

A-48164

-22 EESTI SOOPARANDUSE SELTSI TEATED NR. 22

MITTEILUNGEN DES ESTLÄNDISCHEN MOORVEREINS NR. 22

$\frac{25}{119}$

Juu. 22 48.

# Madalsooniidu väetamisest Eesti fosforiidiga Tooma Sookatsejaama katsete andmetel

*Über die Düngung der Niedermoorwiese mit „Eesti Phosphorit“  
auf Grund von Versuchsergebnissen der Moorversuchsstation Tooma*

Prof. dr. Leo Rinne

15  
~~39088~~



Äratrükk ajakirjast „Agronoomia“ nr. 9 — 1937. a.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift „Agronoomia“ Nr. 9 — 1937

Tartu 1937

2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

146900

## Madalsooniiidu väetamisest Eesti fosforiidiga Tooma Sookatsejaama katsete andmetel

*Über die Düngung der Niederungsmoorwiese mit „Eesti Phosphorit“ auf Grund von Versuchsergebnissen der Moorversuchsstation Tooma*

Prof. dr. Leo Rinne,  
Tooma Sookatsejaama juhataja.

Fosfor kuulub elementide hulka, mis on vajalikud taimede arenemiseks. Taimede fosforitarvituse rahuldamiseks on tarvis, et mullas leiduks küllalt fosforhapet taimedele kättesaadaval kujul. Kui fosforhape puudub mullas taimede fosforitarvituse rahuldamiseks, siis tuleb teda juurde lisada mullale väetisena.

Soodes tuleb arvestada fosforhappe esinemist orgaanilistes ühendites, kuid veel suuremal määral fosforhappe rauaühendites, kas oksüüdi (fosforhapet sisaldavad limuniidid) või sügavamates, õhust eraldatud soomullakihtides oksüduuli näol (vivianiit). Fosforhape ei esine soomullas ühesugusel määral ega ole jaotatud ühesuguselt, vaid ta leidub, iseäranis fosforirikastes madalsoonimuldades, enamasti (vivianiit, limuniit) väiksemate või suuremate pesade ja sõmerate näol.

Eesti madalsoonid võivad vahel sisaldada rohkesti fosforhapet. Üle kogu Eesti uuritud<sup>1)</sup> soomuldades sisaldus (20 cm sügavas pealmises soomulla kihis 1 ha kohta) umbes 23% vähem kui 500 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, umbes 54% soomuldade juures 500—1000 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ja umbes 23% juures rohkem kui 1000 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Fosforhappe protsent kõikus Eesti madalsoonide pealmises soomulla kihis 0,09% ja 0,49% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> vahel. Eesti madalsoonimuldade keskmine fosforhappesisaldus pealmises (20 cm sügav) soomulla kihis on 0,24% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mis ha kohta võrdub keskmiselt 838 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Tähtis pole taimekasvatusele mitte ainult fosforhappe hulk, vaid ka kuju, milles ta esineb. Fosforhappe üldhulk soomullas ei anna meile veel ettekujutust sellest, missugune osa temast on kättesaadav taimedele. Seejuures on samuti tähtis ka aeg, mille kestel taimedel on võimalik kasutada mulla tagavarasid. Pikemaajalistel taimedel, nagu näiteks heintaimedel, on paremaid võimalusi mullas leiduva fosforhappe ühendite kasutamiseks kui taimedel lühema kasvuaajaga. Lahustumatud ja taimedele peagu kättesaadamatud on orgaanilised fosfaadid. Ehkki rauafosfaadid on võrdlemisi raskesti lahustuvad, erinevad nad siiski sellepoolest üksteisest. Monokaltsiumfosfaat on vees täitsa lahustuv, kuna dikaltsiumfosfaat on seda palju vähem. Vivianiidi näol soomullas leiduvad fosforhappeühendid on kergemini kättesaadavad taimedele kui rauaoksüüdi-ühenditena esinevad P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-ühendid.

Kui soomulda kuivatada õhu käes või kõrgemas temperatuuris, siis muutub lahustuvaks (seega kättesaadavaks taimedele) vees ja nõrkades hapetes osa mulla fosforhappeühenditest, nagu seda on tõendanud B. Tacke<sup>2)</sup> nõukatsete abil.

<sup>1)</sup> Leo Rinne. Eesti madalsoonide kõlblikkusest põllumajanduslikuks taimekasvatuseks. Katseasjanduse Nõukogu toimetused nr. 1, 1927. a.

