aug good	5,48	4,31	0,00223	0,000665	0,050	0,0034	" —0,017 ⁹⁰ / ₀
" № 1	neaugs poor	4,86	3,80	0,0017	0,00024	0,016	0,0021	" —0,007 ⁹⁰ / ₀
" № 2	aug good	6,28	—	0,00018	0,00025	—	—	" —0,06 ⁹⁰ / ₀
Kazdangasp. Leļģasbelķes, № 1	neaugs poor	4,86	—	0,0058	0,00027	—	—	" —0,06 ⁹⁰ / ₀
" № 2	aug good	5,63	—	0,00165	—	0,06	—	"
Melluži, Pizķu majas, № 1	neaugs poor	5,53	—	0,00285	—	0,03	—	"
" № 2								

lās vai sārmainās reakcijas zemais apmaiņas mangāna daudzums. Kā no 20. tab. redzams, tad izdarītā apmaiņas mangāna (un dzelzs) noteikšana šo domu lielā mērā apstiprināja. Vislabākais āboliņš izrādījās vietā ar augstāko apmaiņas mangāna saturu (0,0006%). Šim konstatējumam nozīme tikai pie augsnām ar novērstu kaļķa resp. magnija trūkumu. Pie citām tabulā apzīmētām skābām augsnām āboliņa neaugšanas iemesli — skāba reakcija un kaļķa resp. magnēzijas trūkums.

Nobeidzot šo darbu, izsaku pateicību saviem kollegām K. Bambergam, P. Dermaņam un P. Fūrmaņam kļūmēm par manā rīcībā nodotiem augu materiāliem.

Iesniegts fakultātei 1931. g. 10. martā.

Literatūra.

1. E. M. Crowther and S. G. Heintze. An error in soil reaction determinations by the quinhydrone method. *Transact. of the Second Commis. of the Internat. Soc. of soil science*, Vol. A. 1929. Budapest.
2. L. B. Olmstead and Lyle T. Alexander. The mechanical analysis of soils without acid pretreatment, *Soil Research*, Vol. II. 1930.
3. W. Bishop. *Austral. Journ. exper. Biolog. med. Science*, 5, p. 125, cit. *Chemisches Zentralbl.*, 1928.
4. E. Hiltner. Die Dörrfleckenkrankheit d. Hafers und ihre Heilung durch Mangan. *Landwirtsch. Jahrbücher*, 1924, lpp. 689.
5. S. A. Waksman. *Principles of soil microbiology*, 1927, Baltimore.
6. A. L. S. Sommer. *Amer. Fertilizer*, Vol. 72, No. 6, 1930; cit. *Udobrenije i urožai*, 1930, lpp. 690.
7. O. Schreiner und P. R. Dawson. Manganmangel in Böden und Dünger. *Ind. a. Engin. Chem.*, 19, 400, 1927; cit. *Zeits. f. Pfl., Düng. u. Bodenk. Teil B*, 1927, lpp. 623.
8. J. Hudig. *Mitteilungen d. Deutsch. Landw. Gesel.*, 21, 1925.
9. H. B. Mann. Availability of manganese and iron as affected by applications of calcium and magn. carbon. to the soil. *Soil Science*, Vol. XXX., lpp. 117. 1930.
10. V. I. Vernadskij. *Očerki geochimiji*. 1927. Leningrad.
11. C. Doelter u. H. Leitmeier. *Handbuch der Mineralchemie*, B. 3, T. 2.
12. F. Löhner. *Handbuch d. landw. Bakteriologie*, 1910, lpp. 704.
13. Olaf Tamm. Beitrag zur Kenntnis des braunen Waldbodens in Schweden. *Auszüge der Verhandl. d. zweit. Internat. Kongresses f. Bodenkunde*, 1930.
14. H. R. Christensen u. S. T. Jensen. Untersuch. bezüglich d. z. Bestim. d. Bodenreakt. benutzten elektrom. Methoden. *Internat. Mitt. f. Bodenk. B. XIV*, 1924.
15. Ch. Brioux et J. Pien. Recherches complémentaires sur emploi de l'électrode à quinhydrone etc. *Compt. rend. d. I. deuxième commiss. de l'Assoc. Intern. d. I. Science du sol*. 1926.
16. W. T. Mac George. *Soil Science* 27, 83 (1929).
17. D. J. Hissink. *Soil Research*. 1930. Vol. II, lpp. 77.
18. E. Ramann. *Bodenkunde*. 3. Aufl.
19. Jehiel Davidson. *Cereal Chemistry*, 6, 128; cit. *Chem. Zentralbl.* 1929.
20. E. Zariņš un O. Auziņa. Latvijas kviešu ķīmiskais sastāvs. *Latv. Univ. raksti, Ķīm. fak. serija, I, Nr. 5*.
21. P. H. Brewer and R. H. Carr. *Soil Science*, 23, 165—173, 1927.
22. D. H. Wester. Über das Vorkom. u. d. Bedeut. von Mangan in Pfl. *Tschirch's Festschrift*, 1926; cit. *Jahresber. d. Agrikulturch.* 1927.
23. M. Kleinstück. Das dendrologische Vorkommen d. Mangans. *Chemiker Zeitung*, 52, lpp. 598.

- I. The manganese content in Latvian soils and rocks.
- II. The effect of manganese dioxide on quinhydrone method.
- III. Manganese as exchangeable base.

By *K. Krūmiņš*.

Summary.

In the introduction the author points out the importance of the topic in connection with the recently discovered effect of manganese dioxide on quinhydrone method (1,2). A short review of the literature follows. Author's investigations were carried out in three directions mentioned above.

I. The manganese content in Latvian soils and rocks.

After a short general discussion about the dynamics and relations of manganese and iron in rocks and soils the author describes the methods used. The manganese and iron were determined colorimetrically using hot 20% HCl or 65% HNO₃ extracts. Preliminary tests showed that iron is more easily soluble in hydrochloric acid, than in nitric acid (tab. 1). On the contrary no great difference was noticed in the solubility of manganese, provided that the extraction by the HNO₃ is performed in the presence of organic matter. On the other hand the results of acid extracts were compared with the results found by total analysis (tab. 2). This comparison showed, that in soils the difference in total and acid soluble manganese is mostly small. More marked differences were obtained in the iron content. Hence the acid soluble iron characterizes only roughly the total iron content of a soil. In tables the results obtained with HNO₃ extracts are marked with a asterisk.

1. **Rocks and mother rocks.** The results of rock and mother rock (parent material) analysis can be seen from tables 3 and 4.

In silicate group the sandy rocks and mother rocks showed the lowest manganese content, whereas marl loams showed the highest.

In carbonate group the more important and widely spread rocks in Latvia are dolomites. The manganese content of these rocks lies between 0,043—0,117% MnO. In two samples of moraine dolomites, which are found in Latvian mother rocks, the manganese content was higher (0,142—0,19%). The pebbles of sillurian limestone, which during glacial period in large scale has been drifted from north to Latvia, showed a relatively smaller manganese content (0,028—0,074%). The permian czechstein rocks, which are found only in southern part of Latvia, showed the lowest manganese content (0,015—0,023%). Alluvial carbonates (spring bog and lacustrine lime), which consist mostly of relatively pure CaCO_3 , contain usually smaller quantities of manganese than dolomites. As exception a sample of dark stained spring lime showed an exclusively high manganese content — 4,85% MnO, a third of which consisted of MnO_2 (1,65%).

2. Soils. The manganese content of Latvian soils can be seen from tables 5—10. An attempt is made to bring the widely varying results in connection with soil morphological properties and soil genesis.

The influence of parent material is generally expressed in the manner, that all mineral soils, formed on parent materials rich in manganese, show mostly an elevated manganese content, especially when developed by weathering of carbonates. Thus the gravelly soils contain the highest mean manganese percentage 0,094% MnO (fluctuat. 0,006—0,27%). The highest manganese content of this group was found in a gravelly soil developed on weathered dolomite (table 5). Gravelly soils on mother rocks poor in carbonates approximate in their manganese content the sandy soils, which showed the lowest average manganese content — 0,039% MnO (ranging from traces to 0,089%). The other mineral soils show an average manganese content lying between the two above mentioned limiting groups. The mean iron content, as can be seen from table 10, is the highest in clay soils and the lowest in sandy soils.

In acid peaty soils and thick layers of acid raw humus the average manganese content is low — 0,011—0,015%. On the contrary in low moor soils, which are influenced by ground waters containing the iron and manganese, the manganese content in some cases is rather high (0,0048—0,275% MnO).

The influence of climate on the manganese content of Latvian soils can be proved only roughly by comparing the highly podsolized soils from humid regions (600—700 mm precipit.) with the slightly podsolized, frequently brownish soils of the less humid regions (400—500 mm precipit.). The brownish colour of the latter soils is usually due to a comparatively higher iron content, which mostly is accompanied by a higher manganese content.

The effect of relief changes is mostly complicated, because of interaction of other soil forming forces, but generally at any distinct changes of relief some alterations in soil manganese content are to be expected.

The effect of soil age on manganese content is closely connected with the stage or degree of development, which the soil has reached. In humid climatic conditions, as in Latvia, two stages are to be distinguished. In the first stage, during which chiefly the carbonates are leached out, soil manganese content mostly increases (in aerobic conditions). In the second stage, during which with the continued leaching the soil is getting more and more acid, the manganese content of the upper horizons mostly decreases. This decreasing is accelerated in the presence of abundant organic matter and excessive moisture.

The effect of soil cultivation mostly increases the manganese content. That can be demonstrated in comparing the forest soils with cultivated ones.

The manganese content in soil Fe-Mn-concretions fluctuates from 0,1 to 16,7% MnO. In carbonate concretions the manganese content is usually low. The ortsteins or rusty layers showed a manganese content from traces to 0,76% MnO.

II. The effect of manganese dioxide on quinhydrone method.

The investigations were carried out in two directions: 1. in determining the active MnO_2 in Latvian soils and 2. in trying to connect the observed errors of quinhydrone method with the presence of active MnO_2 .

For the estimation of active MnO_2 two methods were employed: the method of catalytic decomposition of H_2O_2 and the benzidine test. The last method, as being more simple and more suitable for field

work, was employed in a simplified manner: In test tubes containing nearly equal quantities of soils to be examined, are added approximately equal quantities of free benzidine. After dilution with water and acidifying with a few drops of 10% acetic acid, the test tubes are shaken for a few seconds. The colouration is compared with a scale of typical soils, treated in similar manner. The results are expressed qualitatively by the following figures: 0, 1, 2, 3, 4, 5, where 0 means no reaction, 5 — very strong reaction (exceedingly strong reaction is marked by 5 and exclamation). If the colouration is doubtful, the corresponding sample is compared with the same soil treated similarly with exception of the addition of benzidine. The results of these investigations can be seen from tables 5—10 and in a condensed form on page 91.

The following are the main conclusions:

1. The content of active manganese dioxide, as measured by benzidine test, decreases with decreasing pH and with small exceptions at a pH below 5 is practically brought to naught.

2. In all cases of abnormally high pH (higher than 8,5) the benzidine reaction was very strong. All soils of this kind contained carbonates.

3. None of the peaty soils (pH 3,5—6,7, mineral matter below 70%) showed the benzidine reaction.

4. In mineral soil group all loamy and clay soils showed benzidine reaction, whereas the sandy ones the most rarely. All gravelly soils containing carbonates showed mostly a very strong benzidine reaction. The gravelly soils free of carbonates approached mostly the sandy soils. The loamy sand and sandy loam soils, as to the benzidine reaction, are lying between the sandy and clay soils.

5. The benzidine reaction of the surface soil is mostly reduced in comparison with the nearest horizons of subsoil. It is suggested that this is due to the effect of organic matter and acid reaction.

As to the influence of active manganese dioxide on quinhydrone method, the discrepancies between the electrometric and colorimetric measurements of pH reached 1,2 pH. A part of these discrepancies may be due to the suspension effect, but probably the major part of them is connected with the occurrence of active manganese dioxide. These investigations showed, that to a high content of active manganese dioxide corresponds mostly an elevated error in pH. At a pH of 5 or below of that the errors are reduced or wholly absent. It

is suggested that this is due to a restricted content of active manganese dioxide and comparatively high buffering capacity of these soils. At reaction figures higher than 5,5 the reliability of quinhydrone method diminishes, especially in mineral soils. As a simple mean of detecting doubtful soils the benzidine test is recommended.

III. Manganese as exchangeable base.

The determination of exchangeable manganese was carried out in NH_4NO_3 extracts and gave results similar to those obtained in NH_4Cl extracts. The results in tables 16 and 17 show that there is a close correlation between the exchangeable manganese and pH. At a pH near to 7 or higher the manganese is exchangeable only in small quantities, whereas at a pH below 7 the exchangeable manganese increases with increasing acidity. There are some indications that organic matter and anaerobic conditions may participate in rising the quantities of exchangeable manganese. On the other hand it was showed, that the manganese content of some trees, as *Picea* and *Larix*, is closely related to the pH and exchangeable manganese of the corresponding soils. Similar correlations were observed on some crops as rye and oats. It is suggested, that these correlations have a long bearing in plant physiology and manuring. It is probable that many discordant results of earlier work on the rôle of manganese are due to a lack of knowledge in this direction. As a proof of this the results of a liming experiment are reported. It was noticed that on limed plots with pH 6,77 to 7,52 red clover gave failure. The chemical analysis showed that the probably chief difference between the limed and unlimed plots consisted in a decreased content of exchangeable manganese on limed plots. The author's opinion that the optimal pH ranges of several plants may be in some subordinate manner connected with the corresponding availability and assimilation of manganese (resp. iron), till now could not be sufficiently proved. Further investigations in that direction are needed.

10. III. 1931.

Less un lesa augsnas Latvijā.

Iepriekšējs ziņojums.

K. Krūmiņš.

Lauksaimniecības ķīmijas laboratorija. Vad. doc. P. Kulitans.

„Zu jeder Eiszeit gehört ein Löss“.

Pazīstami ģeologi (Penck's, Keilhack's u. c.) ir novilkusi lesa izplatības ziemeļrobežu caur Polijas dienvidus daļu, tā tad tālu lejpus Latvijas. Ar to, šķiet, pa daļai izskaidrojams, kādēļ par lesu un lesa augsnām Latvijā līdz šim vēl trūka ziņu. Manos šīs vasaras pētījumos iegūtie novērojumi un savāktie, pagaidām vēl nepilnīgi apstrādātie materiāli nepārprotami liecina, ka lesam arī mūsu kvartāros veidojumos reiz ir piekritusi izcila vieta un ka uz lesa izveidotās augsnas pie mums stipri izplatītas. Mūsu lielākais lesa un lesa augsnu rajons atbilst mūsu auglīgākajam apgabalam resp. aizņem gandrīz visu Jelgavas līdzenuma dienvidus daļu, t. i. Krimūnu-Meitenes-Bauskas joslu un pēc visām pazīmēm iesniedzas arī Lietavas teritorijā. Ievērojami lesa rajoni sastopami arī visās pārējās Latvijas daļās — Kurzemē, Vidzemē un Latgalē. Vairumā gadījumu mūsu lesa nogulumi mitra klimata dēļ stipri pārmāloti (tonige Verwitterung) vai arī podzolēšanas procesā pārvērsti putekļu smiltīs. Maz pārveidoti lesa nogulumi sastopami vairāk tikai īpatnējos apstākļos, (kur maz nokrišņu, lesa kārtā biežāka, piemērots virsējo un apakšējo kārtu mitruma režīms, reljefs u. t. t.). Šādos gadījumos lesa nogulumi uzrāda visas raksturīgas lesa īpašības — sastāv no gaiši dzeltāniem resp. oranždzeltāniem putekļiem, kas ar ogļskābo kaļķi saistīti sīki porainā masā, kurā var saskatīt zāļaugu atlieku pēdas un lielā vairumā skaisti izvei-

dotas kaļķa konkrēcijas. Bieži sastopami arī tipiski lesa konchiliju ieslēgumi. Tomēr arī minētos speciālos apstākļos lesa nogulumi lielāko tiesu nav pilnīgi intakti, bet bieži vien uzrāda pārskalošanas un pārmālošanās pazīmes (piem. Kaucmindē) un tādēļ dažos horizontos maz atšķiras no kārtainā māla, sevišķi uz slīpumiem un iedobumos. Tas liecina, ka mūsu lesa nogulumu izveidošanā blakus šļūdoņu vēju darbībai zināma loma bijusi arī ūdeņiem.

Bez parastā virsējā lesa dažādiem veidiem (vēja less, pārskalotais less, purva less u. c.) dažos gadījumos tika novēroti lēcveidīgi lesa ieslēgumi morēnu materiālos (Airītē, Kaucmindē u. c.). Te var būt darišana ar interglaciālu lesu.

Ievērojot lesa nogulumu lielo izplatību Latvijā, var domāt, ka senāk daudzas mūsu augsnes pēc savām īpašībām ir stāvējušas tuvu melnzemēm. Tā, piem., kādu apraktu dēgradētu melnzemi autors uzgāja Daugavas krastā pie Līvāniem uz apm. 2,5 m biezas raibas lesa māla kārtas. Arī dažas no tagadējām Jelgavas līdzenuma lesa augsnām pēc īpašībām ļoti tuvas melnzemēm.

Še minētie pētījumi nostāda citādā gaismā daudzu mūsu māla nogulumu izcelšanos un līdz ar to daudzos gadījumos norāda uz šo mālu varbūtējām tehniskām īpašībām.

Pēc autora pārlicības šie pētījumi ienes lielāku skaidrību ne tikai Latvijas, bet arī dažu mūsu tuvāko kaimiņzemju kvartāro veidojumu izpratnē, jo mūsu lesa māli sastopami nevien Lietavas, bet vietām arī Igaunijas un Krievijas pierobežā.

Sīkāks un noteiktāks ziņojums varēs sekot pēc ievākto materiālu pilnīgākas apstrādāšanas un novērojumu papildināšanas dabā.

Iesniegts fakultātei 1931. 23. X.

Löss und Lössböden in Lettland.

Vorläufige Mitteilung

von K. Krūmiņš.

Agrikulturchemisches Laboratorium. Leiter des Laboratoriums Dozent P. Kulitans.

„Zu jeder Eiszeit gehört ein Löss“.