<sup>2)</sup> B. Tacke. Untersuchungen über die Phosphorverbindungen des Moorbodens. Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station in Bremen. IV Bericht. 1898 (lk. 336, 345).

Soomulla väetamisel fosforhapet sisaldavate väetisainetega on tähtis, et soomuld seob fosforhapet võrdlemisi hästi.

B. Tacke<sup>3)</sup> on oma katsetes leidnud, et fosforhappe hulk on väga väike, mis uhutakse välja soomullast temast läbi valguva sademete veega ja mis satub drenivette. H. v. Feilitzen'i, J. Lugner'i ja H. Hjertstedt'i katsetel<sup>4)</sup> Jönköpingis läks kaotsi väljauhtumise teel madalsoomullast rikkaliku täisväetuse juures, keskmiselt 4 aasta keskmise ja ha kohta:

	Põld	Niit
1) taimekasvuajal . . . . .	0,08 kg	0,18 kg
2) muul aastaajal (peale taimekasvuaja)	0,15 kg	0,16 kg
	0,23 kg	0,34 kg

Kaotused soomullast fosforhappe väljauhtumise pärast on nii väikesed, et nad tegelikult soomuldade väetamisel võivad jääda arvestamata.

Kultuurniidu heinasaagiga igal aastal võetakse ära osa mullas leiduvast taimele kättesaadavast fosforhapest. Seepärast on tarvilik niidu fosforhappega väetamine (kaaliväetuse kõrval) rahuldavate heinasaakide saavutamiseks. Vastasel korral, s. t. väetuse puudusel, väheneb kohutaval määral sooniidu toodang, kusjuures heinakamaraas väheneb heintaimede arv<sup>5)</sup>.

Sooheinamaad väetades  $P_2O_5$ -ga tuleks B. Tacke<sup>6)</sup> järgi väetist anda  $6\frac{1}{2}$  kg  $P_2O_5$  iga 1000 kg kuivheina toodangu kohta, Hj. v. Feilitzen'i<sup>7)</sup> andmetel oleks tarvis anda sooniidule igal aastal umbes 20—25 kg  $P_2O_5$  väetisena. Tähtis on samuti silmas pidada fosforväetise järeilmõju. P. Wagner<sup>8)</sup> määras fosforväetise järeilmõju, mis tema niiduväetuskatsetes oli kestnud 3—4 aastat. Hj. v. Feilitzen'i<sup>9)</sup> poolt on madalsoomullas määratud fosforväetise järeilmõju kolme aasta jooksul.

Meie madalsoode  $P_2O_5$ -ga väetamisel tulevad esmajoones küsimuse alla superfosfaat ja Eesti fosforiit. Superfosfaati võib madalsoode väetamiseks tarvitusele võtta esimeses joones seal, kus soomuld on lubjarikas ja turvas enamvähem rahuldavalt lagunenud.

Juba enne maailmasõda oli tarvitusele võetud fosforiit väetisena, eriti hapudel kõrgsoomuldadel. On teada, et mõned fosforiidid võivad olla fosforväetiseks kultuurtaimedele lubjavaestel maadel, kui nad on jahvatatud toomasjahu peenuseni või veel peenemalt ja hästi segatud mullaga.

Üldiselt ja isegi praegusel ajal ollakse veel arvamusel, et fosforiit ei kõlba madalsoo kultuuride väetamiseks. Fr. Brüne<sup>10)</sup> arvab, et fosforiit võib tulla küsimuse alla ainult kõrgsoo-kultuuride väetamiseks.

Eesti põllumajanduse oludes on tarvis selgusele jõuda E. fosforiidi kõlblikkuse kohta väetisainena madalsoo-kultuuride väetamiseks. Siinkohal peatun Tooma Sookatsejama madalsooniidu väetuskatsete tulemustel E. fosforiidiga.

<sup>3)</sup> B. Tacke. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Sickerwässer aus nichtgedüngtem und gedüngtem Moorboden mit besonderer Berücksichtigung der Stickstoffverbindungen. Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station in Bremen. IV Bericht 1898 (lk. 382, 383).

<sup>4)</sup> H. v. Feilitzen, J. Lugner och H. Hjertstedt. Några undersökningar öfver de mängder växtnäringssämnen, som med nederbördnen uttvättas och gå förlorade från obevuxen och med olika kulturväxter bevuxen torfjord. Svenska Mosskulturföreningens Tidskrift nr. 2, 1912 (lk. 128, 129).