Bekannte Geologen (Penck, Keilhack u. and.) haben die nördliche Verbreitungsgrenze des Löss durch den südlichen Teil Polens gezogen, also weit unterhalb Lettlands. Das ist wahrscheinlich eine der Ursachen, weshalb Angaben über den Löss und die Lössböden in Lettland bisher fehlten. Meine in diesem Sommer ausgeführten Untersuchungen und die dabei gewonnenen, bisher noch nicht völlig bearbeiteten, Untersuchungsmaterialien haben unzweideutig gezeigt, dass Löss auch unter unseren quartären Bildungen einst einen wichtigen Platz eingenommen hat und dass bei uns auf dem Löss gebildete Böden sehr verbreitet sind. Unsere grösste Lössregion entspricht dem fruchtbarsten Gebiete Lettlands, nimmt ev. fast den ganzen südlichen Teil der Tiefebene von Jelgava, das heisst die Zone Krimūnas-Meitene-Bauska ein und erstreckt sich allem Anschein nach weiter über die litauische Grenze. Bedeutende Lössgebiete sind auch in allen übrigen Teilen Lettlands — Kurzeme, Vidzeme und Latgale — anzutreffen. Am häufigsten sind unsere Lössablagerungen infolge des feuchten Klimas stark verlehmt (tonige Verwitterung) oder im Podzolierungsprozess in Staubsand umgewandelt. Wenig veränderte Lössablagerungen sind nur in besonderen Verhältnissen anzutreffen (niederschlagsärmere Gebiete, starkes Lösshorizont und geeignete Wasserführung des oberen und unteren Horizonts, Relief u. s. w.). In diesen Fällen zeigen die Lössablagerungen alle typischen Eigenschaften des Löss — bestehen aus einem hellgelben ev. orangegelben staubartigen Material, der von kohlensaurem Kalk als eine feinporige Masse zusammengehalten wird. In dieser Masse kann man

Spuren von Graspflanzen und schön entwickelte Kalkkonkretionen (Lösspuppen) entdecken. Häufig sind auch typische Lösskonchilien anzutreffen. Aber auch in diesen speziellen Verhältnissen sind die Lössablagerungen nicht völlig intakt, sondern weisen häufig die Anzeichen der Verlehmung und Überschwemmung auf (z. B. in Kaucminde) und lassen sich deshalb in einigen Horizonten nur mit Schwierigkeit von echtem Bänderton unterscheiden, besonders auf Hängen und in Vertiefungen. Das spricht dafür, dass bei der Ausbildung unserer Lössablagerungen nicht nur glaziale Winde, sondern auch Wasser mitgewirkt haben.

Neben den verschiedenen Varietäten von oberem Löss (Windlöss, Schwemmlöss, Sumpflöss u. s. w.) wurden in einigen Fällen auch linsenförmige Lösseinschlüsse im Moränenmaterial beobachtet (Airiite, Kaucminde u. a. O.). Es ist nicht ausgeschlossen, dass man hier mit einem interglazial gebildeten Löss zu tun hat.

Wegen der grossen Verbreitung der Lössablagerungen in Lettland, ist es anzunehmen, dass früher viele unsere Böden in ihren Eigenschaften den Tschernozems geähnelt haben. So, zum Beispiel, konnte der Verfasser eine begrabene degradierte Schwarzerde an dem rechten Ufer der Daugava bei Līvāni auf einem 2,5 m dicken Lager von buntem Lösslehm entdecken. Auch jetzt sind einige von den Böden der Tiefebene von Jelgava in ihren Eigenschaften noch ziemlich den Schwarzerden ähnlich.

Die hier angeführten Untersuchungen stellen die Entstehung von vielen unseren Lehm- bzw. Tonablagerungen in anderes Licht und deuten dadurch in vielen Fällen die wahrscheinlichen technischen Eigenschaften dieser Tonablagerungen an.

Die Ansicht des Verfassers ist, dass diese Untersuchungen grössere Klarheit nicht nur für das Verständnis der quartären Ablagerungen Lettlands, sondern auch einiger Nachbarländer bringen, denn unsere Lösslehme sind nicht nur an der litauischen, sondern auch in einigen Stellen unweit von der estnischen und russischen Grenze anzutreffen.

Ein ausführlicher Bericht wird nach näherer Bearbeitung der gesammelten Materialien und Ergänzung der Beobachtungen in der Natur folgen können.

LAUKSAIMNIECĪBAS FAKULTĀTES SERIJA II. 4.

Augiem viegli izmantojamā jeb aktīvā kalija un
fōsforskābes noteikšana augsnā.

K. Bamberg.

Lauksaimniecības ķīmijas laborātōrija.

Vadītājs doc. *P. Kulitans.*

Lai ar ķīmiskiem paņēmieniem noteiktu augsnā atrodošās, augiem viegli izmantojamās barības vielas, jāzina lielumi, kurus gribam noteikt. Pareizu atbildi uz šo jautājumu var dot paši augi. Tāpēc izstrādājot ķīmiskas metodes viegli izmantojamu barības vielu noteikšanai augsnā, rezultāti jāsalīdzina un jākontrolē ar veģetācijas izmēģinājumiem.

Novērtējot kaut kādu augu barības vielas savienojuma daudzumu, jāņem vērā divi lielumi: 1) aktīvais lielums resp. vērtība un 2) latentais lielums resp. vērtība. Aktīvo lielumu varam noteikt un mērīt pēc augu fizioloģiskā efekta — pēc ražas lieluma. Salīdzinot līdzīgos apstākļos barības vielas savienojuma fizioloģisko efektu ar tādu pašu fizioloģisku efektu, ko dod noteikts augiem viegli izmantojams un šķīstošs barības vielas savienojuma daudzums, noteicam novērtējamā barības vielas savienojuma aktīvo lielumu. Barības vielu savienojumu aktīvā lieluma noteikšanai salīdzināšanas nolūkiem labi der kalcijs nitrāts, kalcijs difōsfāts un kalcijs sulfāts. Pēdējos gados izdarītie pētījumi rāda, ka augiem viegli izmantojamās barības vielas daudzuma fizioloģiskais efekts mainās atkarībā no pārējiem augšanas apstākļiem un augu sugas. Ar citiem vārdiem sakot, barības vielas savienojuma aktīvā lieluma fizioloģiskais efekts ir mainīgs lielums.

Augi vienā veģetācijas periodā viņu rīcībā atrodošās barības vielas parasti pilnīgi neizmanto, daļa paliek pāri nākošam vai nāko-

šiem veģetācijas periodiem un kļūst par aktīvu lielumu. To barības vielas savienojuma daudzuma aktīvo lielumu kopsummā, kas paliek un kļūst augiem izmantojama nākošajos veģetācijas periodos, saucsim par barības vielas savienojuma *latentu lielumu* resp. *vērtību* (pēcdarbība). Augsnā atrodošās augu barības vielas varam iedalīt divās kategorijās: 1) augiem viegli izmantojamās barības vielu savienojumos un 2) augiem grūti izmantojamās barības vielu savienojumos. Pie pirmās kategorijas pieder nitrāti, kalcija un kalija mono- un difosfāti, pie otrās — kalcija trifosfāts, dzelzs un alumīnija fosfāti, kalija silikāti un organiski slāpekļa savienojumi.

Noteicot un novērtējot augsnes auglību barības vielu ziņā, vispirms jānoteic dažādo augsnā atrodošos barības vielu savienojumu kopējais aktīvais lielums. Liela nozīme arī augsnes barības vielu savienojumu latentai vērtībai, t. i. tiem aktīviem barības vielu daudzumiem, kas paliek pāri, vai labvēlīgos apstākļos kļūst aktīvi un viegli izmantojami nākošajos veģetācijas periodos. Jāaizrāda, ka augsnā atrodošos grūti šķīstošo augu barības vielu savienojumu aktīvais lielums daudz mazāks nekā viņu latentais lielums resp. vērtība.

Ilggadīgi augsnes izmantošanas (izsūkšanas) izmēģinājumi apstiprina augšā sacīto. No sākuma, kamēr augsnā atrodas uzkrātie viegli izmantojamie augu barības vielu savienojumi, ražas strauji mazinās, pēc kam sasniedz lielumu, kas mainās un mazinās niecīgā mērā un tempā. Tas notiek, kad augsnes viegli šķīstošie un izmantojamie barības vielu savienojumi izmantoti un ražas lielums atkarīgs vairs tikai no grūti šķīstošiem un izmantojamiem barības vielu savienojumiem, kuriem liela latentā vērtība un ilgstoša pēcdarbība. Ražu un barības vielu savienojumu starpā iestājas noteikts līdzsvars.

Parasti stabils līdzsvars augsnes barības vielu un ražu starpā iestājas pie zemām ražām. Mēslošanas un augsnes apstrādāšanas nolūks palielināt augiem viegli izmantojamās aktīvas barības vielu daudzumus un sasniegt pēc iespējas lielāku augu fizioloģisku efektu, resp. ražu.

Lauksaimnieku vispirms interesē augsnes barības vielu aktīvie lielumi un viņu fizioloģiskais efekts, jo tie noteic ražas atmaksāšanos. Izstrādājot mēslošanas plānu nākošajiem veģetācijas periodiem, liela nozīme arī augsnes barības vielu latentam lielumam. Mobilizēt, padarīt aktīvu augsnes barības vielu savienojumu latentu vērtību, ir viens no svarīgiem agrikultūrķīmijas un lauksaimniecības jautājumiem.

Lai raksturotu augsnas auglību barības vielas ziņā un noteiktu mēslošanas vajadzību, jānoteic, kā jau aizrādīts, barības vielas savienojumu aktīvais un latentais lielums. Tā kā barības vielas fizioloģiskais efekts var mainīties atkarībā no apstākļiem, jānoskaidro arī apstākļi, kas ietekmē augiem viegli izmantojamās, aktīvās barības vielas fizioloģisko efektu. Sacītais rāda, ka augiem viegli izmantojamu augsnas barības vielu daudzuma un mēslošanas vajadzības noteikšana ir sarežģīts un pa daļai relatīvs jautājums. Relatīvs šis jautājums vēl tāpēc, ka augiem viegli izmantojamās barības vielas nav konstants, nemainīgs lielums, bet tās, atkarībā no augsnā notiekošām bioloģiskām, ķīmiskām un fiziskām norisēm, var vienā vai otrā virzienā mainīties.

Agrikultūrķīmiķa uzdevums vispirms atrast metodes, kas dod rezultātus, kuri lieluma ziņā līdzīgi vai nedaudz atšķiras no barības vielu aktīviem lielumiem. Tas būtu augsnas mēslošanas vajadzības noteikšanas pareizākais atrisināšanas veids. Ja tas nav iespējams, tad vismaz atrast metodes, kas atļauj kvalitatīvā ziņā raksturot aktīvo barības vielu lielumus.

Grūtāk noteikt un novērtēt augsnas barības vielu savienojumu latentu lielumu, jo tas kļūst aktīvs nākošajos veģetācijas periodos. Ilgākā laika sprīdī var notikt ķīmiskas, bioloģiskas un fiziskas norises, kas var stipri ietekmēt un pārvērst augsnas barības vielu savienojumu raksturu. Vienkāršāk tāpēc katru gadu noteikt augsnas barības vielu savienojumu aktīvos lielumus. Tas iespējams, ja izdodas izstrādāt lētas un ātras augu barības vielu savienojumu aktīvā lieluma noteikšanas metodes. Protams var mēģināt izstrādāt augsnā atrodošos barības vielu savienojumu latentās vērtības noteikšanas metodi diviem vai trim veģetācijas periodiem. Kādā mērā tas iespējams, to var noskaidrot tikai šini virzienā izdarīti pētījumi.

Izstrādājot ķīmiskas augiem viegli izmantojamu barības vielu noteikšanas metodes un salīdzinot tās ar veģetācijas izmēģinājumiem, jāņem vērā, ka pareizus salīdzināmus rezultātus iegūst, ja barības vielu saturu noteic vienādā augsnas daudzumā pēc svara vai noteikta biežuma augsnas slānī. Šim nolūkam labi der trauku izmēģinājumi. Uz lauka augi izmanto barības vielas ne tikai no virskārtas, bet arī no apakškārtas. Cik dziļi un kādā mērā augi izmanto barības vielas no apakškārtas, tas atkarīgs no augu sugas, apakškārtas fiziskām un ķīmiskām īpašībām, gruntsūdeņa līmeņa u. t. t. Minēto iemeslu dēļ lauka izmēģinājumi mazāk derīgi kontroles nolūkiem, izstrādājot

augiem viegli izmantojamu barības vielu ķīmiskas noteikšanas metodes. Vispirms jāizstrādā ķīmiskas metodes, kas saskan ar trauku izmēģinājumiem, un tad tikai, ņemot vērā apakškārtas auglību un augu sakņu barības vielu izmantošanas spējas no dziļākām augsnes kārtām, jāizstrādā paņēmieni, kā piemērot ķīmiskās metodes, lai tās varētu raksturot barības vielu krājumus un mēslošanas vajadzību uz lauka.

Izstrādājot mēslošanas vajadzības noteikšanas metodes, agrikul-tūrķīmiķi šo svarīgo apstākli parasti par maz ievērojuši. Visbiežāk tiek analizētas tikai 20 cm biezas virskārtas un iegūtos rezultātus salīdzina un kontrolē ar lauka izmēģinājumiem. Tas, kā jau aizrādīju, pēc būtības nepareizi. Tāpēc, saprotams, ka līdzšinējās ķīmiskās metodes nedod pietiekoši labus rezultātus. Bez tam, kā to turpmāk redzēsim, ir vēl citi iemesli, kas atstāj ietekmi uz līdz šim lietoto ķīmisko metožu pareizību.

No līdz šim lietotām augiem viegli izmantojamu barības vielu un mēslošanas vajadzības noteikšanas metodēm plašāku ievēribu guvušas šādas metodes: Mitscherlich'a, Wiessmann'a, Neubauer'a asnu analīze, König'a-Hasenbäumer'a 1%-īgas citronskābes metode un Lemmermann'a un Sigmond'a fōsforskābes noteikšanas metodes. Starptautiskās augsnes pētnieku biedrības otrā komisija ieteic minētās ķīmiskās metodes kā labākās lietot un pārbaudīt¹⁾. Autora nolūks, reizē ar jaunu labāku ķīmisku metožu izstrādāšanas pētījumiem pārbaudīt arī augšā minētās metodes un noskaidrot to pielietojamību Latvijas augsnām.

Kontrolējot ķīmiskās metodes ar augu fizioloģisko augsnes analīzi, rodas jautājums, cik lielā mērā varam uz šo kontroles līdzekli paļauties. Pēdējos gados izdarītie pētījumi rāda, ka augšanas faktoru darbības likums ir tikai pirmais tuvinājums īstenībai. Barības vielas darbības vērtība C un barības vielas vienības var atkarībā no pārējiem augšanas faktoriem vienā vai otrā virzienā mainīties. Prof. Mitscherlich'a metode patiesībā tā tad noteic tikai augsnes barības vielu fizioloģisko efektu. Tā kā fizioloģiskais efekts var mainīties atkarībā no pārējiem augšanas apstākļiem un augu sugas, tad aplēsumu ceļā vien pēc fizioloģiskā efekta nevar spriest par aktīviem augiem viegli izmantojamiem barības vielu daudzumiem augsnā. Aplēsumu ceļā iegūstam tikai vidējus efektīvus barības

¹⁾ Verhandl. d. II. Kommission d. Intern. Bodenk. Gesellschaft. 1929.

vielu lielumus, kas var atšķirties no aktīviem, darbīgiem barības vielu daudzumiem. Saskanošus rezultātus varēs iegūt tikai tad, kad būs noskaidroti apstākļi, kā mainās barības vielu fizioloģiskais efekts atkarībā no pārējiem augšanas faktoriem.

Pareizākus rezultātus, domājams, dod prof. Wiessmann'a metode, jo tā noteic augiem viegli izmantojamos barības vielu daudzumus augsnā, salīdzinot katrreiz iegūto fizioloģisko efektu ar līdzīgu fizioloģisku efektu, ko dod zināms augiem viegli izmantojamas barības vielas daudzums. Pēc būtības prof. Wiessmann'a metode noteic aktīvos barības vielu daudzumus augsnā. Jautājums tikai tas, cik lielā mērā kvarca smiltis noteikts barības vielas fizioloģiskais efekts līdzvērtīgs barības vielas fizioloģiskam efektam augsnā, jo augsnai citas fiziskas, bioloģiskas un ķīmiskas īpašības nekā kvarca smiltij. Šīnī jautājumā vajadzīgi vēl tālāki pētījumi.

Tā kā pagaidām citas labākas metodes nav, kas noteic augsnā atrodošos aktīvos un efektīvos barības vielu daudzumus, tad Mitscherlich'a un Wiessmann'a metodes ņemtas par pamatu izdarītiem metožu salīdzināšanas un jaunu ķīmisku paņēmieni izstrādāšanas pētījumiem.

Pētījumi aprobežotas telpas un citu apstākļu dēļ aprakstīti konceptīvi un darbs zināmā mērā uzskatāms par iepriekšēju ziņojumu. Šī iemesla dēļ publicētie dati pagaidām nav sīki iztirzāti, bet atzīmētas tikai no rezultātiem izrietošās galvenās atziņas un slēdzieni.

1. Fōsforskābes noteikšana.

Kopfōsforskābes saturs Latvijas augsnās. Pēc kopfōsforskābes satura vien nevar noteikt mēslošanas vajadzību. Visas līdzšinējās normas ir maz derīgas. Parasti dabiskie, sevišķi kristalliskie fōsfāti augiem grūti izmantojami. Vieglāk izmantojami un ar lielāku efektīvu vērtību ir ar mēslošanu uzkrātie augsnas fōsfāti, kā arī tie, kas radušies, organiskām vielām sadēdot labvēlīgos apstākļos. Ziņas par Latvijas augsnu kopfōsforskābes saturu atrodas prof. Thoms'a analizēs, kas pētījis bijušo muižu augsnas²⁾. Šie dati zināmā mērā tomēr vienpusīgi un nedod jēdzienu par fōsforskābes saturu zemnieku augsnās. Bijušo muižu tirumiem vecāka kultūra,

²⁾ Prof. G. Thoms Wertschätzung der Ackererden. Mittheil. II. 1893.

tie auglīgāki un vairāk iemēsloji, nekā zemnieku tīrumi, kas bieži vēl tikai priekš 60—70 g. ierīkoti uz nekultivētām augsnām. Minēto iemeslu dēļ, domājams, zemnieku tīruma augsnas kopfōsforskābes saturs ziņā visumā nabadzīgākas, nekā bijušo muižu, tagadējo jaun-saimnieku tīrumu augsnas. Salīdzināšanas dēļ autors noteicis 50 kopfōsforskābes daudzumus zemnieku tīrumu augsnās. Iegūtie rezultāti tiešām apstiprina sacīto (sk. 1. tabulu).

1. tabula.

Kopfōsforskābes saturs Latvijas augsnās.
Der Gesamtposphorsäuregehalt in Böden Lettlands.

Kurzeme, 117 paraugi. Pēc Thoms'a					Latvija, 52 paraugi. L. Ū. Lauks. ķīmijas laboratorija			
P ₂ O ₅ ‰	Virskārtas		Apakškārtas		Virskārtas		Apakškārtas	
	Skaitis	‰	Skaitis	‰	Skaitis	‰	Skaitis	‰
< 0,05	6	5	25	21,5	9	17,5	9	39
0,05—0,10	52	45	68	58	34	65	13	57
0,10—0,15	36	31	19	16	9	17,5	1	4
0,15—0,20	17	14	4	3,5				
0,20—0,25	3	2,5	1	1,0				
0,25—0,30	3	2,5						

No muižu augsnām Kurzemē pēc Thoms'a 50% satur kopfōsforskābi virskārtās zem 0,10‰; zemnieku tīrumu augsnas, kā tas redzams no iegūtajiem datiem, turpretī 82,5% no izmeklētā paraugu skaita.

Pētījot kopfōsforskābes un augiem viegli izmantojamās fōsforskābes saturu augsnās, redzams, ka apdzīvotu vietu un ēku tuvumā fōsforskābes saturs augsnās lielāks, nekā augsnās, kas atrodas tālāk no apdzīvotām vietām³⁾. Apdzīvotu vietu tuvumā augsnas parasti tiek labāk mēslojamas un uz tīrumiem izmesti dažādi saimniecības atkritumi. Tāpēc apdzīvotās vietās kopfōsforskābes saturs augsnās pastāvīgi pieaug, jo fōsforskābe maz izskalojama. Jo ilgāk kāda vieta apdzīvota, jo lielāks fōsforskābes saturs augsnā. Veco latviešu pilskalnu augsnas satur līdz 0,5 fōsforskābi. Piemēram:

³⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenkunde. A. 14, lpp. 127.

Āraišu pilskalns	pH 7,75. P ₂ O ₅ — 0,252%
Kokneses pilskalns	pH 7,80. P ₂ O ₅ — 0,396%
Sāruma pilskalns	pH 7,14. P ₂ O ₅ — 0,481%

Arī sakņu dārzu augsnas, kas pie mums parasti katru gadu tiek mēslotas ar kūstmēsliem, satur nereti 0,14—0,20 un vairāk % kopfōsforskābes. Piemēram:

L. Beltes sakņu dārzs	0,173% P ₂ O ₅
Vecmelbāržu dārzs	0,195% P ₂ O ₅
Vecmelbāržu dārzs	0,146% P ₂ O ₅

Jāatzīmē, ka kopfōsforskābes saturs sakņu dārzu augsnās dažos gadījumos ne visai ilgā laikā divkārtšojies, pat trīskārtšojies. Minētais L. Beltes sakņu dārzs, kas tikai 70 g. vecs, satur 0,173% P₂O₅, turpretī pārējie apkārtējie tīrumi tikai 0,05—0,06% P₂O₅. L. Beltes saimniecībā ir vieta, kur priekš 70 g. bijis dārzs, kas pārvērstis tīrumā. Izpētījot tīrumā pārvērstā dārza augsnu pēc prof. Mitscherlich'a metodes, izrādījās, ka augsna uz fōsforskābi nereaģē, bet 15 cm bieza virskārta satur vēl 820 kg/ha augiem viegli izmantojamas, efektīvas fōsforskābes. Arī kopfōsforskābes saturs liels, salīdzinot ar apkārtējām augsnām — 0,127% P₂O₅. Sacītais rāda, ka ar mēslošanu uzkrātā fōsforskābe augiem viegli izmantojama un ka dažas mūsu sakņu dārzu augsnas ļoti bagātas fōsforskābes ziņā un tām kādu laiku pat nav vajadzīgs fōsforskābes mēslojums.

pH nozīme, noteicot fōsforskābes saturu vājos skābju izvilkumos. Fōsforskābe baziskās augsnās galvenā kārtā tiek ķīmiski saistīta ar kalciju un magniju, bet skābās ar dzelzi un alumīniju un atrodas ūdenī grūti šķīstošos savienojumos. Daļu no fōsforskābes uzņem mikroorganismi un pārvērš organiskos fōsforskābes savienojumos — fōsfātidos, kas augiem samērā labi izmantojami. Augu saknes un mikroorganismi, izelpodami ogļskābi un izdalīdami organiskas skābes, šķīdina grūti šķīstošos fōsfātus un padara tos augiem izmantojamus. Šī iemesla dēļ augiem viegli izmantojamas fōsforskābes noteikšanai augsnā visbiežāk lieto vājus dažādu skābju izvilkumus. Līdz šim augsnu kādu noteiktu laiku skaloja ar zināmas koncentrācijas skābi, piem. 1 vai 2%-īgu un iegūtā izvilkumā noteica atšķīdušo fōsforskābi. Šādā kārtā iegūtie fōsforskābes daudzumi nav salīdzināmi savā starpā, jo skābes koncentrāciju mazina

augsnā atrodošās bāzes. Dažādās augsnās dažāds bažu saturs. Tāpēc šādā veidā iegūtiem skābes izvilkumiem dažāds beigu skābums, resp. dažāda ūdeņraža koncentrācija — pH. Apstrādājot augsnu ar skābi, apmaiņas bāzes ātri pāriet šķīdumā un skābes koncentrācija vājos izvilkumos no sākuma mainās ļoti ātri⁴⁾. Šķīdumā rodas vāji disociēta fōsforskābe un stipri disociēti sāļi, kas ar tās pašas skābes anioniem pēc masu darbības likuma mazina skābes disociāciju, resp. pH un rada buferētus šķīdumus. Šim apstāklim liela nozīme pie div- un trīsvērtīgām skābēm, sevišķi pie vāji disociētām un stipri buferētām organiskām skābēm, piem. etiķskābes, citronskābes u. t. t. Noteicot skābes izvilkumos fōsforskābi, pareizākus salīdzināmus rezultātus iegūst, ja skābes daudzumus piemēro augsnas buferspējai un fōsforskābi noteic izvilkumos, kuriem vienāds beigu-pH. Šo apstākli agrākās metodes nav ievērojušas. Vienīgi Sigmond's, noteicot augiem izmantojamo fōsforskābi, jau agrāk ir ņēmis vērā ar titrēšanu noteiktu augsnas baziskumu. Šī metode autoram kļuva pazīstama tikai pēc tās publicēšanas Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde⁵⁾. Sīkāk metodes vēribu apskatīšu, novērtējot iegūtos metožu salīdzināšanas rezultātus.

Izstrādājot piemērotu augiem viegli izmantojamās fōsforskābes noteikšanas metodi, svarīgs skābes iedarbības laiks, skābes raksturs, stiprums, šķīduma daudzums, maisīšanas veids, augsnas mitruma stāvoklis u. t. t. Visderīgāka metode, kas īsā laikā dod labus, lietojamus rezultātus, nav sarežģīta un dārga, kas piemērota masu noteikšanām. Izdarot pētījumus, autors šo viedokli arvienu ievērojis.

No maniem agrāk izdarītiem pētījumiem redzams, ka labus rezultātus iegūst ar vienvērtīgām vāji buferētām resp. stipri disociētām minerālskābēm, piem. ar sālsskābi un slāpekļa skābi, nekā ar stipri buferētām organiskām skābēm, piem. trīsvērtīgo citronskābi⁶⁾. Bez tam citronskābe ar alumīnija, dzelzs un kalciņa fōsfātiem dod viegli šķīstošus komplekssavienojumus, kas nenotiek ar minerālskābēm. Strādājot ar citronskābi, rezultāti atkarīgi lielā mērā arī no augsnas mitruma stāvokļa. No gaissausas augsnas citronskābē atšķīst vairāk fōsforskābes, nekā no mitras. Tas izskaidrojams ar dzelzs, alumīnija un citu koloidu pārmaiņām pie izžūšanas, ar virsmas samazināšanos

⁴⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 9, 169.

⁵⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 13, 284.

⁶⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 11, S. 115.

un, domājams, arī trūda un citu aizsargkolloīdu ietekmes izbeigšanas izžūstot. Šo iemeslu dēļ pareizāk strādāt ar vidēji mitrām augsnām, kas nav zaudējušas savu dabisko struktūru un kuņas var puslīdz labi sijāt caur 2 vai 3 mm sietu. Uz lauka, kā zināms, augsnas, izņemot plānu virsējo kārtiņu, reti kad izžūst līdz gaissausam stāvoklim.

Augsnas buferespējas un P_2O_5 šķīstamības atkarība no skābes. Augsnas dažādi buferētas pret vien-, div- un trīsvērtīgām skābēm. Vienvērtīgas skābes dod vienkāršāku buferlikni kā div- un trīsvērtīgas. Iedarbojoties uz augsnām ar div- un trīsvērtīgām skābēm, rodas skābie sāļi, kuņiem mazāka ūdeņražaīonu koncentrācija kā skābei. Tāpēc augsnas stiprāk buferētas pret div- un trīsvērtīgām skābēm, nekā pret līdzīga stipruma vienvērtīgām skābēm. Zināma nozīme ir arī skābes aniōna adsorbīcijai no augsnas. Jautājums vēl sarežģītāks, ja lieto skābes, kas ar augsnas sastāvdaļām dod kompleksvienojumus.

Lai jautājumu mazliet noskaidrotu, izdarīts izmēģinājums ar trim augsnām, lietojot pazīstamākās vāji buferētas minerālskābes: sāls-, slāpekļ- un sērskābi. Izmēģinājuma metodika: laiks 1 stunda; augsnas/šķīduma attiecība 1:10, pēc katrām piecām minūtēm pudeles trīs reizes ar roku saskalotas. Jāaizrāda, ka tāda paša metodika lietota arī rakstā turpmāk publicētiem pētījumiem, ja nav sevišķa norādījuma. Iegūtos izvilkumos pēc filtrēšanas noteikts pH un dažos arī fōsforskābe, lai noskaidrotu, cik lielā mērā šīs skābes, it sevišķi sērskābe, derīga augiem viegli izmantojamās fōsforskābes noteikšanai. Ar sērskābi tīri metodisku iemeslu dēļ līdz šim maz strādāts. Pēdējā laikā, kad plaši sāk lietot kolorimetriskās fōsforskābes noteikšanas metodes, šis jautājums kļūst svarīgs. Ja šķīdumā nitrāta vai chlōriōna koncentrācija lielāka par 0,01 n, molibdenziluma kolorimetriskās fōsforskābes noteikšanas metodes rezultāti tiek ietekmēti⁷⁾. Sērskābe turpretī molibdenziluma metodes rezultātus mazāk traucē. Tas pamudināja autoru noskaidrot, cik lielā mērā sērskābe lietojama augiem viegli izmantojamās fōsforskābes noteikšanai. Iegūtie rezultāti redzami 2. tabulā un 1. grafikā. Kā indikātors lietots metiloranžs.

Tabulā sakopotie rezultāti tiešām rāda, ka augsna pret sērskābi, kā to teorētiski varēja paredzēt, stiprāk buferēta, nekā pret sāls- un slāpekļskābēm. Tas viens iemesls, kamdēļ sērskābes sāļi augiem

⁷⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 16, S. 155.

2. tabula.

Augsnas buferspējas un P_2O_5 šķīstamības atkarība no skābes.
*Die Abhängigkeit der Pufferungsvermögen des Bodens und P_2O_5
 Löslichkeit von angewandter Säure.*

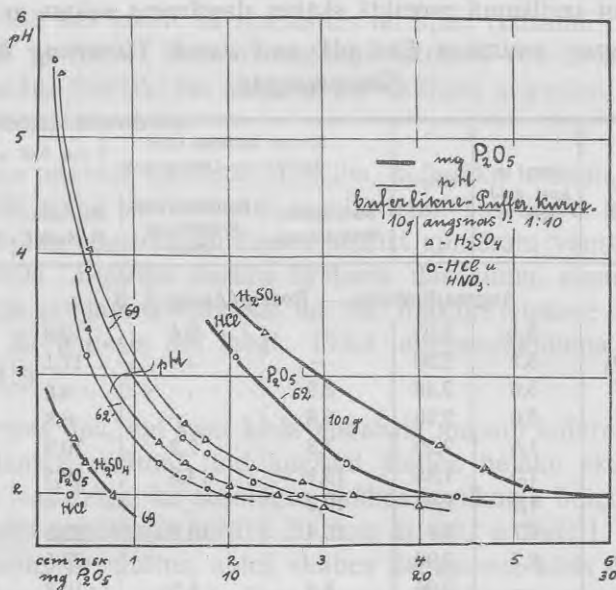
Augsnas Nr.	ccm n skābes uz 10 g augšnas	HCl 1:10			HNO ₃ 1:10			H ₂ SO ₄ 1:10		
		Beigu pH	10ccm šķīd. ccm 0,01 n NaOH	P ₂ O ₅ mg	Beigu pH	10ccm šķīd. ccm 0,01 n NaOH	P ₂ O ₅ mg	Beigu pH	10ccm šķīd. ccm 0,01 n NaOH	P ₂ O ₅ mg
77	0,50	2,71	.	0,2	2,70	.	0,2	2,83	.	0,6
	1,25	2,10	.	1,2	2,10	.	1,1	2,24	.	2,0
	1,50	2,03	.	.	2,03	.	.	2,14	.	.
	1,75	2,00	12,0	1,6	1,99	12,4	1,7	2,04	13,8	.
	2,00	1,95	.	1,8	1,93	.	1,8	1,98	.	3,8
62	0,20	.	.	.	.	.	.	5,78	.	.
	0,50	3,17	.	10,2	3,15	.	10,5	3,39	.	12,1
	1,25	2,26	6,0	16,5	2,25	6,0	17,0	2,41	.	21,2
	1,50	2,15	.	.	2,15	.	.	2,25	7,8	23,5
	1,75	2,05	.	.	2,03	.	.	2,15	.	.
	2,00	2,00	12,4	22,0	1,98	13,0	21,0	2,06	.	25,7
	2,50	.	.	.	.	.	.	2,00	16,6	31,0
69	0,25	.	.	.	.	.	.	5,50	.	.
	0,50	3,86	.	zīmes	3,83	.	zīmes	4,03	.	zīmes
	1,50	2,47	.	.	2,45	.	.	2,59	.	1,2
	1,75	2,37	.	.	2,34	.	.	2,44	.	1,8
	2,25	2,12	.	.	2,12	.	.	2,25	.	2,2
	2,75	2,00	13,4	1,8	2,00	13,6	1,9	2,16	.	.
	3,30	.	.	.	.	.	.	2,00	18,1	3,8
	4,00	.	.	.	.	.	.	1,92	27,6	.

mazāk kaitīgi, nekā sālsskābes sāļi. No izvilkumos atšķīdušiem fōsforskābes daudzumiem redzams, ka pie vienāda beigu-pH sērskābes izvilkumos atšķīst vairāk fōsforskābes, nekā sāls- un slāpekļskābes izvilkumos. Šim apstāklim, liekas, ir zināms sakars ar prof. N. Prjanišņikova novēroto parādību, ka sērskābajam ammonijam klātesot, dabiskos fōsfātus augi labāk izmanto⁸⁾.

No 2. tabulā ievietotiem un citiem izdarītiem izmēģinājumiem var secināt, ka sērskābe derīga augiem viegli izmantojamās fōsfor-

⁸⁾ N. Prjanišņikov. Die Düngerlehre. 1923, S. 286.

skābes noteikšanai augsnā. Salīdzinot Mitscherlich'a metodi ar sērskābes izvilkumos iegūtajiem fōsforskābes daudzumiem, redzams, ka rezultāti samērā labi saskan, ja fōsforskābi nosaka sērskābes izvilkumos ar beigu pH 2,25. Šādu izvilkumu pH noteikšanai samērā ērti var lietot 0,01 n buferētu sāļsskābi ar pH 2,03, ko lieto augsnas skābuma noteikšanai. Šī paņēmiens lietderību autors noskaidrojis ar vairākām augsnām. Pirms rezultātu iztirzāšanas un novērtēšanas, īsumā jāapskata vēl daži jautājumi, kas svarīgi, noteicot fōsforskābi skābju izvilkumos.



1. zīm.

Kā aplēst skābes daudzumu, lai izvilkumos sasniegtu beigu pH 2,00 resp. 2,25? Skābes daudzumu, kāds vajadzīgs, lai sasniegtu vēlamu beigu pH izvilkumā, var noteikt pēc buferlīknes, kas iegūta līdzīgos strādāšanas apstākļos, mainot izvilkumos skābes daudzumu. Šāds noteikšanas veids samērā garš un maz piemērots masu analīzei. Dabiski rodas vajadzība pēc vienkāršāka paņēmiens. Vai, strādājot ar vāji buferētām minerālskābēm, vajadzīgos skābes daudzumus, lai sasniegtu vēlamu beigu pH, nevar aplēst pēc kaut kāda viena izvilkuma skābuma, kas noteikts ar titrē-

šanu? Prof. Sigmond's, kā zināms, augsnas baziskumu noteic titrējot. Protams, nevar strādāt, kā to dara Sigmond's, dažādos apstākļos, nevienādā temperatūrā, skābes iedarbības laikā un pie augsnas šķīduma attiecības⁹⁾). Vispirms vajadzēja noskaidrot, kāds sakars izvilkuma beigu pH ar titrējot noteiktu skābes saturu izvilkumā un kāds indikātors derīgāks skābo augsnas izvilkumu titrēšanai. Izdarīto pētījumu rezultāti sakopoti 3. tabulā.

3. tabula.

Titrējot izvilkumā noteiktā skābes daudzuma sakars ar pH.
Zusammenhang zwischen End-pH und durch Titrierung bestimmten Säuremengen.

Augsna Boden №№	Skābe Säure	Apm. sk. Aust.-azid. ccm Y ₁	Beigu End-pH	20 ccm šķīduma izliet. Auf 20 ccm Lösung gebr. } ccm 0,02 n NaOH			
				Metiloranžs Methylorange	Bromkres. zaļš Bromkresol- grün	Metilsark. Methylrot	Fenoltal. Phenolphthalein
Augsna/šķīdums — Boden/Lösung 1 : 5							
44	HCl	3,1	2,05	—	9,4	12,9	.
44	HNO ₃	3,1	2,00	—	—	17,1	.
41	HCl	3,6	2,48	3,9	.	4,8	5,2
41	HCl	3,6	2,20	6,6	.	6,8	8,6
37	HCl	1,5	2,20	7,3	7,2	10,9	.
37	HCl	1,5	1,85	15,1	14,8	19,5	.
47	HCl	1,0	2,03	10,3	.	.	14,6
35	HCl	0,7	2,01	16,4	16,8	22,5	24,7
35	HNO ₃	0,7	2,00	.	.	23,5	25,1
50	HCl	—	2,06	8,4	8,5	10,8	11,3
52	HCl	—	2,00	10,2	—	11,6	12,2
Augsna/šķīdums 1 : 40							
44	HNO ₃	3,1	2,01	10,4	.	.	.
35	HNO ₃	0,7	2,01	12,0	.	.	.
41	HNO ₃	3,6	2,03	10,7	.	.	.
77	HNO ₃	3,2	2,02	11,3	.	12,4	12,7
70	HNO ₃	2,4	2,01	11,7	.	12,7	13,3
62	HNO ₃	—	2,01	13,0	.	13,6	14,2
63	HNO ₃	—	2,01	10,2	.	10,8	11,2
75	HNO ₃	—	2,02	11,4	.	11,8	12,1

⁹⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 16, S. 155.