<sup>5)</sup> L. Rinne. Sooheinamaa toodangu kahanemisest väetuse puudusel. „Agro-noomia“ nr. 4, 1927.

<sup>6)</sup> B. Tacke. Moorkultur (lk. 10).

<sup>7)</sup> Hj. v. Feilitzen. Om fosforsyrärgödslingen och dess betydelse för mosskulturen. 1912 (lk. 61).

<sup>8)</sup> P. Wagner. Die Düngung der Wiesen. Arbeiten der DLG. 1921. Heft 308 (lk. 147).

<sup>9)</sup> = <sup>7)</sup> (lk. 32—37).

<sup>10)</sup> Fr. Brüne. Bodenkunde und Moorkultur. Transactions of the Third International Congress of Soil Science. Oxford, England, 1935 (lk. 176, 177).

## Madalsoniidu väetuskatsed Eesti fosforiidiga Toomal.

Tooma Sookatsejaama madalsoonmuld koosneb oma pealmises kihis peamiselt kõrgematest tarnaliikidest tekkinud turbast (*Magnocaricetum*), mille kõrval esineb suuremal või vähemal määral teisi turbaliike (*Phragmiteto-*, *Hypneto-* ja *Ligneto-*turvas). Tooma Sookatsejaama madalsoniidu väetuskatsed Eesti fosforiidiga on korraldatud vanemad katsed kolme korduslapiga ja uued viies korduses. Väetuskatsete korraldamine sündis vastavalt katsetehnika nõuetele. Samuti on ka sündinud katseandmete töötlemine vastavalt Riigi Katseasjanduse Nõukogu nõuetele ja alustele. Siin on toodud lühikesed kokkuvõtted katsetööde tulemustest, tuues arvatud saagid ja neist ainult saakide võrdluseks aritmeetilised keskmised ühes nende keskmiste vigadega. Samuti on arvatud aritmeetilise keskmise protsent ühes aritmeetilise keskmise vea protsendiga. Neis kokkuvõtetes on arvatud aritmeetiline keskmine viga ja selle protsent vastavalt dr. W. Zölleri<sup>11)</sup> poolt toodud põhimõtetele. Turba lagunemisi järk on katsetes määratud L. Rinne meetodi järgi astmeis  $L_1$  kuni  $L_7$ , kus:  $L_1$  = päris kuni peagu lagunemata,  $L_2$  = vähe lagunenu,  $L_3$  = peagu keskmiselt lagunenu,  $L_4$  = keskmiselt lagunenu,  $L_5$  = kaunis lagunenu,  $L_6$  = hästi lagunenu ja  $L_7$  = täiesti lagunenu.

Katsepindade niitmine sündis juuli- ja septembrikuu algul. Väetiste kaalumise, külv ja katsepindade niitmine toimus suure hoolega. Igalt lapilt määrati tooressaak ja arvutati heina kuivsaak võetud proovivihu abil. Heinkamara botaanilist koostist kontrolliti igal aastal enne esimest niitu igal katsepinnal, määrates (viimastel aastatel) ka heinkamara tihedust.

### 1. katse.

See katse on kestnud (1922.—1927. a.) kuue aasta jooksul. Madalsoon turba (*Hypneto-Caricetum*) lagunemisi järk on siin  $L_3-4$ . Analüüsitud soomuld sisaldab pealmises 20 cm sügavas kihis kuivolluses  $\text{CaO} = 3,85\%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,032\%$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,33\%$ ;  $\text{N} = 3,42\%$ , mis võrdub ha kohta 10.857 kg  $\text{CaO}$ , 108 kg  $\text{K}_2\text{O}$ , 913 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  ja 9644 kg  $\text{N}$ .

Katsepind on 1913. aastast alates kultuuri all ja 1915. a. saadik on katsepinnal kulturniit. Katses tähendab: O = väetamata, K = esimestel aastatel 100 kg  $\text{K}_2\text{O}$  ja pärast 150 kg  $\text{K}_2\text{O}$  ha-le, S = 49 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  (superfosfaadis) ja P = 51 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Eesti fosforiidis) ha-le. Elektromeetrilisel teel määratud soomulla reaktsioon oli pH = 6,4 ümber.

Saakide võrdlus kg/ha.  
Vergleich der Erträge in kg je ha.  
1. Versuch.