Ja apm. 0,01 n sāls- vai slāpekļskābes, kurām pH ap 2,00, titrē ar 0,02 n NaOH sārnu, uz katriem 20 ccm skābes iziet 10,2—10,3 ccm sārma. Titrējot iegūtos skābos buferētos augsnas izvilkumus, rezultāti citādi, tie lielākā mērā atkarīgi no lietotā indikatora, nekā titrējot tīru skābi. Ar pH labāk saskanošus rezultātus iegūst, ja titrē ar metiloranžu līdz oranždzeltānam, vai ar bromkresolzaļu līdz zaļai krāsai. Tad skābes saturs izvilkumos pie beigu pH 2,00 svārstās no 10,0—16,0 ccm 0,02 n NaOH uz 20 ccm izvilkuma. Ar fenolftaleīnu tiek iegūti vēl lielāki rezultāti, jo tiek titrētas līdz arī atšķīdušās vājās organiskās skābes un izvilkumos atšķīdušie resp. izmainītie alumīnijs un dzelzs iōni, kas izkrīt kā nogulsnes un kļūst redzami. Jāaizrāda, ka alumīnijs un dzelzs iōni arī nedaudz ietekmē rezultātus, ja titrē ar metiloranžu. Sevišķi tas sakāms par skābām augsnām, kas satur daudz apmaiņas alumīnijs.

Jo šaurāka augsnas šķīduma attiecība, jo lielāku ietekmi dzelzs un alumīnijs iōni atstāj uz titrēšanas rezultātiem. Tas tāpēc, ka izvilkumos no vienāda augsnas daudzuma atšķīst apmēram vienāds alumīnijs daudzums. Lietojot lielāku šķīduma daudzumu, alumīnijs iōnu koncentrācija izvilkumā mazāka, un tie mazāk ietekmē titrēšanas rezultātus. Šī iemesla dēļ labāk lietot augsnas/šķīduma attiecību 1:10 nekā 1:5.

Ja augsnas tipa, vai kaut kāda apgabala augsnu buferespējas pret skābi daudz maz zināmas, tad augsnai pieliek lielāko skābes daudzumu, kas vajadzīgs, lai sasniegtu skābes izvilkumā beigu pH 2,00. Pēc izvilkuma iegūšanas notitrē 20 ccm ar 0,02 n NaOH, un ņemot vērā titrēšanas rezultātus, apleš skābes daudzumu, kāds vajadzīgs, lai iegūtu beigu pH 2,00. Ja lieto augsnas/šķīduma attiecību 1:10, sāls- un slāpekļskābēm var pieņemt, ka beigu pH 2,00 sasniegšanai uz katriem 20 ccm izvilkuma vidēji izlieto 11,5 ccm 0,02 n NaOH. Titrējot izlietoti piem. 16 ccm 0,02 n NaOH. Lai pagatavotu izvilkumu, kuram beigu pH 2,00, jāņem 16—11,5=4,5 ccm 0,02 n NaOH, resp. 0,45 ccm n skābes uz katriem 10 g augsnas mazāk, nekā lietots pirmā izvilkuma pagatavošanai. Ja augsnai lielāks apmaiņas skābums, tad vēl par attiecīgo daļu mazāk, cik 10 g augsnas satur apmaiņas skābumu. Piemēram, ja augsnas apmaiņas skābums $y_1 = 2,5$ ccm, tad jāņem vēl $2,5:5=0,5$ ccm 0,1 n = 0,05 ccm n skābes mazāk. 4. tabula rāda, ka šādā ceļā var saīsināt izvilkumu pagatavošanu.

4. tabula.

Skābes daudzuma aplēšana, lai sasniegtu beigu pH 2,00 vai 2,25.
Die Berechnung der nötigen Säuremengen zur Erreichung des End-pH 2,00 oder 2,25.

10 g augšnas 10 g Bodens	ccm n skābes ccm n Säure	Uz 20 ccm šķīd. izliet. ccm 0,02 n NaOH Auf 20 ccm Lösung gebr. ccm 0,02 n NaOH	Beigu pH End-pH	Skābes daudzuma aplēšana <i>Die Berechnung der Säuremenge</i>
Augsna / šķīdums — Boden / Lösung 1 : 5 HCl				
44	0,68	7,2	2,20	} $11,5 - 7,2 = 4,3 : 2 = 2,15 = 0,215$ $0,68 + 0,215 + 0,06 = \mathbf{0,96}$ ccm n HCl
44	1,00	12,3	2,00	
47	0,68	8,1	2,13	} $11,5 - 8,1 = 3,4 : 2 = 1,7 = 0,17$ $0,68 + 0,17 + 0,02 = \mathbf{0,87}$ ccm n HCl
47	0,85	10,3	2,03	
1 : 10 . HNO ₃				
53	2,00	14,2	.	} $14,2 - 11,5 = 2,7 = 0,27$ $2,00 - 0,27 = \mathbf{1,73}$ ccm n HNO ₃
53	1,70	.	2,01	
70	2,35	17,1	.	} $17,1 - 11,5 = 5,6 = 0,56 - 0,05 = 0,51$ $2,35 - 0,51 = \mathbf{1,84}$ ccm n HNO ₃
70	1,85	.	1,99	
82	2,00	13,4	2,01	} $23,0 - 11,5 = 11,5 = 1,15$ $3,00 - 1,15 = \mathbf{1,85}$ ccm n HNO ₃
82	3,00	23,0	.	
83	2,20	12,2	2,00	} $19,3 - 11,5 = 7,8 = 0,78$ $3,00 - 0,78 = \mathbf{2,22}$ ccm n HNO ₃
83	3,00	19,3	.	
84	2,60	11,7	2,01	} $15,2 - 11,5 = 3,7 = 0,37$ $3,00 - 0,37 = \mathbf{2,63}$ ccm n HNO ₃
84	3,00	15,2	.	
85	2,30	11,5	2,03	} $17,5 - 11,5 = 6,0 = 0,6$ $3,00 - 0,6 = \mathbf{2,40}$ ccm n HNO ₃
85	3,00	17,5	.	
1 : 10 . H ₂ SO ₄				
62	1,90	11,8	2,04	} $11,8 - 7,5 = 4,3 = 0,43$ $1,90 - 0,43 = \mathbf{1,47}$ ccm n H ₂ SO ₄
62	1,50	7,8	2,25	
69	3,30	18,1	2,00	} $18,1 - 7,5 = 10,6 = 1,06$ $3,30 - 1,06 = \mathbf{2,24}$ ccm n H ₂ SO ₄
69	2,25	.	2,25	
77	2,00	13,8	1,98	} $13,8 - 7,5 = 6,3 = 0,63 + 0,06 = 0,69$ $2,00 - 0,69 = \mathbf{1,31}$ ccm n H ₂ SO ₄
77	1,25	.	2,24	
72	1,83	11,1	2,04	} $11,1 - 7,5 = 3,6 = 0,36$ $1,83 - 0,36 = \mathbf{1,47}$ ccm n H ₂ SO ₄
72	1,50	.	2,18	

Lai iegūtu izvilkumos beigu-pH 2,00, visos gadījumos, varbūt, 11,5 ccm lietošana aplēsumos nedos vēlamos rezultātus, un šis daudzums būs jāmaina atkarībā no augsnas tipa. Tomēr saīsinātā paņēmiena lietošana ļoti atvieglinās metodes pielietošanu masu analīzei. Ja gatavo sērskābes izvilkumus, tad pie beigu-pH 2,20—2,25, aplēsumi izdarāmi, pieņemot, ka pie tik liela beigu pH vidējais titrēšanas skābums uz 20 ccm izvilkuma ir 7,5 ccm 0,02 n NaOH.

Fōsforskābes kolorimetriskās noteikšanas iespēja minerālskābju izvilkumos. Gravimetriskā fōsforskābes noteikšana pēc Lorenz'a izmaksā dārgi un maz piemērota masu analīzei. Lētākas un ātrāk izdarāmas fōsforskābes kolorimetriskās noteikšanas metodes. No tām ievēribu pelnī O. Arrhenius'a izstrādātā molibdenziluma fōsforskābes noteikšanas metode¹⁰⁾. Kā tas no 5. tabulas redzams, šī metode jāatzīst fōsforskābes noteikšanai sāls-, slāpekļ- un sērskābes izvilkumos par praktiski pietiekoši labu, jo rezultāti labi saskan ar Lorenz'a gravimetrisko fōsforskābes noteikšanas metodi.

Noteicot fōsforskābi pēc Arrhenius'a sāls- vai slāpekļskābes izvilkumos, jāņem vērā, lai nitrāta vai chlōriōna koncentrācija šķīdumā nebūtu lielāka par 0,01 n. Tāpēc, atkarībā no bažu satura augsnā, ņem 50 vai 25 un pat mazāk ccm izvilkuma, kurus ar reaģentiem un destillētu ūdeni uzpilda līdz 100 ccm. Ja augsnas izvilkumam dzeltāna krāsa un tas satur organiskas vielas, tad pirms reaģentu pielikšanas tās oksidē ar vajadzīgo daudzumu 0,10 n permangānāta. Permangānāta pārākumu atkrāso ar ekvivalentu oksālskābes daudzumu. Izvilkumiem pieliek reaģentus, uzpilda ar ūdeni līdz 100 ccm, atstāj istabas temperatūrā 20—24 stundas stāvēt, pēc kam nokrāsas salīdzina ar tai pašā laikā pagatavotu paraugšķīdumu skālu.

Metožu salīdzināšanas pētījumi. Lai noskaidrotu dažādu ķīmisku paņēmienu lietderīgumu un piemērotību augiem viegli izmantojamās fōsforskābes noteikšanai, izdarīti sāls-, slāpekļ- un sērskābes izvilkumi no vairākām augsnām. Pārbaudīts arī 1%-īgā neitrāla ammonija citrāta noderīgums augiem viegli izmantojamās efektīvās fōsforskābes noteikšanai. Pētījumi izdarīti ar mitrām un gaissausām augsnām, jo no agrāk izdarītiem pētījumiem bija zināms, ka ammonija citrātā no gaissausām augsnām atšķīst vairāk fōsforskābes, nekā no mitrām.

¹⁰⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 14, S. 185.

5. tabula.

P_2O_5 noteikšanas salīdzināšana pēc Lorenz'a un Arrhenius'a metodēm.
Vergleich zwischen P_2O_5 -Mengen bestimmten nach den Methoden von Lorenz und Arrhenius.

	Pēc Lorenz'a Nach Lorenz mg P_2O_5	Pēc Arrhenius'a Nach Arrhenius mg P_2O_5		Pēc Lorenz'a Nach Lorenz mg P_2O_5	Pēc Arrhenius'a Nach Arrhenius mg P_2O_5
	HNO ₃				
1	0,4	0,5	23	7,0	6,4
2	0,5	0,4	24	7,9	7,4
3	0,8	0,5	25	8,3	8,4
4	0,8	0,6	26	8,5	8,8
5	0,9	0,9	27	9,0	8,7
6	1,0	1,0	28	10,2	9,8
7	1,1	1,0	29	12,0	10,8
8	1,1	1,0	30	13,2	12,6
9	1,2	1,2	31	27,6	26,0
10	1,3	1,3	32	29,8	30,3
11	1,4	1,2	33	78,6	80,0
12	1,4	1,3	34	168,8	168,0
13	2,0	1,8			
14	2,2	2,2		HCl	
15	2,2	2,6	35	1,7	1,6
16	3,0	2,7	36	15,6	16,5
17	3,2	3,0	37	21,4	22,0
18	3,5	3,3			
19	3,8	3,7		H ₂ SO ₄	
20	3,8	3,9	38	3,9	3,8
21	6,4	5,9	39	21,2	23,0
22	7,0	6,5	40	29,9	31,0

Vispusīgākai novērtēšanai iegūtie rezultāti salīdzināti ar Mitscherlich'a, Wiessmann'a, Neubauer'a, König'a-Hasenbäumer'a un Sigmond'a metodēm. Jāpiezīmē, ka metodes lietotas pēc Starptautiskās augsnes pētnieku biedrības pieņemtiem priekšrakstiem¹¹⁾. 1%-īgas citronskābes izvilkums pēc König'a un Hasenbäumer'a metodes pirmā dienā skalots divas stundas, otrā dienā vienu stundu. Sigmond'a

¹¹⁾ Metodes aprakstītas: 1) Verhandl. d. II. Kommission d. Int. Bodenk. Gesellschaft 17, 1929, un 2) P. Kulitans, K. Krūmiņš un K. Bamberg — Lauksaimniecības analīze I. augsna. 1930.

metodes rezultāti, lai tos labāk varētu salīdzināt ar manis lietoto ķīmisko metožu un paņēmieni rezultātiem, noteikti izvilkomos, kam beigu-pH 2,00. Visi rezultāti pārlēsti milligrammos uz 100 g absolūti sausas augsnas, jo tikai tā tos iespējams salīdzināt savā starpā un kvalitatīvi un kvantitatīvi novērtēt. Vairāk kā puse no fōsforskābes noteikšanām izdarīta pēc Lorenz'a metodes, un tikai pēc Arrhenius'a kolorimetriskās fōsforskābes noteikšanas metodes pārbaudīšanas, fōsforskābe noteikta kolorimetriski. Iegūtie rezultāti sakopoti 6. tabulā.

Novērtējot salīdzinošo pētījumu rezultātus, vispirms rodas jautājums, kādu mērauklu lietot, ar kādu metodi salīdzināt pārējos rezultātus. Ievadā minēto iemeslu dēļ rezultāti salīdzināti ar prof. Mitscherlich'a, Wiessmann'a, un pa daļai Neubauer'a augu fizioloģiskām metodēm. Noskaidrojot jautājumu, cik prof. Mitscherlich'a un Wiessmann'a metodes derīgas augiem viegli izmantojamās resp. aktīvās fōsforskābes noteikšanai, pārbaudīts, kāds sakars aplēstiem efektīviem fōsforskābes daudzumiem ar augos uzņemtiem daudzumiem. Analizējot ar fōsforskābi nemēsloto Mitscherlich'a trauku ražas un no iegūtiem rezultātiem atņemot akla smilts izmēģinājuma ražā uzņemtos fōsforskābes daudzumus, varam aplēst, cik augi uzņēmuši no augsnas fōsforskābi. Šādu analīžu dati sakopoti 7. tabulā.

Iegūtie rezultāti rāda, ka augi Mitscherlich'a traukos uzņem 32—94% no aplēstiem efektīviem augsnas fōsforskābes daudzumiem. Redzam, ka pie liela mēslojuma augi Mitscherlich'a traukos daudz pilnīgāk izmanto un uzņem augsnas fōsforskābi nekā parastos apstākļos uz lauka. 7. tabulā sakopotie rezultāti bez tam rāda, ka pēc Mitscherlich'a aplēstie fōsforskābes daudzumi derīgi kā pamats salīdzināšanai ar citām metodēm. Tas pats sakāms par Wiessmann'a metodi. Par pēdējo vēl maz rezultātu, lai varētu pilnīgi droši spriest. Arī literātūrā sastopamie pētījumu rezultāti rāda, ka fōsforskābes darbības vērtība c un barības vielas vienība mazāk svārstās kā kalijam. Fōsforskābes darbības vērtība pēc Wiessmann'a pētījumiem nedaudz lielāka ($c=2,509$), nekā to atradis Mitscherlich's ($c=1,95$ traukos)¹²⁾. Kā pēc Wiessmann'a metodes tiek atrasti mazāki daudzumi augiem viegli izmantojamas fōsforskābes augsnā, nekā pēc Mitscherlich'a metodes, to rāda arī L. Ū. Lauksaimn. ķīmijas labōrātōrijā iegūtie dati, kā tas no 6. tabulas redzams. Var būt, ka patiesie

¹²⁾ Verhandl. d. IV. Kommission d. Intern. Bodenk. Gesellsch. 1930.

Augsna Boden №	pH ūd. izv. In wässrer. Aufschl.	Apm. skāb. Anstauschazid. Y.	Hidrol. skāb. Hidrol. azid. n Ca(CH ₃ COO) ₂ y1	Kop-P ₂ O ₅ Gesamt-mg	Pec Mitscherlich'a Nach Mitscherlich mg P ₂ O ₅	Pec Wiessmann'a Nach Wiessmann mg P ₂ O ₅	Pec Neubauer'a Nach Neubauer mg P ₂ O ₅	1% -īga citronskābe 1% -īge Zitronensäure nach König	
								Beigu- End-pH	mg P ₂ O ₅
41	4,86	3,6	24,2	59	.	.	3,8	2,28	26,4
43	5,38	3,2	15,6	30	.	.	1,6	2,40	5,8
77	5,25	3,2	12,1	49	2,6	1,6	.	2,35	10,3
44	4,80	3,1	14,2	33	0,1	.	1,3	2,38	9,8
60	4,90	3,0	13,9	60	1,9	1,2	2,1	2,30	10,0
61	5,11	.	.	.	1,6	1,0	.	2,33	10,8
45	4,89	2,4	20,4	66	2,5	.	5,4	2,40	24,8
70	5,67	2,4	11,7	74	2,8	1,9	2,4	2,32	15,3
38	5,60	2,0	13,2	.	st. reag.	.	0,9	2,41	9,6
66	5,35	2,0	12,1	56	6,1	4,6	6,6	2,38	27,4
74	5,15	1,7	10,9	59	3,8	2,6	.	2,34	14,7
42	5,48	.	16,0	27	.	.	0,2	2,42	11,4
37	5,88	1,5	13,4	53	st. reag.	.	1,6	2,45	11,4
36	5,71	1,4	14,1	45	0,4	.	3,2	2,40	12,7
46	5,44	1,2	13,5	63	3,2	.	3,2	2,48	15,7
65	5,35	1,2	10,9	42	2,3	1,6	1,0	2,36	7,4
47	5,65	1,0	12,2	67	0,2	.	3,3	2,35	14,3
35	5,89	0,7	15,9	126	12,3	.	5,4	2,52	41,1
68	5,48	0,7	9,4	68	2,1	1,4	.	2,40	11,2
55	6,14	0,5	11,2	76	st. reag.	.	.	.	.
55	6,14	0,5	11,2	76	1,8	.	2,1	2,45	17,6
48	6,54	0,3	10,5	59	st. reag.	.	2,2	2,55	8,8
49	6,17	0,10	11,5	128	5,7	.	5,2	2,52	21,5
50	6,06	.	10,6	53	2,4	.	3,6	2,42	19,2
72	5,83	.	9,9	88	2,0	1,3	.	2,41	15,2
69	5,60	.	9,4	86	1,6	1,0	0,6	2,41	14,0
51	6,45	.	8,8	82	.	.	4,2	2,48	9,3
32	6,66	.	8,7	54	st. reag.	.	2,7	.	.

Augsna Boden №	pH ūd. izv. in wāss. Aufschl.	Apm. skāb. Austauschaz. y ₁	Hidrol. skāb. Hidrolitazid y ₁	Kop. Gesamt-P ₂ O ₅ mg	Pēc Mitscherlich'a Nach Mitscherlich mg P ₂ O ₅	Pēc Wiessmann'a Nach Wiessmann mg P ₂ O ₅	Pēc Neubauer'a Nach Neubauer mg P ₂ O ₅	1 ⁰ / ₀ -īga citronskābe 1 ⁰ / ₀ -īge Zitronensäure nach König	
								Beigu- End- pH	mg P ₂ O ₅
52	6,48	.	8,2	53	st. reag.	.	1,0	2,42	9,6
53	6,17	.	8,1	58	st. reag.	.	0,7	2,49	11,3
54	6,40	.	7,3	49	st. reag.	.	1,0	2,55	12,3
7	6,33	.	6,3	.	2,1	.	1,2	2,52	8,9
73	6,04	.	5,1	102	11,6	7,5	2,1	2,34	34,4
75	6,92	.	3,9	51	2,7	1,9	2,0	2,32	10,7
4	6,43	.	3,9	89	51,7	.	10,2	2,55	32,8
5	7,53	.	3,6	131	40,1	.	8,4	2,59	54,2
56	6,73	.	3,2	46	st. reag.	.	3,0	2,54	9,8
62	6,49	.	3,2	127	41,5	31,1	6,5	2,37	51,2
6	7,43	.	2,5	76	16,9	.	3,8	2,62	18,9
63	7,30	.	1,8	96	6,0	3,5	3,4	2,71	16,4
64	7,55	CO ₂ 0/0	1,1	92	2,9	1,9	2,9	2,77	15,1
30	7,80	0,88	2,5	88	.	.	.	2,88	15,1
81	7,36	0,10	.	83	st. reag.	.	0,8	2,73	11,8
57	7,76	0,10	.	82	st. reag.	.	.	.	.
58	8,01	0,32	.	51	st. reag.	.	2,9	2,92	12,6
15	7,80	0,37	.	396	78,1	.	.	2,97	217,2
18	8,03	0,56	.	246	49,1	.	7,0	3,11	119,2
16	7,80	0,58	.	336	61,4	.	13,1	3,14	219,8
80	8,20	0,68	.	63	1,0	0,7	0,8	.	.
19	8,13	0,87	.	62	1,5	.	2,3	.	.
82	8,30	0,90	.	96	.	.	3,2	3,32	16,4
17	8,10	1,32	.	137	22,9	.	.	.	.
59	8,55	4,50	.	74	.	.	1,2	3,66	3,7
79	.	8,70	.	80	7,2	3,7	0,9	.	.
78	.	9,10	.	63	0,1	0,1	1,1	.	.

aktīvie P_2O_5 lielumi atrodas vidū starp abiem metožu rezultātiem. Paturēsim labāk vienmēr vērā, ka efektīvie augsnes fōsforskābes daudzumi nav īstēnie aktīvās fōsforskābes daudzumi, bet tikai relatīvas salīdzināšanas un mērīšanas rezultāti. To rāda arī augos uzņemtie fōsforskābes daudzumi (7. tabula).

7. tabula.

Mitscherlich'a traukos no augsnes augos uzņemtais P_2O_5 daudzums.
In Mitscherlichs Gefäßen von den Pflanzen aufgenommenen
 P_2O_5 -Mengen.

Augsna № Boden №	pH H_2O izv. in Aufschl.	Apm. skāb. Aust- azid. γ ₁	Pēc Mitscher- lich'a Nach Mitscherlich mg P_2O_5	Pēc Wiess- mann'a Nach Wiess- mann mg P_2O_5	Augi uzņēm. no 100 g augsnas Von Pflanzen aus 100 g Boden aufgen.		Efekt. P_2O_5 izmant. Ausnutz. d. efekt. P_2O_5	
					Saknes Wurzeln mg P_2O_5	Graudi + salmi Korn+Stroh mg P_2O_5	Pēc Mitscherlich'a Nach Mitscherlich ‰	Pēc Wiessmann'a Nach Wiessmann ‰
66	5,35	2,00	6,1	4,6	0,4	5,7	93*)	124
46	5,44	1,20	3,2	.	.	3,0	94	.
35	5,89	0,70	12,3	.	.	8,2	67	.
49	6,17	0,10	5,7	.	.	5,2	91	.
69	5,60	—	1,6	1,0	0,4	1,2	75	120
7	6,33	—	2,1	.	.	1,4	67	.
4	6,43	—	51,7	.	.	22,0	43	.
62	6,49	—	41,4	31,1	2,0	13,2	32	42
75	6,92	—	2,7	2,0	0,1	1,9	70	95
63	7,30	—	6,0	3,5	0,2	3,2	53	91
6	7,43	—	16,9	.	.	7,3	44	.
64	7,55	CO_2 ‰	2,9	1,9	0,2	1,8	62	95
18	8,03	0,56	49,1	.	.	25,9	53	.
15	7,80	0,37	78,1	.	.	44,9	58	.
19	8,13	0,87	1,5	.	.	0,8	53	.

*) Aplēšanai lietots fōsforskābes saturs graudos un salmos.

Metožu salīdzināšanas pētījumu rezultātus varam novērtēt no kvalitatīvā un kvantitatīvā viedokļa. Vispirms novērtēsim rezultātus kvalitatīvi. Kādam aktīvam fōsforskābes daudzumam jābūt augsnā augu rīcībā, lai tie uz fōsforskābes mēslojumu ne reaģētu? Pēc prof. Mitscherlich'a augu rīcībā uz lauka jābūt 300 kg/ha P_2O_5 ¹⁸). Ņemot aplēsumiem par pamatu prof. Wiessmann'a noteikto

¹⁸) Prof. E. A. Mitscherlich, Bestimmung d. Düngerbedürfnisses d. Bodens. III. Aufl. 1930, lpp. 72.

fōsforskābes $c = 2,509$, 240 kg/ha P_2O_5 , dotu tādu pašu efektu ražas ziņā, kā 300 kg/ha P_2O_5 pēc Mitscherlich'a. Pēdējo skaitli, t. i. 240 kg/ha P_2O_5 , ņemsim par pamatu rezultātu kvalitatīvai novērtēšanai.

Ja augsna 15 cm biežā virskārtā ar vidēju tilpumsvaru 1,25 satur 240 kg/ha P_2O_5 , tad 100 g augsnas satur 12 mg P_2O_5 . Uz lauka jāņem vērā arī apakškārta, kas pēc Mitscherlich'a vidēji satur tikpat daudz augiem viegli izmantojamas barības vielas kā virskārta. Lai mēslojums uz lauka nereaģētu uz fōsforskābi, virskārtai tā tad jā satur tikai 120 kg/ha P_2O_5 , resp. 6 mg P_2O_5 100 g augsnas. Krasi pieturēties pie šī skaitļa kā noteiktas robežas tomēr nevarēsim, jo apakškārtas pēc manā rīcībā esošiem datiem daudzreiz uzrāda lielāku viegli izmantojamās fōsforskābes saturu, nekā virskārtas. Šo un citu iemeslu dēļ lietderīgi lietot grupu, par kuŗu jautāts, vai mēslojums uz fōsforskābi reaģēs, vai ne. Pēc esošiem novērojumiem tāda grupa būtu no 4—6 mg P_2O_5 100 g augsnas. Pie labībām šie skaitļi saskan ar prof. Neubauer'a metodes robežskaitļiem. Paturēsim tos arī kā mērauklu, novērtējot manis lietoto ķīmisko paņēmienu rezultātus.

Novērtējot 1%-īgā citronskābē pēc König'a-Hasenbäumer'a metodes atšķīdušos fōsforskābes daudzumus, redzam, ka tie daudz lielāki, nekā aplēstie efektīvie augsnas fōsforskābes daudzumi. Šā iemesla dēļ pieturēsimies pie König'a lietotiem empiriskiem robežskaitļiem. Ja no 100 g augsnas 1%-īgā citronskābē atšķīst:

- 1) vairāk par 25 mg P_2O_5 — mēslojums nereaģēs,
- 2) no 20—25 mg P_2O_5 — rezultāti nenoteikti un
- 3) mazāk par 20 mg P_2O_5 — mēslojums reaģē.

Līdzīgi 1%-īgā citronskābē šķīstošos P_2O_5 daudzumus novērtē arī prof. Lemmermann's, kas ņem vēl vērā P_2O_5 relatīvo šķīstamību, t. i. cik % no kopfōsforskābes dod 1%-īgā citronskābē šķīstošā fōsforskābe. Ja fōsforskābes relatīvā šķīstamība lielāka par 25%, fōsforskābes mēslojums nereaģēs, ja mazāka par 20%, mēslojums reaģē.

Sigmond'a metodei, atkarībā no augsnas baziskuma, noteikti pa grupām šādi robežskaitļi¹⁴⁾:

¹⁴⁾ Verhandl. d. II. Kommission d. Intern. Bodenk. Gesellschaft. A. 1929.

Grupa	Baziskums ccm n HNO ₃ 100 g augsnas	Šķīstošie P ₂ O ₅ daudzumi mg	
		Vidējie	Maksimālie
1.	15—22	5,5	6
2.	22—45	13	30
3.	45—70	27,6	45
4.	70—300	36,4	60
5.	> 300	49,1	70

Ja augsna satur mazāk par grupā vidēji uzrādītiem fōsforskābes daudzumiem, fōsforskābes mēslojums reaģē, no vidēji uzrādītiem līdz maksim. — rezultāti nenoteikti. Vispārīgi Sigmond'a robežskaitļi ļoti nenoteikti, jo Sigmond's paskaidro, ka nevar noteikti pateikt, vai fōsforskābes mēslojums reaģēs, vai ne, ja augsna satur vairāk par maksimāliem fōsforskābes daudzumiem grupās, bet mazāk par 75 mg P₂O₅.

Metožu kvalitatīvais novērtējums un saskaņa ar prof. Mitscherlich'a metodi atrodama 8. tabulā. Jāpiezīmē, ka rezultāti pēc Bam-

8. tabula.

Fōsforskābes noteikšanas metožu kvalitatīvais novērtējums.
Die qualitative Bewertung der P₂O₅ Bestimmungsmethoden.

Metode Methode	Reaģē Reagiert < 4 mg	Nenoteikti Fraglich 4—6 mg	Nereāģē Reagiert nicht > 6 mg	Augsnu skaits Zahl d. Böden
Mitscherlich'a }	27	1	11	39
Neubauer'a }	30	3	6	39
Mitscherlich'a }	29	1	13	43
Bamberg'a }	30	2	11	43
Mitscherlich'a }	27	1	11	39
Kōnig'a }	< 20 mg 28	20—25 mg 2	> 25 mg 9	39
Mitscherlich'a }	< 4 mg 25	4—6 mg 1	> 6 mg 11	37
Lemmaann'a }	< 20% 14	20—25% 8	> 25% 15	37
Mitscherlich'a }	< 4 mg 23	4—6 mg 1	> 6 mg 10	34
Sigmond'a }	< 6 < 45 mg 16	6—45 mg 16	> 75 2	34

berga metodes novērtēti karbonātus nesaturošām augsnām ar HCl vai HNO₃, bet kalija karbonātus saturošām augsnām ar ammonija citrāta metodi. Par ammonija citrāta derīgumu karbonātus saturošām augsnām runāsim drusku vēlāk.

Vislabāk kvalitatīvi, kā tas no 8. tabulas redzams, saskan Mitscherlich'a un Bamberga metodes, kas, ja salīdzina uz mēslojumu reaģējošo augsnu skaitu, dod saskaņu līdz 97%. Tikpat labi saskan König'a un Mitscherlich'a metodes. Lietojamus rezultātus dod arī Neubauer'a metode — saskaņa 90%. Latvijas augsnām maz piemērota prof. Sigmund'a metode, vismazāk tās robežskaitļu grupas. Maz derīga Latvijas augsnām arī relatīvā fōsforskābes šķīstamība, jo kopfōsforskābes saturs augsnām parasti mazāks par 0,10% P₂O₅. Ka tādos gadījumos relatīva fōsforskābes šķīstamība nedod labus rezultātus, to atzīst arī prof. Lemmerman's.

Apskatīsim tagad metožu lietderīgumu un saskaņu ar prof. Mitscherlich'a metodes aplēstiem efektīviem fōsforskābes daudzumiem kvantitatīvā nozīmē.

1%-īgā citronskābe pēc König'a, kā to jau aizrādīju, dod pavisam cita lieluma fōsforskābes rezultātus kā Mitscherlich'a vai Wiessmann'a metodes. Pat kvalitatīvi novērtējot König'a metodi, nesaķaņas sastopamas skābām augsnām. Dažas skābas augsnas, piem. Nr. 41 un 45, rāda, ka fōsforskābes mēslojums nav vajadzīgs, kaut gan patiesībā tās uz mēslojumu reaģē. Tas saprotams, jo citronskābe labi šķīdina skābās augsnās atrodošos dzelzs un alumīnija fōsfātus. Kā no 6. tabulas rezultātiem redzams, beigu pH 1%-īgas citronskābes izvilkumos svārstās no 2,28—3,66. Prof. Lemmermann'a apgalvojums, ka beigu pH 1%-īgas citronskābes izvilkumos svārstās vidēji no 2,7—2,8, derīgs tikai labi buferētām, neitrālām, karbonātus nesaturošām augsnām¹⁵⁾. Kā beigu pH 1%-īgas citronskābes izvilkumos ļoti svārstās, to pēdējā laikā atradis arī E. Hoffmann's¹⁶⁾. Nevienāda beigu pH dēļ, rezultātus grūti pat salīdzināt savā starpā. Uzrādīto iemeslu dēļ 1%-īgā citronskābē šķīstošie fōsforskābes daudzumi neder augiem viegli izmantojamās fōsforskābes kvantitatīvai raksturošanai. Tāpat maz derīgi ir relatīvie koeficienti, kuŗus lieto König's, noteicot, kādu daļu no 1%-īgā citronskābē šķīstošās fōsforskābes izmanto augi.

¹⁵⁾ Verhandl. d. II. Komm. d. Intern. Bodenk. Gesellsch. A. 1929.

¹⁶⁾ Landw. Jahrbücher 72, S. 791.

1%-īga neutrāla amonija citrāta izvilkumi no karbonātus nesaturošām augsnām, salīdzinot ar Mitscherlich'a metodi, arī nedod labus, kvantitatīvā ziņā lietojamus rezultātus. Rezultāti bez tam atkarīgi no augsnas mitruma stāvokļa un reakcijas. No gaissausām augsnām, sevišķi skābām, atšķīst daudz vairāk fōsforskābes kā no mitrām un neutrālām augsnām. Ammoniju citrāts tāpat šķīdina un dod komplekssavienojums ar dzelzs un alumīnija fōsfātiem, tikai mazākā mērā kā citronskābe. Tas redzams no maniem agrākiem pētījumiem¹⁷⁾. Labākus rezultātus kvantitatīvā nozīmē amoniju citrāts dod ar kalcija karbonātus saturošām augsnām, jo tanis fōsforskābe saistīta galvenā kārtā ar kalciju.

Jau kādā agrāk publicētā darbā aizrādīju, ka kalcija karbonātus saturošām augsnām grūtāk pielietot skābju izvilkumus, jo karbonātu šķīdināšanai jālieto lieks skābes daudzums, kas reizē ar karbonātiem šķīdina arī fōsfātus. Šā iemesla dēļ, varbūt, lietderīgi piemērot skābju izvilkumu beigu-pH viegli šķīstošo karbonātu saturam augsnā, iedalot augsnas noteiktās grupās. Dažādu iemeslu dēļ pētījumi šinī virzienā nav vēl izdarīti.

Lietojot amonija citrātu, jāņem vērā, ka arī citrāta koncentrācija jāpiemēro kalcija karbonātu saturam augsnā, jo viegli šķīstošie karbonāta daudzumi mazina pēc masu darbības likuma kalcija fōsfātu šķīstamību amonija citrātā. Līdz šim izdarītie pētījumi ar dažādām amoniju citrāta koncentrācijām rāda (sk. 9. tabulu), ka iegūst zināmā mērā kvantitatīvā nozīmē lietojamus rezultātus, ja lieto augsnas šķīduma attiecību 1:5, strādājot ar sekojošām citrāta koncentrācijām:

Ca-karb. saturs augsnā <i>Ca-karbonatgehalt</i> % CO ₂	Ammonija citrāta koncentrācija <i>Konzentr. d. Ammoniumzitrates</i> %
0,1— 1,0	2,0
1,0— 5,0	2,5
5,0—10,0	3,0

Liekas, ka vēl labākus rezultātus iegūst, ja amoniju citrāta izvilkumiem lieto augsnas/šķīduma attiecību 1:7,5. Šinī virzienā ar karbonātu saturošām augsnām vajadzīgi vēl tālāki pētījumi.

¹⁷⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 11, S. 124.

No izmēģinātām skābēm pie beigu-pH 2,00, sāls- un slāpekļskābes dod apmēram vienādus rezultātus. Abas šīs skābes vienvērtīgas un tiek augsnā maz adsorbētas. Novērtējot augsnas/šķīduma attiecības ietekmi uz rezultātiem, redzam, ka pie vienstundīga skalošanas laika, augiem viegli izmantojamās fōsforskābes noteikšanai der augsnas/šķīduma attiecība no 1:5 līdz 1:10. Attiecība 1:10 dod kvantitatīvā ziņā labus rezultātus. Starpība starp abiem paņēmieniem tomēr nav liela. Tikai pie lielākā efektīvās fōsforskābes satura, augsnā skābēs atšķīst mazāki daudzumi, nekā noteikts pēc Mitscherlich'a metodes. Pēdējā gadījumā skābē šķīstošie fōsforskābes daudzumi labāk saskan ar Wiessmann'a metodes rezultātiem un augos uzņemtiem fōsforskābes daudzumiem.

9. tabula.

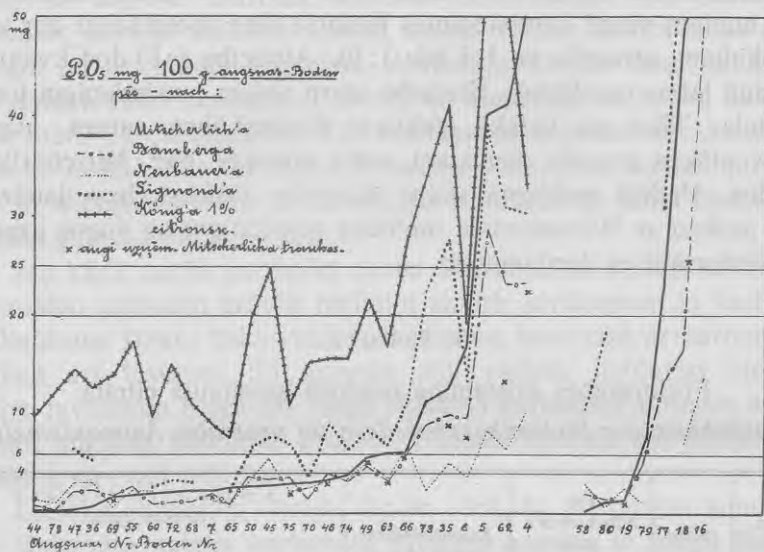
Fōsforskābes šķīstamība neutrālā amonija citrātā.