	O	K	K + S	K + P
Keskmine Im Mittel 1922—1927 . . . . .	2 346	3 371	5 315	4 606
Aritm. keskmise keskm. viga	59	172	237	114
Mittlerer Fehler des Mittelwertes	2,5	5,1	4,5	2,5
Saakide võrdlus %%-des . . . . .	44,1	63,4	100,0	86,7
Vergleich der Erträge in %%				

Madalsoon väetamisel kaali- ja fosforväetisega on siin aastas saavutatud superfosfaadiga keskmine enamsaak (võrreldes ainult  $\text{K}_2\text{O}$ -väetist saanud niidupinna saagiga) 1944 kg/ha heina, E. fosforiidiga väetades oli siin keskmine enamsaak 1235 kg/ha heina. Seega osutub siin  $\text{P}_2\text{O}_5$  mõju E. fos-

<sup>11)</sup> W. Zöllner. Formeln und Tabellen zur Errechnung des mittleren Fehlers, 1925.

foriidis võrdseks umbes 63,5% tema mõjust superfosfaadis. E. fosforiidiga väetades oli tema väetasmõju võrdlemisi väike katse korraldamise esimestel aastatel, et ainult 2—3 aasta järel muutuda suuremaks.

## 2. katse.

See katse kestis (1928—1932) viie aasta jooksul. Siin sarnaneb soomuld 1. katse soomullale, olles temast suurema CaO- ja N-sisaldusega. Madalsooturba lagunemisjärk on siin L<sub>4</sub>. Katsepinnal on 1924. aastast saadik kultuurniit. Katses tähendab: O = väetamata, K = 100 kg K<sub>2</sub>O (40% kaalisoolas), S = 30 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfaadis), P = 33 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (E. fosforiidis) aasta ja ha kohta.

### Saakide võrdlus kg/ha.

Vergleich der Erträge in kg je ha.

2. Versuch.

	O	K	K + S	K + P
Keskmine Im Mittel 1928—1932 . . . . .	1 482	1 915	6 888	6 359
Aritm. keskmise keskm. viga	44	73	368	278
Mittlerer Fehler des Mittelwertes	3,0	3,8	5,3	4,4
Saakide võrdlus %%-des . . . . .	21,5	27,8	100,0	92,3
Vergleich der Erträge in %%				

Madalsoo väetamisel kaali- ja fosforväetisega on siin aastast saavutatud superfosfaadiga keskmine enamsaak (võrreldes ainult K<sub>2</sub>O-väetist saanud niidupinna saagiga) 4973 kg/ha, E. fosforiidiga väetades oli siin keskmine enamsaak 4444 kg/ha heina. Seega osutub selles katses P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mõju E. fosforiidis 89,3% tema mõjust superfosfaadis. E. fosforiidiga väetades oli ka selles katses esimeste 2—3 a. jooksul tema väetasmõju võrdlemisi väike.

## 3. katse.

See katse on kestnud (1928.—1936. a.) üheksa aasta jooksul. Seega on see katse kestnud pikema aja jooksul kui kõik teised katsed E. fosforiidiga. Seepärast peatun siinkohal pikemalt selle katse juures.

Madalsoo turba lagunemisjärk on siin L<sub>6</sub>, seega hästi lagunenenud turvas. Oma pealmises 20 cm sügavas kihis sisaldab soomuld CaO = 4,54%; K<sub>2</sub>O = 0,02%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,31% ja N = 3,14%, mis võrdub ha kohta: 18 160 kg CaO, 80 kg K<sub>2</sub>O, 1240 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ja 12 560 kg N. Katsepind on muudetud kultuurniiduks 1915. aastal. Hoolitsus sooniidu eest seisis rullimises, väetamises ja vahel ka äestamises. 1916.—1919. a. oli hoolitsus puudulik ja niit jäi mõni aasta väetamata. 1922.—1927. a., enne katse algust hoolitseti hästi kultuurniidu eest ja väetati korralikult kaali- ja fosforväetisega. Igal aastal kontrolliti heinkamara koostist botaanilise analüüsi abil, mida teostati L. Rinne meetodi abil vastavalt taimede esinemise sageduse ja osalt ka pinna katmise järgi astmetes 1 kuni 7, järgmise tähendusega: 1 = üksikult kuni väga vähe, 2 = vähe, 3 = peagu keskmiselt, 4 = keskmiselt, 5 = palju, 6 = väga palju ja 7 = ainuvalitsevalt. Heinkamara tiheduse määramine on sündinud kolmel viimasel aastal L. Rinne viieastmelisel meetodil, kus heinkamara tiheduse boniteerimisel tähendab: 1 = väga nõrk, 2 = nõrk, 3 = keskmine, 4 = hea ja 5 = väga hea. 1931. aastal tehti heinaseemne järelkülvi peale esimest niitu, külvates vähesel määral timutit, aruheina, keraheina ja punast ristikut.