Die Löslichkeit der Bodenphosphorsäure im neutralen Ammoniumzitat.

Augsna Boden №	CO ₂ %	Pēc Mitscherlich'a Nach Mitscherlich mg P ₂ O ₅	Augsna/šķīdums Boden/Lösung	A m m o n i j a c i t r ā t s Ammon.-zitat				
				1% ₀ -īgs mg P ₂ O ₅	2% ₀ -īgs mg P ₂ O ₅	3% ₀ -īgs mg P ₂ O ₅	4% ₀ -īgs mg P ₂ O ₅	5% ₀ -īgs mg P ₂ O ₅
15	0,37	78,1	1:5	31,4	69,7	—	—	—
18	0,56	49,1	1:5	.	16,4	.	30,4	.
16	0,58	61,4	1:5	.	49,5	.	70,2	.
16	0,58	61,4	1:10	.	108,0	.	162,0	.
80	0,68	1,0	1:5	0,9	1,4	1,6	.	2,1
80	0,68	1,0	1:10	.	2,1	2,5	.	3,0
19	0,87	1,5	1:5	1,4	1,6	.	.	.
17	1,32	22,9	1:5	7,3	11,3	14,1	15,9	.
17	1,32	22,9	1:10	.	21,2	26,0	.	.
59	4,50	1,5	1:5	1,2	1,4	1,6	.	.
79	8,10	7,2	1:5	1,5	3,6	5,7	7,7	.
79	8,10	7,2	1:10	.	9,2	12,0	14,0	.

Lietojot augsnas/šķīduma attiecību 1:40 un ilgāku darbības laiku (atstājot pa nakti), kā tas ir Sigmond'a metodei, izvilkumos atšķīst no karbonātus nesaturošām augsnām apmēram divreiz vairāk fōsforskābes, nekā 1 stundā pie attiecības 1:10. No karbonātus saturošām augsnām pēc Sigmond'a metodes tiek iegūti vēl lielāki fōsfātskābes

rezultāti. Kvantitatīvā nozīmē Sigmond'a metodes rezultāti nesaskan ar efektīviem fōsforskābes daudzumiem pēc Mitscherlich'a (sk. 2. zīm.).



2. zīm.

Sērskābe, lietojot augsnes/šķīduma attiecību 1:10, dod pie izvilkuma beigu-pH 2,25—2,30 ar Mitscherlich'a metodi arī kvantitatīvā ziņā samērā saskanošus rezultātus.

Neubauer'a metode, kā tas jau agrāk aizrādīts, dod ar fōsforskābes ziņā nabagām augsnām apmēram tos pašus rezultātus kā skābju izvilkumi ar beigu-pH 2,00. Pie lielāka fōsforskābes satura augsnā Neubauer'a skaitļi daudz mazāki, nekā pēc Mitscherlich'a vai Wiessmann'a metodēm aplēstie efektīvie fōsforskābes daudzumi augsnā. No fōsforskābes ziņā bagātām augsnām rudzu asni Neubauer'a trauciņos uzņem pat daudz mazāk fōsforskābes, nekā tas notiek Mitscherlich'a traukos (6. un 7. tabula). Tas saprotams, jo Neubauer'a trauciņos asni aug tikai 17 dienas, bet Mitscherlich'a traukos veselu veģetācijas periodu. Neubauer'a metodes sliktums vēl tas, ka kalija un fōsforskābes rezultāti tiek iegūti kā starpība, kas bieži niecīga, salīdzinot ar aklā smiltis izmēģinājuma rezultātiem (20—25 mg P_2O_5 vai K_2O). Šā iemesla dēļ Neubauer'a fōsforskābes rezultāti, pat samērā

prēcīgi strādājot, nelielu fizioloģisku traucējumu dēļ, mazāk droši un vairāk svārstās, nekā ķīmiskās metodes rezultāti.

Iegūtie rezultāti un 2. zīmējums pietiekoši skaidri rāda, ka manis lietotā ķīmiskā metode dod iespēju apmēram tikpat labi kvalitatīvi un kvantitatīvi noteikt un novērtēt augiem viegli izmantojamās, resp. efektīvos augsnes fōsforskābes daudzumus, kā ilgstošās un sarežģītās augu fizioloģiskās trauku metodes. Bez tam noteikšanas ātri izdarāmas un izmaksā lēti, ne vairāk kā Ls 2,0 katra noteikšana. Turpretī pēc Neubauer'a un Mitscherlich'a metodēm, kalija un fōsforskābes noteikšana pēc Vācijā pieņemtās analīžu takses vislabākā gadījumā maksā Ls 25—30, resp. Ls 12—15 atsevišķa noteikšana. Pārējās augiem viegli izmantojamās fōsforskābes ķīmiskās noteikšanas metodes, kā tas jau aizrādīts, nedod kvantitatīvā ziņā labus, lietojamus rezultātus.

2. Kalija noteikšana.

Augiem viegli izmantojamais kalijš saistīts augsnēs galvenā kārtā adsorbīvi. Arī mēslojuma veidā doto kaliju augsne saista adsorbīvi. Augsnes kalija silikāti ūdenī grūti šķīst, un augi, kaut gan sistematiski, tomēr izmanto tos lēni un mazākā mērā, nekā adsorbīvi saistīto kaliju. No kalija silikātiem tikai dažī, piem. vizlas, nefelīns u. c. augiem vieglāk izmantojami. Augsnes silikātu izmantojamība atkarīga no augsnes reakcijas. Maz pārveidotās neutrālās vai kaļķu karbonātus saturošās augsnēs kaliju silikāti tiek labāk izmantoti, nekā skābās, stipri pārveidotās augsnēs. Tas pats pa daļai sakāms arī par adsorbīvi saistītā kalija izmantošanu.

Kādu daļu no adsorbīvi saistītā kalija augi izmanto, kas atkarīgs no augu sugas, augsnes fiziskām īpašībām, reakcijas, kaļķa un nātrija satura, kā arī pārējiem augsnes substrātā atrodamiem iōniem un viņu antagonisma parādībām. Jau tas apstākļis vien, ka kalija darbības vērtība c mainās atkarībā no nātrija klātbūtnes, rāda, ka pēc Mitscherlich'a metodes aplēstie efektīvie kalija daudzumi var svārstīties. Cik lielā mērā nātrijs ietekmē kalija efektīvo vērtību, par to tiek izteiktas dažādas domas. Mitscherlich's atradis, ka nātrija klātbūtnē kali-

jam trīsreiz lielāks augu fizioloģisks efekts, nekā bez natrija. Wiessmann's, Noack's un citi šim uzskatam nepiekrīt, jo izdarītie eksperimentālie pētījumi rāda, ka natrijs daudz mazākā mērā ietekmē kalija fizioloģisko efektu, nekā to atradis Mitscherlich's¹⁸⁾). Liekas, ka natrija ietekme uz kalija efektīvo vērtību atkarīga no pārējo ionu klātbūtnes un antagōnisma: reizēm tas parādās, reizēm trūkst. Sacītāis rāda, ka noteikt augiem viegli izmantojamās kalija daudzums augsnā ir grūtāks uzdevums nekā fōsforskābes noteikšana. Grūtāks šis uzdevums tāpēc, ka viegli izmantojamā kalija fizioloģiskais efekts, atkarībā no pārējiem augšanas apstākļiem, var lielākā mērā svārstīties nekā fōsforskābei. Neiztirzājot tuvāk minētos jautājumus, noskaidrosim, cik lielā mērā pazīstamākās augiem viegli izmantojamā kalija noteikšanas metodes derīgas un kādu saskaņu tās dod ar Mitscherlich'a metodes aplēstiem efektīviem kalija daudzumiem.

Metozu salīdzināšanas pētījumi. No metodēm, kas noteic augiem viegli izmantojamo kaliju, izdarīti salīdzināšanas pētījumi ar Mitscherlich'a, Neubauer'a, König'a-Hasenbäumer'a un Sigmond'a metodēm. Lai rezultātus varētu labāk salīdzināt, tie, tāpat kā fōsforskābei, pārlēsti mg uz 100 g absolūti sausas augsnas. Pētījumu rezultāti sakopoti 10. tabulā.

Lai noskaidrotu, kādu daļu no augsnas apmaiņas kalija augi izmanto un kāda sakarība apmaiņas kalijam ar Mitscherlich'a metodes aplēstiem efektīviem kalija daudzumiem, augsnās noteikts apmaiņas kalijs. Šim nolūkam 20 g augsnas uz filtra izmazgāti ar 500 ccm 0,5 n ammonija acetāta un izvilkumā noteikts atšķīdušais kalijs. No agrāk izdarītiem pētījumiem¹⁹⁾ redzams, ka galvenais apmaiņas kalija daudzums pāriet šķīdumā, ja augsnu vienreizēji apstrādā ar 2%-īgu vai 1%-īgu ammonija acetātu pat pie augsnas/šķīduma attiecības 1:5! Tā kā apmaiņas kalija noteikšanai vajadzīgs ilgāks laiks, noskaidrots, cik lielā mērā derīgs 2%-īgā — vai 1%-īgā ammonija acetātā atšķīdušais, izmainītais kalijs augiem viegli izmantojamā kalija noteikšanai augsnā. Noskaidrots arī jautājums, cik lielā mērā skābēs pie 2,00 pH atšķīdušais kalijs derīgs augiem viegli izmantojamā kalija noteikšanai. Vispirms iegūtos rezultātus novērtēsim atkal kvalitatīvi. Pēc Mitscherlich'a, ja augu rīcībā uz lauka ir

¹⁸⁾ Die Ernährung d. Pflanze 1929.

¹⁹⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 14, S. 177.

300 kg/ha K_2O , augiem kalija mēslojums nav vajadzīgs. Tā kā uz lauka apakškārta pēc Mitscherlich'a satur vidēji tikpat daudz kalija kā virškārta, virškārtai jā satur tikai 150 kg/ha K_2O . Uz 100 g augsnas tas ir 7,5 mg K_2O . Ņemot vērā, ka kalija fizioloģiskais efekts var svārstīties, lietderīgi, tāpat kā fōsforskābei — lietot grupu ar nenoteiktiem rezultātiem. Kalijam tā būtu 7—10 mg K_2O , jeb 300—400 kg/ha K_2O uz lauka. Šī grupa lietderīga un attaisnojama, jo arī pēc Wiessmann'a atzinuma uz lauka augu ricībā jābūt 400 kg/ha H_2O , lai augi būtu pilnīgi ar kaliju nodrošināti²⁰).

Pēc Neubauer'a, lai mēslojums uz lauka nereaģētu, augsnas virskārtām, atkarībā no labības auga, jā satur 14—20 mg K_2O 100 g abs. sausas augsnas²¹). Zīmīgi, ka Neubauer'a robežskaitļi taisni divreiz lielāki kā augstāk aplēstie kalija daudzumi pēc Mitscherlich'a. Tas arī saprotams, jo Neubauer's neņem vērā apakškārtas ietekmi, bet reizina iegūtos kalija rezultātus ar sevišķiem izmantojamības koeficientiem, lai tos varētu lietot uz lauka. Ja ņem vērā apakškārtu, robežskaitļi divreiz mazāki un saskan ar augšā pieņemtiem lielumiem.

Lai mēslojums uz lauka nereaģētu, 1%-īgā citronskābē pēc König'a metodes jāatšķīst no augsnas virskārtas 15 mg K_2O . Tas ir lielums, kas puslīdz saskan ar Neubauer'a un Mitscherlich'a metožu skaitļiem. Tāpēc bez König'a metodei parastā novērtēšanas veida, kalija rezultāti novērtēti, arī lietojot robežskaitļus 7—10 mg K_2O .

No 10. tabulā ievietotiem skābes izvilkumos ar beigu pH 2,00 šķīstošiem kalija daudzumiem redzams, ka pēc lieluma tie parasti nedaudz atšķiras no Mitscherlich'a un Neubauer'a skaitļiem. Tikai ļoti mālainām neutrālām augsnām skābē šķīstošie kalija daudzumi mazāki, nekā Mitscherlich'a un Neubauer'a metožu rezultāti. Novērtējot skābē pie beigu pH 2,00 šķīstošos kalija daudzumus, tāpēc lietojam robežskaitļus 7—10 mg K_2O . 2%-īgā ammonija acetātā šķīstošie kalija daudzumi parasti nedaudz lielāki, nekā skābē pie 2,00 pH šķīstošie kalija daudzumi. Sevišķi no ļoti mālainām augsnām 2%-īgā ammonija acetātā atšķīst vairāk kalija, nekā skābes izvilkumos pie 2,00 pH un 1%-īgā citronskābe pēc König'a. Tāpēc 2%-īgā ammonija acetātā šķīstošā kalija kvalitatīvai novērtēšanai lietoti nedaudz lielāki robežskaitļi — 8—12 mg K_2O .

²⁰) Verhandl. d. IV. Kommission d. Int. Bodenk. Gesellschaft 1930.

²¹) Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenkunde. B. 1929, lpp. 219.

Augsnas № Bodēt. №	Augsnas mēchaniskais sastāvs Mechan. Zusammens.	pH H ₂ O uzduļķ. pH in H ₂ O Aufschl.	Apmāinas skābums Austauschazid. y ₁	Hidrolit. skābums Hidrol. Azidit. y ₁	Apmāinas K ₂ O Austausch mgK ₂ O	Pēc Neubauer'a Nach Neubauer mgK ₂ O	Apmāinas K ₂ O izmant. Ausnutzung %	Pēc Mitscherlich'a Nach Mitscherlich mgK ₂ O	Apmāinas K ₂ O izmant. Ausnutzung %
39	S	4,87	5,10	19,2	6,4	1,2	19	—	—
41	S	4,86	3,60	24,2	3,9	1,8	46	—	—
43	S	5,38	3,20	15,6	5,8	4,0	69	—	—
73	mS	5,25	3,20	12,1	—	—	—	7,4	—
44	mS	4,80	3,10	14,2	9,8	6,2	63	5,0	51
60	S	4,90	3,00	13,9	12,2	6,8	56	11,5	95
61	S	5,11	—	—	—	—	—	7,1	—
45	hS	4,89	2,40	20,4	—	7,9	—	3,0	—
70	mS	5,67	2,40	11,7	6,4	4,1	64	3,1	44
38	S	5,60	2,00	13,2	12,5	6,7	54	2,7	22
66	mS	5,35	2,00	12,1	45,8	44,3	97	19,1	42
74	mS	5,15	1,70	10,9	18,0	—	—	25,5	142
42	S	5,48	—	16,0	—	2,7	—	—	—
37	mS	5,88	1,50	13,4	11,5	7,5	65	3,7	32
36	mS	5,71	1,40	14,1	17,8	12,8	74	10,5	59
46	mS	5,44	1,20	13,5	11,6	10,8	93	9,4	81
65	sM	5,35	1,20	10,9	14,8	12,5	84	9,7	66
47	S	5,65	1,00	12,2	11,8	8,5	72	11,7	99
35	S	5,89	0,70	15,9	15,4	8,9	58	7,0	45
68	mS	5,48	0,70	9,4	15,4	—	—	15,3	101
55	mS	6,14	0,50	11,2	19,3	15,4	80	18,1	94
55	mS	6,14	0,50	11,2	19,3	—	—	5,0	27
48	sM	5,54	—	10,5	23,5	20,1	86	18,0	77
49	mS	6,17	—	11,5	11,6	12,8	110	7,5	66
34	hM	6,62	—	21,2	42,6	33,8	79	—	—
33	M	6,70	—	13,6	32,4	29,4	91	—	—
50	mS	6,06	—	10,6	18,0	16,7	93	6,0	33
72	S	5,83	—	9,9	10,7	—	—	5,5	51
69	hS	5,60	—	9,4	10,0	4,6	51	3,7	37
51	sM	6,45	—	8,8	23,2	22,3	96	—	—

bula.

1 ^o / _o -īga citronskābe Nach König-Hasenb. in 1 ^o / _o -iger Zittr.-Säure		Pēc Sigmond'a Nach Sigmond		2 ^o / _o -īga ammon. acet. In 2 ^o / _o -iger Ammon- acet. mgK ₂ O	1 ^o / _o -īga ammon. acet. In 1 ^o / _o -iger Ammon- acet. mgK ₂ O	Skābes izv. Sāure-Auszug pH 2,00 1 : 5 mgK ₂ O	Skābes izv. Sāure-Auszug pH 2,00 1 : 10 mgK ₂ O	№
Beigu pH End-pH	mgK ₂ O	Baziskums Basizität pH 2,00 n HNO ₃ ccm	mgK ₂ O					
—	—	—	—	—	—	—	—	39
2,28	1,7	—	—	1,4	1,2	0,8	—	41
2,40	5,3	—	—	5,3	5,3	—	—	43
2,35	8,4	7,8	9,8	8,7	—	—	9,1	73
2,38	8,8	—	—	8,2	8,0	5,8	—	44
2,30	8,9	8,0	12,2	10,3	—	—	9,2	60
2,33	11,6	—	—	—	—	—	10,8	61
2,40	9,7	—	—	—	8,8	—	—	45
2,32	6,2	8,8	6,9	6,2	—	—	5,4	70
2,41	7,9	—	—	10,3	9,8	4,1	—	38
2,38	35,9	9,2	43,6	38,9	—	—	37,1	66
2,34	11,8	8,8	16,3	14,5	—	—	13,8	74
2,42	4,5	—	—	3,8	3,7	4,1	—	42
2,45	7,5	12,2	12,8	9,5	9,3	7,6	—	37
2,40	12,4	—	—	15,6	13,7	—	—	36
2,48	10,5	—	—	10,5	9,6	7,5	—	46
2,36	10,3	—	—	13,1	—	—	11,6	65
2,35	9,2	—	—	9,9	9,6	10,3	—	47
2,52	11,7	9,5	15,2	—	13,1	8,8	—	35
2,40	11,8	6,7	14,8	12,8	—	—	11,8	68
2,45	13,9	—	—	—	18,0	—	—	55
—	—	—	—	—	—	—	—	55
2,52	14,2	8,9	18,4	16,8	16,6	12,6	—	48
—	7,1	14,0	10,9	8,9	7,6	6,4	—	49
—	—	—	—	—	—	—	—	34
2,42	—	—	—	—	—	—	—	33
2,41	14,0	11,2	16,0	13,7	12,4	11,8	—	50
2,41	7,4	6,8	9,3	8,1	—	—	6,7	72
2,48	8,9	—	—	7,6	—	—	7,8	69
—	10,3	—	—	—	20,6	—	—	51

Augšņas № Boden №	Augšņas mehāniskais sastāvs Mechan. Zusammens.	pH <i>in</i> H ₂ O uzd. Aufschl.	Apmāinas skābums Austauschazid. y ₁	Hidrolit. skābums Hidrol. azidit. y ₁	Apmāinas K ₂ O Austausch mg K ₂ O	Pēc Neubauer'a Nach Neubauer mg K ₂ O	Apmāinas K ₂ O izmant. Ausnutzung %	Pēc Mitscherlich'a Nach Mitscherlich mg K ₂ O	Apmāinas K ₂ O izmant. Ausnutzung %
32	mS	6,66	—	8,70	18,0	11,8	66	7,4	41
52	S	6,48	—	8,20	10,3	10,6	103	6,0	68
31	mS	6,36	—	7,50	32,9	25,2	77	—	—
53	mS	6,17	—	8,10	10,6	6,3	60	3,6	34
54	mS	6,40	—	7,30	19,6	6,8	35	15,3	78
7	sM	6,33	—	6,30	14,2	12,8	90	11,0	77
73	mS	6,04	—	5,1	13,4	10,5	78	10,1	75
75	mS	6,92	—	3,9	14,7	19,3	136	15,0	106
4	S	6,43	—	3,9	27,9	27,6	99	23,6	85
5	mS	7,53	—	3,6	18,0	14,9	84	14,5	81
56	mS	6,73	—	3,2	22,3	16,4	74	17,8	80
62	S	6,49	—	3,2	16,7	12,8	72	15,0	85
6	mS	7,43	—	2,5	25,7	21,8	85	35,0	136
63	M	7,30	—	1,8	23,6	18,7	79	30,3	128
64	M	7,55	—	1,1	23,8	25,1	105	20,4	86
30	M	7,80	—	CO ₂ — 0,08%	24,5	18,1	74	—	—
81	M	7,36	—	0,10	21,3	19,8	93	19,4	91
15	S	7,80	—	0,37	39,3	—	—	28,5	74
18	mS	8,03	—	0,56	16,7	12,3	74	12,3	74
16	S	7,80	—	0,58	25,1	21,0	83	24,8	99
19	S	8,13	—	0,87	21,1	19,2	91	20,6	97
82	M	8,30	—	0,90	—	20,4	—	—	—
17	mS	8,10	—	1,32	17,8	—	—	22,1	124
80	M	8,20	—	0,68	15,6	13,3	85	8,5	54
59	mS	—	—	4,50	13,8	9,8	71	—	—
58	mS	8,01	—	0,32	19,6	20,6	105	12,8	65
57	mS	7,76	—	0,10	16,4	—	—	16,4	100

bula.

1%īgā citronskābe Nach König-Hasenb. in 1%īger Zitr.-Säure		Pēc Sigmond'a Nach Sigmond		2%īgā ammon. acet. In 2%īger Ammon- acet. mg K ₂ O	1%īgā ammon. acet. In 1%īger Ammon- acet. mg K ₂ O	Skābes izv. Sāure-Auszug pH 2,00 1:5	Skābes izv. Sāure-Auszug pH 2,00 1:10	№
Beigu pH End-pH	mg K ₂ O	Baziskums Basizität pH 2,00 n HNO ₃ ccm	mg K ₂ O					
—	—	—	—	—	—	—	—	32
2,42	7,5	7,2	9,0	7,8	7,3	5,4	—	52
—	—	—	—	—	—	—	—	31
2,49	6,4	—	—	8,3	8,2	4,8	—	53
2,55	13,3	10,5	19,6	15,6	15,1	16,1	—	54
2,52	8,1	—	—	13,9	—	—	—	7
2,37	12,8	10,6	12,9	10,8	—	—	12,2	73
2,33	10,8	9,8	16,4	11,1	—	—	10,6	75
2,55	26,8	15,5	28,0	26,0	—	24,0	—	4
2,59	13,8	—	—	15,9	—	—	—	5
2,54	12,0	—	—	13,5	11,9	—	14,5	56
2,32	15,0	10,5	14,8	15,3	—	—	—	62
2,62	18,7	16,2	27,2	24,7	—	—	—	6
2,71	12,8	24,2	22,4	14,5	—	—	11,9	63
2,77	14,6	25,4	19,4	15,8	—	—	11,6	64
2,88	13,8	—	—	18,2	16,9	—	—	30
2,73	10,5	25,0	19,6	15,2	14,6	10,6	—	81
2,97	28,4	40,2	41,5	33,6	—	31,0	—	15
3,11	8,4	—	—	12,5	—	9,7	—	18
3,14	21,2	—	—	22,9	—	—	—	16
—	—	—	—	17,8	—	—	—	19
3,32	8,8	—	—	10,5	9,3	—	—	82
—	—	—	—	14,5	—	14,0	—	17
—	—	—	—	9,7	—	—	—	80
3,65	7,1	—	—	9,8	9,3	—	—	59
2,92	17,0	—	—	16,7	—	—	—	58
—	—	—	—	14,5	—	—	—	57

Kvalitatīvu kalija rezultātu novērtējumu atrodam 11. tabulā.

11. tabula.

Kalija rezultātu kvalitatīvais novērtējums.
Die qualitative Bewertung der Kalibestimmungsergebnisse.

Metode Methode	Reagē Reagiert < 7 mg K ₂ O	Nenoteikti Unbestimmt 7–10 mg K ₂ O	Nereagē Reagiert nicht > 10 mg K ₂ O	Augsnu skaits Zahl d. Böden
Mitscherlich'a	9	6	23	38
Neubauer'a	7	5	26	38
Neubauer'a	< 14 mg	14–20 gm	> 20 mg	
Neubauer'a	20	4	14	38
Mitscherlich'a	< 7 mg	7–10 mg	> 10 mg	
Skābē pie beigu-pH 2,00	8	5	17	30
Mitscherlich'a	6	6	18	30
Mitscherlich'a	10	6	28	44
2 ⁰ / ₀ ammon. acetātā	< 8 mg	8–12 mg	> 12 mg	
Mitscherlich'a	4	12	28	44
Mitscherlich'a	< 7 mg	7–10 mg	> 10 mg	
Mitscherlich'a	10	5	25	40
König'a, 1 ⁰ / ₀ citronskābē	3	11	25	40
König'a	< 10 mg	10–15 mg	> 15 mg	
König'a	14	19	7	40
König'a	< 15 mg	—	> 15 mg	
König'a	33	—	7	40

Kalija rezultātu kvalitatīvais novērtējums rāda, ka lietojot Latvijas augsnām robežskaitļus 7 un 10 mg K₂O, iegūstam samērā labu saskaņu starp Mitscherlich'a un Neubauer'a metodēm. Arī König'a metode dod samērā vēl lietojamus rezultātus. Turpretī parastais pieņemtais rezultātu novērtēšanas veids kā Neubauer'a, tā arī König'a-Hasenbäumer'a metodēm dod ar Mitscherlich'a metodi slikti saskanošus rezultātus. Kā Neubauer'a robežskaitļi kalijam par lielu daudzām Ungārijas augsnām, to atradis arī Kreybig's²²⁾.

Labu kvalitatīvu novērtējumu un saskaņu ar Mitscherlich'a metodi iegūstam, noteicot skābes izvilkumos pie beigu-pH 2,00 atšķīdu-

²²⁾ L. Kreybig, Die Beding. d. Wirtschaftlichkeit d. Handelsdüngemitteln 1930, lpp. 40.

šos kalija daudzumus. Tas pats sakāms arī par 2%-īgā ammonija acetātā atšķīdušo kaliju.

Visumā ņemot, lietotās ķīmiskās metodes dod kalija daudzumus, kas mazāki par augsnes apmaiņas kaliju. Tikai Sigmond'a metode pie liela atšķaidījuma (1:40) un ilgāka iedarbības laika dod kalija rezultātus, kas lieluma ziņā līdzīgi apmaiņas kalijam.

Novērtējot kvantitatīvi iegūtos kalija daudzumus un salīdzinot tos ar efektīviem kalija daudzumiem, kas aplēsti pēc Mitscherlich'a, liela nozīme kalija fizioloģiskā efekta mainīgumam. Ja kalija fizioloģiskais efekts ļoti mainās atkarībā no apstākļiem, tad kalija kvantitatīvai novērtēšanai Mitscherlich'a metode mazāk derīga, nekā fōsforskābei. Kalija rezultātu kvantitatīvai novērtēšanai, jādomā, derīgāka tādā gadījumā Wiessmann'a metode. Diemžēl jāsaprot, ka dažādu apstākļu dēļ līdz šim nav bijis iespējams salīdzināšanas nolūkiem noteikt kaliju pēc Wiessmann'a metodes.

Tā kā augi kaliju, kā vieglāk šķīstošu un uzņemamu barības vielu, parasti pilnīgāk izmanto, nekā fōsforskābi, var domāt, ka Mitscherlich'a traukos augi aktīvos kalija daudzumus gandrīz pilnīgi izmantos un uzņems. Kalija izmantojamību Mitscherlich'a traukos bez tam veicina lielais piemēslējums. Piemēslējuma radītā sāļu koncentrācija var veģetācijas perioda sākumā augsnes šķīdumā sasniegt pat 0,1 n stiprumu, izmainīt no augsnes kaliju un padarīt to augiem viegli uzņemamu. Lai augšā sacīto noskaidrotu un reizē zināmā mērā pārbaudītu arī augsnes kalija aktīva lieluma saskaņu ar Mitscherlich'a metodes efektīviem kalija daudzumiem, analizētas vairākas ar kaliju nemēsloto Mitscherlich'a trauku ražas. No kalija satura ražā atņemts aklā smiltis izmēģinājuma ražas kalija saturs un rezultāti parlēsti ar 100 g absolūti sausas augsnes. Iegūtie rezultāti atrodami 12. tabulā.

Salīdzinot ražā uzņemtos kalija daudzumus ar Mitscherlich'a metodes aplēstiem daudzumiem, redzam, ka augi Mitscherlich'a traukos uzņem 64—205% no aplēstiem efektīviem kalija daudzumiem. Tas rāda, ka viegli izmantojamā jeb aktīvā augsnes kalija fizioloģiskais efekts tiešām mainīgs lielums, kas svārstās atkarībā no pārējiem augšanas apstākļiem. Tas pilnīgi saskan arī ar citu pētnieku atzinumiem, ka kalija darbības vērtība c ir mainīgs lielums.

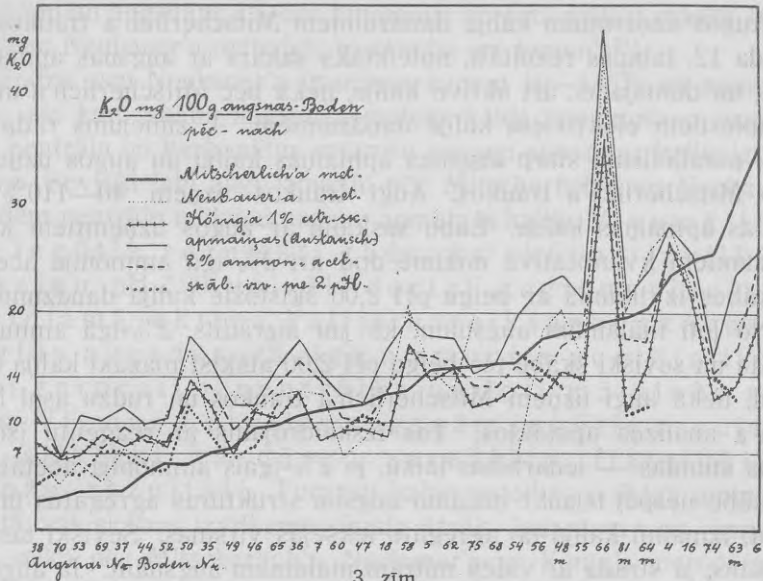
12. tabula.

Augos uzņemtais kalija daudzums Mitscherlich'a traukos.
Von Pflanzen in Mitscherlichs Gefässen aufgenommenen Kalimengen.

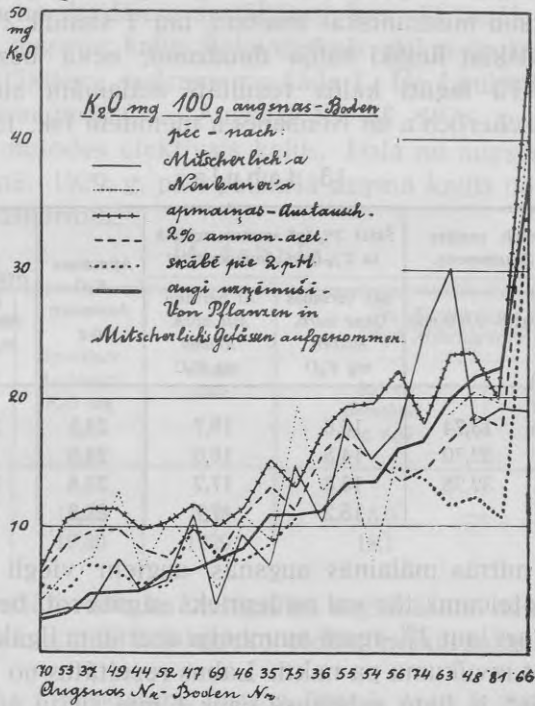
Augsna Boden №	pH in H ₂ O uzduļķ. Aufschl.	Apm. sk. Aust. azid. γ ₁	Apmatītas K ₂ O Austausch mg	Augi uzņēmuši no 100 g augsnas Von Pflanzen aufgenommen		Apm. K ₂ O izmant. Ausnutzung d. Aust. K ₂ O %	K ₂ O pēc Mitscherlich'a K ₂ O nach Mitscherlich mg	Augi izmant. pēc Mitscherlich'a api. K ₂ O % Die Ausnutzung der nach Mitsch. berechn. K ₂ O %
				Saknes Wurzeln mg K ₂ O	Graudi + salmi Korn + Stroh mg K ₂ O			
44	4,80	3,10	9,8	0,4	5,1	52*)	5,0	102*)
70	5,67	2,40	6,4	—	2,7	42	3,1	87
66	5,35	2,00	45,6	—	36,9	81	19,1	193
37	5,88	1,50	11,5	0,2	4,4	38	3,7	119
36	5,71	1,40	17,8	0,3	11,3	64	10,5	108
46	5,44	1,20	11,6	1,1	8,2	71	9,4	87
47	5,65	1,00	11,8	0,3	6,6	56	11,7	56
35	5,89	0,70	15,4	0,3	11,0	71	7,0	157
48	5,54	0,30	23,5	0,9	21,9	93	18,0	122
49	6,17	0,10	11,6	0,2	4,8	41	7,5	64
69	5,66	0,10	10,0	—	7,6	76	3,7	205
52	6,48	—	10,3	0,9	6,4	62	6,0	107
53	6,17	—	10,6	0,2	3,2	30	3,6	89
54	6,40	—	19,6	0,7	13,6	70	15,3	89
55	6,14	—	19,3	—	6,6	34	5,0	132
55	6,14	—	19,3	1,1	13,5	70	18,1	75
32	6,66	—	18,1	0,3	8,4	46	7,4	113
56	6,73	—	22,3	2,1	16,2	73	17,8	110
75	6,92	—	14,2	—	11,0	80	15,0	73
63	7,30	—	23,6	—	19,9	84	30,3	66
57	7,76	—	16,4	1,5	16,4	100	16,4	100
81	7,36	—	19,8	0,6	22,6	114	19,4	116

*) Aplēšanai lietots kalija saturs salmos un graudos.

Ši iemesla dēļ, ja par pamatu salīdzināšanai ņem pēc Mitscherlich'a metodes aplēstos efektīvos kalija daudzumus, pārējās metodes, kā tas no 10. tabulas rezultātu grafiskā attēla redzams (3. zīm.), dod kvantitatīvā ziņā svārstīgus rezultātus. Savādāku rezultātu kvantitatīvu novērtējumu iegūstam, ja salīdzināšanai par pamatu ņem Mitscherlich'a trauku augos uzņemtos kalija daudzumus. Šāds rezultātu salīdzinājums redzams 4. zīmējumā.



3. zīm.



4. zīm.

Augos uzņemtiem kalija daudzumiem Mitscherlich'a traukos, kā to rāda 12. tabulas rezultāti, noteiktāks sakars ar augsnes apmaiņas kaliju, un domājams, arī aktīvo kaliju, nekā pēc Mitscherlich'a metodes aplēstiem efektīviem kalija daudzumiem. 4. zīmējums rāda noteiktu paralēlismu starp augsnes apmaiņas kaliju un augos uzņemto kaliju Mitscherlich'a traukos. Augi traukos uzņem 40—110% no augsnes apmaiņas kalija. Labu saskaņu ar augos uzņemtiem kalija daudzumiem kvantitatīvā nozīmē dod arī 2%-īgā ammonija acetātā un skābes izvilkumā ar beigu pH 2,00 šķīstošie kalija daudzumi.

No ļoti mālainām augsnām, kā jau aizrādīts, 2%-īgā ammonija acetātā un sevišķi skābē pie beigu pH 2,00 atšķīst mazāki kalija daudzumi, nekā augi uzņem Mitscherlich'a traukos un rudzu asni Neubauer'a analīzes apstākļos. Tas izskaidrojams ar reaģentu īso — vienas stundas — iedarbības laiku, jo 2%-īgais ammonija acetāts un arī skābe nespēj izjaukt mālaino augsnu struktūras agregātus un atbrīvot, izmainīt kaliju no agregātu iekšējās virsmas. Sevišķi tas novērojams, ja strādā ar vidēji mitrām mālainām augsnām. Ja augsnes struktūras agregātus izjauc, beržot ar gumijas korķi, kā to dara, sagatavojot augsnu mehāniskai analīzei, tad 1 stundā 2%-īgā ammonija acetātā atšķīst lielāki kalija daudzumi, nekā bez iepriekšējās berzēšanas. Tā iegūti kalija rezultāti mālainām augsnām labāk saskan ar Mitscherlich'a un Neubauer'a metodēm (sk. 13. tabulu).

13. tabula.