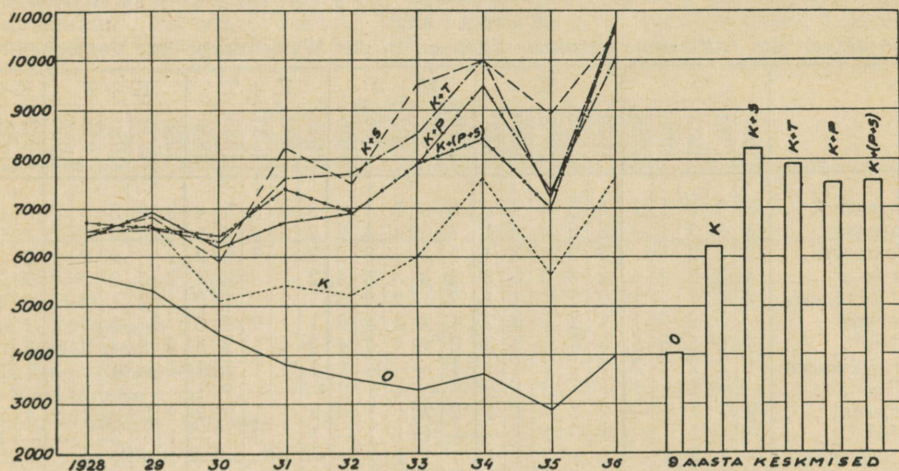
Katses tähendab: O = väetamata; K = 100 kg K<sub>2</sub>O (40% kaalisoolas); S = 27 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfaadis); T = 27 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (toomasjahus); P = 27 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (E. fosforiidis) ja (P + S) = 9 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfaadis) + 18 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (E. fosforiidis).

Saakide võrdlus kg/ha 1928.—1936. a. Aritm. keskmine ühes aritm. keskmise keskmise veaga.

Vergleich der Erträge in kg je ha 1928—1936. Arithmet. Mittel samt mittl. Fehler der Mittelwertes.

3. Versuch.

	O	K	K + S	K + T	K + P	K + (P + S)
1928	5 626	6 456	6 492	6 504	6 448	6 670
1929	5 280	6 650	6 786	6 574	6 908	6 602
1930	4 378	5 122	5 872	6 268	6 194	6 430
1931	3 796	5 448	8 230	7 582	6 668	7 394
1932	3 472	5 248	7 520	7 730	6 862	6 920
1933	3 322	6 004	9 468	8 504	7 932	7 928
1934	3 596	7 620	9 974	10 024	9 522	8 372
1935	2 900	5 658	8 922	7 160	7 300	6 988
1936	3 984	7 588	10 614	10 788	10 082	10 788
Keskmine — Mittel . . . . .	4 039	6 199	8 209	7 904	7 546	7 566
Aritm. keskm. keskm. viga } kg	103	135	145	106	142	110
Mittlerer Fehler d. Mittelwertes } %	2,6	2,2	1,8	1,3	1,9	1,5
Saakide võrdlus %%-des Vergleich der Erträge in %%	49,2	75,5	100,0	96,3	91,9	92,2



3. katse — 3. Versuch.

Keskliste arvatatud saakide võrdlus kg/ha 1928—1936.

Vergleich der mittleren verrechneten Erträge kg je ha 1928—1936.

Madal soo väetamisel kaali- ja fosforväetisega on siin aastast saavutatud keskmised (9 a. keskmise) enamsaadid (võrreldes ainult  $K_2O$ -väetist saanud niidupinna saagiga) superfosfaadiga 2010 kg/ha, toomasjahuga 1705 kg/ha, E. fosforiidiga 1347 kg/ha ja segafosfaadiga (superfosfaat + E. fosforiit) 1367 kg/ha heina.

Kui  $P_2O_5$  mõju võtta superfosfaadis 100,0%, siis osutub selles katses  $P_2O_5$  mõju toomasjahus 84,8%, Eesti fosforiidis 67,0% ning segafosfaadis 68,0%. Selles katses sisaldab soomuld ise võrdlemise rohkesti fosforhapet. Pidevalt langevad väetamata niidupindade saigid. Ainult headel heina-aastatel on siin võimalik tähele panna saakide suhtelist tõusu, nii 1936. aastal keskmiselt 3984 kg/ha ja 1934. aastal keskmiselt 3596 kg/ha heina.