Augsna Boden №	Augsnes mēch. sastāvs <i>Mechan. Zusammens.</i>		Šķīst. 2%-īgā ammon. acetātā <i>In 2%-igen Ammonazetat</i>		Apmāiņas K ₂ O <i>Austausch</i> mg	Pēc Neubauer'a <i>Nach</i> Neubauer mg K ₂ O	Augi uzņem. <i>Von</i> Pflanzen <i>aufge-</i> <i>nommen</i> mg K ₂ O
	< 0,002 mm %	0,02—0,002 mm %	Bez beršanas <i>Ohne vorh.</i> <i>Reiben</i> mg K ₂ O	Ar beršanu <i>Mit vorh.</i> <i>Reiben</i> mg K ₂ O			
48	14,52	13,74	16,8	18,7	23,5	20,1	21,9
63	26,82	32,70	14,5	16,6	23,6	18,7	19,9
64	27,18	32,28	15,8	17,2	23,8	25,1	—
81	30,10	—	15,2	17,7	21,3	19,8	19,8

Noteicot mitrās mālainās augsnās augiem viegli izmantojamo kaliju, tāpēc ieteicams tās vai nu iepriekš sagatavot, beržot ar gumijas korķi, vai arī ļaut 2%-īgam ammonija acetātam ilgāku laiku iedarboties, atstājot izvilkumu pa nakti. Labus rezultātus no ļoti mālainām augsnām iegūst, ja lieto gaissausu caur 1 mm sijātu smalkzemi. Ka

no mālainām augsnām 2%-īgā ammonija acetātā atšķīst mazāk kaliji, nekā pēc Neubauer'a metodes, to atradis arī Jessen's²³⁾.

Rudzu asni Neubauer'a trauciņos uzņem 19—136% no apmaiņas kalija, pie kam skābu augsnu apmaiņas kalija izmantošana mazāka, nekā neutrālu un karbonātus saturošu augsnu apmaiņas kalija izmantošana. Sevišķi labi augi izmanto pēc Mitscherlich'a un Neubauer'a metodēm neutrālu mālainu augsnu apmaiņas kaliju. Visumā līdzīsim iegūtie rezultāti rāda, ka skābes izvilkumi ar beigu pH 2,00 vairāk derīgi augiem viegli izmantojamā, aktīvā kalija noteikšanai skābās un vieglās augsnās, 2%-īgā ammonija acetāta izvilkumi turpretī — neutrālās un ļoti mālainās augsnās. Vismaz Latvijas augsnām iegūtie rezultāti nav sliktāki kā dārgo sarežģīto fizioloģisko metožu rezultāti. Turpretī kalija noteikšana 2-īgā ammonija acetātā vai skābes izvilkumā daudz ātrāk izdarāma un izmaksā lētāk, nekā pēc Mitscherlich'a, Neubauer'a un König'a metodēm.

Pašreizējās zināšanas un pētījumi rāda, ka kalija fizioloģiskais efekts atkarīgs no daudziem apstākļiem, kas vēl tuvāk jānoskaidro. Cik lielā mērā augsnas kalija fizioloģiskais efekts un izmantojamība atkarīgi no apstākļiem, redzams no šāda L. Ū. Lauksaimn. ķīmijas laborātorijas izmēģinājuma. Augsnai Nr. 55 1928. g. noteikts pēc Mitscherlich'a metodes efektīvais kaliji. Daļa no augsnas uzglabāta šķūnī koka kastē. 1929. g. pāri palikušā augsnā kalija noteikšana pēc Mitscherlich'a atkārtota.

14. tabula.

Augsna Boden №	Mitruma Feuchtigkeit %	Apmāiņas Austausch K ₂ O mg	Gads Jahr	Pēc Mitscherlich'a metodes Nach Mitscherlich's Methode	
				Aplēsts Berechnet mg K ₂ O	Augi uzņēmuši Von Pflanzen aufgenommen mg K ₂ O
55	16,54	19,30	1928.	5,0	6,6
55	3,56	19,30	1929.	18,1	13,5

Iegūtie rezultāti rāda, ka viengadīga uzglabāšana un nepilnīga izžūšana ir augsnas kalija fizioloģisko efektu trīskāršojusi. Arī augos

²³⁾ Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 18, S. 218.

1929. g. uzņemtie kalija daudzumi, salīdzinot ar 1928. g., divkāršojušies. Redzams, ka fiziskās un bioloģiskās pārgrozības, kas notikušas augsnā, atstājušas lielu ietekmi uz augiem viegli izmantojamā kalija dinamiku. Raksturīgi, ka tomēr arī šī gadījumā efektīvie kalija daudzumi mazāki, nekā augsnas apmaiņas kalija saturs.

Piemērs rāda, ka augsnas barības vielu fizioloģiskā efekta pētīšanai vislabāk lietot vidēji mitru, tieši no lauka ņemtu augsnu, kurai dabiska struktūra. Piemēra krasums varbūt izskaidrojams ar 1928. g. lietainā pavasara un vasaras ļoti slikto ietekmi uz augsnas struktūru un fiziskām īpašībām.

Beigu beigās tomēr jāatzīst, ka augsnas barības vielu un mēslošanas vajadzības fizioloģiskās noteikšanas metodes pagaidām vēl nedod pilnīgi drošus, absolūtus rezultātus, kā to apgalvo prof. Mitscherlich's. Fizioloģiskās metodes nosaka barības vielu fizioloģisko efektu, ķīmiskās metodes barības vielu daudzumus. Barības vielu fizioloģiskais efekts un daudzumi — divas lietas, kas jāpētī atkarībā viena no otras un jāņem vērā, augus mēslojot. Izstrādājot un izveidojot ķīmiskas un fizioloģiskas metodes, bez šaubām, turpmāk varēs noteikt ne tikai augiem viegli izmantojamos barības vielu daudzumus, bet arī barības vielu fizioloģisko efektu un apstākļus, kas jārada, lai barības vielu fizioloģiskais efekts būtu pēc iespējas lielāks. Ejut šī virzienā, kā to jau agrāk kādā citā rakstā aizrādīju, ķīmiskās un arī pārējās augiem viegli izmantojamu barības vielu noteikšanas metodes jāpiemēro augsnas tipam un klimatiskā ziņā noteiktiem apgabaliem²⁴). Tikai tā iegūsim vēl labākus rezultātus nekā līdz šim.

Šī rakstā iegūtie rezultāti un slēdzieni piemērojami tikai salīdzinātām trauku un ķīmiskām laboratorijas metodēm. Cik lielā mērā ķīmisko metožu un trauku izmēģinājumu rezultāti pielietojami uz lauka augiem viegli izmantojamo barības vielu noteikšanai, tas atkarīgs no daudziem apstākļiem. Apstākļus, kas jāņem vērā, lai trauku izmēģinājumu un laboratorijas ķīmisko metožu rezultātus varētu lietot uz lauka un kā tas izdarāms, iztirzāšu kādā citā rakstā.

Iesniegts fakultātei 1931. g. 19. martā.

²⁴) Zeitschr. f. Pflanzenern., Düng. u. Bodenk. A. 14, S. 184.

Die Bestimmung der von den Pflanzen leicht aufnehmbaren bzw. aktiven Kalium- und Phosphorsäuremengen im Boden.

Von *K. Bamberg*.

Agrikulturchemisches Laboratorium.

Bei der Bestimmung und Wertbeurteilung einer Pflanzennährstoffmenge muss man zwei Grössen berücksichtigen: 1) die aktive Grösse und 2) die latente Grösse der Nährstoffmenge. Die aktive Grösse der Nährstoffmenge können wir durch den pflanzenphysiologischen Effekt, näml. durch den Ertrag messen. Die im Boden vorhandenen Nährstoffe werden in einer Vegetationsperiode nicht vollständig von den Pflanzen ausgenutzt. Ein Teil bleibt im Boden nach, hat in den nächsten Vegetationsperioden eine aktive Grösse und wird dann von den Pflanzen ausgenutzt. Die Grösse des Nährstoffes, welche in den nächsten Vegetationsperioden aktiv wird, ist die latente Grösse des Nährstoffes. Der pflanzenphysiologische Effekt bzw. Ertrag einer aktiven Nährstoffmenge ist eine veränderliche Grösse, welche von anderen Wachstumsbedingungen und von der Art der Pflanzen abhängt.

Die aktive Grösse bzw. den aktiven Wert einer Nährstoffverbindung können wir durch Vergleiche bei gleichen anderen Wachstumsbedingungen mit leicht löslichen und ausnutzbaren Nährstoffverbindungen bestimmen. Für Vergleichszwecke sind CaNO_3 , CaHPO_4 und K_2SO_4 geeignet. Schwieriger ist die latente Grösse eines Pflanzennährstoffes zu bestimmen. Die aktive Grösse der schwer löslichen Bodennährstoffverbindungen ist gewöhnlich kleiner als ihre latente Grösse bzw. Wert.

Das oben gesagte muss bei der Bestimmung der den Pflanzen leicht aufnehmbaren Nährstoffe im Boden und bei der Beurteilung des Nährstoffbedürfnisses des Bodens berücksichtigt werden.

Den Landwirt interessiert zuerst die aktive Grösse und der pflanzenphysiologische Effekt der im Boden befindlichen Nährstoffe.

Auch die latente Grösse der Nährstoffverbindungen hat für die Beurteilung des Düngerbedürfnisses des Bodens für die nächste Vegetationsperiode Bedeutung.

Die Aufgabe des Agrikulturchemikers ist nicht nur die Methoden zu finden, mit welchen die aktive Grösse der im Boden befindlichen Nährstoffverbindungen bestimmt werden kann, sondern auch die Bedingungen zu klären, welche den physiologischen Effekt der aktiven Nährstoffmengen begünstigen oder verhindern.

Die Aufgabe der physiologischen Methoden ist die Bestimmung der aktiven Nährstoffmengen und die Feststellung ihres pflanzenphysiologischen Effektes. Die Methode Mitscherlichs stellt den pflanzenphysiologischen Effekt der Boden Nährstoffe fest, und aus diesem berechnet man nach dem Wirkungsgesetz der Wachstumsfaktoren die effektive Nährstoffmenge. Da der physiologische Effekt einer aktiven Nährstoffmenge eine veränderliche Grösse ist, so kann sich die nach Mitscherlich berechnete effektive Nährstoffmenge von der aktiven Nährstoffmenge unterscheiden. Ob man mit Wiessmanns Methode die aktiven Nährstoffmengen bestimmen kann, das muss noch festgestellt und näher untersucht werden.

Der Verfasser hat vergleichende Untersuchungen über die gangbarsten Methoden durchgeführt, die zur Bestimmung des den Pflanzen leicht ausnutzbaren Kaliums und der Phosphorsäuremengen und des Düngerbedürfnisses des Bodens benutzt werden. Da bei der Ausarbeitung der früheren chemischen Methoden die Resultate nicht mit den aktiven oder effektiven Nährstoffmengen verglichen wurden, werden vom Verfasser die chemischen Methoden benutzt, welche die aktiven Grössen der Nährstoffverbindungen im Boden zu bestimmen suchen. In dieser Arbeit werden die effektiven Nährstoffmengen mit Mitscherlichs und Wiessmanns Methoden bestimmt, weil bessere Methoden zur Zeit nicht existieren.

Zur Bestimmung der den Pflanzen leicht aufnehmbarer Phosphorsäure werden Versuche über die Anwendung der Salzsäure und Salpetersäure bei End-pH 2,00 und Schwefelsäure bei End-pH 2,25 angestellt. Die Resultate der orientierenden Untersuchungen zeigen, dass der Boden gegen zweiwertige Schwefelsäure, wie man das theoretisch voraussehen konnte, stärker gepuffert ist, als gegen die einwertigen Salz- und Salpetersäuren. Es wird auch gezeigt, dass bei gleichen End-pH der Lösungen Salz- und Salpetersäuren ungefähr dieselbe Phosphorsäuremengen aus dem Boden lösen. In Schwe-

felsäure bei gleichen End-pH sind die Bodenphosphate löslicher, als in Salz- und Salpetersäure (Tabelle 2).

Es wird ein Verfahren veröffentlicht, wie man durch Titrieren schnell die Säuremengen berechnen kann, welche zur Erreichung eines bestimmten End-pH in Säureauszügen nötig sind (Tabelle 4). Zum Titrieren der sauren Bodenauszüge sind Methylorange und Bromkresolgrün die besten Indikatoren (Tabelle 3).

Für die Bestimmung der Phosphorsäure in saueren Bodenauszügen, kann die von O. Arrhenius ausgearbeitete kolorimetrische Phosphorsäurebestimmungsmethode unter Berücksichtigung bestimmter Bedingungen angewandt werden (Tabelle 5).

Die nach verschiedenen Methoden bestimmten Phosphorsäuremengen sind in der Tabelle 6 zusammengestellt. Alle Resultate sind in mg auf 100 g abs. trockenen Böden berechnet worden.

Zur qualitativen Bewertung der Resultate werden aus näher angeführten Gründen für Mitscherlichs, Neubauers und der vom Verfasser angewandten Methode folgende Grenzzahlen auf 100 g des Bodens angewandt: < 4 mg P_2O_5 — reagiert, $4-6$ mg P_2O_5 — unbestimmt und > 6 mg P_2O_5 — nicht reagiert. Man muss sich merken, dass bei der Aufstellung dieser Grenzzahlen auch der Einfluss des Untergrundes in Acht genommen ist. Die Brauchbarkeit dieser Grenzzahlen für Böden Lettlands ist aus der Tabelle 8 ersichtlich. Bei der Anwendung der Grenzzahlen 20 und 25 mg P_2O_5 gibt auch ein 1%-iger Zitronensäureauszug nach König und Hasenbäumer gute kvalitative Ergebnisse. Sigmonds Methode und relative Phosphorsäurelöslichkeit geben weniger gute Resultate. Die End-ph der 1%-igen Zitronensäureauszüge schwanken von 2,28—3,66.

Die von den Pflanzen in Mitscherlichs Gefässen aufgenommenen Phosphorsäuremengen sind zur quantitativen Beurteilung der nach chemischen Methoden gewonnenen Phosphorsäuremengen und nach Mitscherlich berechneten effektiven Phosphorsäuremengen bestimmt worden. Aus Tabelle 7 ist ersichtlich, dass die Pflanzen in Mitscherlichs Gefässen bei grosser Beidüngung 32—94% von den berechneten effektiven Phosphorsäuremengen aufnehmen. Die in Mitscherlichs Gefässen aufgenommenen Phosphorsäuremengen bei phosphorsäurereicherer Böden sind meist grösser, als die wurzellöslichen Phosphorsäuremengen nach Neubauer.

In quantitativer Hinsicht geben die vom Verfasser angewandten Methoden mit Salpeter- oder Salzsäure bei End-pH 2,00 mit den

effektiven Phosphorsäuremengen, wie das aus Figur 2 zu ersehen ist, die am besten übereinstimmenden Resultate. Bei Karbonathaltigen Böden können gut übereinstimmende Resultate mit 2—3%-igem Ammoniumzitat erzielt werden (Tabelle 9). Die Schwefelsäure bei End-pH 2,25—2,30 gibt auch gute Resultate.

Die vom Verfasser angewandten Methoden sind für schnelle und billige Massenuntersuchungen geeignet.

Die vergleichenden Kaliumbestimmungsergebnisse sind in der Tabelle 10 zusammengefasst.

Zur qualitativen Bewertung der Kaliummengen sind für Mitscherlichs, Neubauers, König-Hasenbäumers Methoden und bei in Säure bei End-pH 2,00 lösliche Kaliummengen folgende Grenzzahlen in mg auf 100 g abs. trockenem Boden brauchbar: < 7 mg K_2O — reagiert, 7—10 mg K_2O — unbestimmt, > 10 mg K_2O — nicht reagiert. Bei der Feststellung dieser Grenzzahlen ist der Einfluss des Untergrundes und die Veränderlichkeit des physiologischen Effektes des Kaliums berücksichtigt. Die Anwendung dieser Grenzzahlen gibt bei den Böden Lettlands bessere mit Mitscherlichs Methode übereinstimmende Resultate, als die gewöhnlichen Grenzzahlen nach Neubauer und König-Hasenbäumer (Tabelle 11). Für das in 2%-igen Ammoniumazetat lösliche Kalium sind 8—12 mg K_2O Grenzzahlen angewandt.

Die Pflanzen in Mitscherlichs Gefässen, wie das aus der Tabelle 12 ersichtlich ist, nehmen von den nach Mitscherlichs berechneten effektiven Kaliummengen 64—205% auf. Dieser Umstand zeigt deutlich, dass der physiologische Effekt des Kaliums eine veränderliche Grösse ist, welche von anderen Wachstumsbedingungen abhängt, und dass die effektiven Kaliummengen von den aktiven sich unterscheiden.

Zwischen den von den Pflanzen in Mitscherlichs Gefässen aufgenommenen Kaliummengen und dem Austauschkalium des Bodens besteht ein enger Zusammenhang, sogar ein Parallelismus. Das ist die Folge der grossen Beidüngung und der dadurch herbeigeführten hohen Salzkonzentrationen in den Gefässen. Die Pflanzen in Mitscherlichs Gefässen nehmen 40—110% von dem Austauschkalium auf.

Durch Sigmonds Methode kann man ungefähr das Austauschkalium bestimmen.

Zur Bestimmung des den Pflanzen leicht zugänglichen Kaliums in sauren und leichteren Böden kann ein Säureauszug bei End-pH 2,00

gebraucht werden; für neutrale und tonige Böden gibt ein 2%-iger Ammoniumazetatauszug und auch das Austauschkalium bessere Resultate.

Zur Bestimmung der von den Pflanzen leicht aufnehmbaren aktiven Nährstoffmengen im Boden müssen die Methoden den Bodentypen bestimmter Landflächen angepasst werden. Dann werden wir bessere Resultate erzielen als heute.

Es sei bemerkt, dass die in dieser Arbeit angeführten Resultate und Folgerungen nur für den Gefässversuch und die chemischen Methoden gelten. Wie die Resultate der angewandten Methoden sich auf dem Felde gestalten würden und von welchen Umständen das abhinge, wird in einem anderen Aufsätze näher besprochen werden.

19. III. 1931.



LU bibliotēka



220028080

135910

LŪR lauks. II.

AUL agr. II.

- Nr. 1. P. Kulitans. Kaļķojuma ietekme uz ražu smilšainā un kūdrainā augsnā Rāmavā, 1926.—1930. 1
Über den Einfluss der Kalkung auf den Ertrag auf Sandboden und torfigem Sandboden in Rāmava 1926—1930 55
- Nr. 2. K. Krūmiņš. I. Mangāna saturs Latvijas augsnās un iežos. II. Mangāna dioksida ietekme uz chinhidronmetodi. III. Mangāns kā apmaiņas bāze. 61
I. The manganese content in Latvian soils and rocks. II. The effect of manganese dioxide on quinhydrone method. III. Manganese as exchangeable base 109
- Nr. 3. K. Krūmiņš. Less un lesa augsnas Latvijā. . 115
Löss und Lössböden in Lettland 117
- Nr. 4. K. Bambergs. Augiem viegli izmantojamā jeb aktīvā kalija un fōsforskābes noteikšana augsnā. 119
Die Bestimmung der von den Pflanzen leicht aufnehmbaren bzw. aktiven Kalium- und Phosphorsäuremengen im Boden 160a