Ühekülgset kaaliväetist saanud niidupinna saagid on keskmiselt väga kõrged (6199 kg/ha aastas!), mis oleneb katsele eelkäivate aastate fosforväetise järeilmõjust ja soomulla rohkest fosforhappesisaldusest. Headel heina-aastatel on siin niidupinna saagid isegi väga suured, nii 1934. aastal keskmiselt 7620 kg/ha ja 1936. aastal keskmiselt 7588 kg/ha heina. Siiski on ka sääraustes oludes fosforväetis hästi tasuv, sest temaga saavutatud enamsaagid (võrreldes ainult kaaliväetist saanud niidupinna saagiga) on selleks küllalt suured. Katses mainitud olude põhjusel pole esimesel kolmel aastal fosforiidiga väetatud niidupinnal heinasaagid madalamad kui väetades superfosfaadiga. Ainult katse korraldamise neljandast aastast paistavad silma suhtelised suuremad heinasaagid superfosfaati saanud niidu pindadel. Pärastpoole, eriti ka headel heina-aastatel, väheneb jälle vahe superfosfaati ja E. fosforiiti saanud niidupinna saakide vahel.

### 3. katse botaanilise analüüsi andmed.

Botaaniline analüüs teostati sooniidu heinkamara koostise selgitamiseks. Eriti tähtis on (õige üldmulje saamiseks heinkamara iseloomu kohta) üksikute temas esinevate taimede suhteline vahekord. Ruumi puudusel on siin toodud botaanilise analüüsi keskmised andmed ainult 1929., 1932., 1933., 1935. ja 1936. aastate kohta.

#### Üksikute taimede esinemise sagedus 3. katse heinkamaras.

Häufigkeit des Auftretens einzelner Pflanzen in der Wiesennarbe des Versuches.

	O					K					K + S					K + T				K + P				K+(P+S)													
	1929	1932	1933	1935	1936	1929	1932	1933	1935	1936	1929	1932	1933	1935	1936	1929	1932	1933	1935	1936	1929	1932	1933	1935	1936	1929	1932	1933	1935	1936							
<i>Phleum pratense</i> . . .	3	2	3	1	1	3	5	4	4	3	3	6	5	4	4	3	6	5	5	4	3	6	5	5	4	3	6	5	5	4	3	6	5	5	4	3	
<i>Festuca pratensis</i> . . .	3	2	2	1	—	3	3	4	3	1	3	3	4	3	2	2	3	4	4	1	3	4	4	4	2	4	3	4	4	2	4	3	4	4	2	4	
<i>Dactylis glomerata</i> . . .	2	2	2	1	—	2	2	4	3	1	2	3	4	2	2	2	3	4	2	2	2	3	5	2	2	2	3	5	2	2	3	5	3	3	3	3	
<i>Poa pratensis</i> . . . . .	3	3	2	2	4	2	3	3	3	3	2	3	3	3	4	2	3	3	3	4	2	3	3	3	4	2	3	3	3	4	2	3	2	3	4	2	3
<i>Alopecurus pratensis</i> . . .	2	—	1	—	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	3	1	2	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2
<i>Bromus inermis</i> . . . . .	—	1	2	2	1	1	2	2	3	2	1	2	3	3	2	1	1	2	4	3	—	1	3	2	1	—	1	3	2	1	—	1	3	1	—	—	
<i>Festuca rubra</i> . . . . .	4	6	5	5	5	3	5	5	3	5	3	4	4	3	4	3	4	5	2	5	3	5	4	3	5	3	5	4	2	5	4	2	5	4	2	5	
<i>Phalaris arundinacea</i> . . .	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Agrostis alba</i> . . . . .	—	—	1	1	1	—	—	2	1	2	—	—	—	1	2	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Triticum repens</i> . . . . .	2	1	1	1	—	2	3	1	1	1	2	2	1	1	3	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	4	2	2	2	3
<i>Poa trivialis</i> . . . . .	—	—	1	1	—	1	1	1	—	—	—	1	1	1	—	1	1	2	1	—	1	1	3	1	—	—	1	3	1	—	—	—	1	3	1	—	—
<i>Trifolium pratense</i> . . . . .	—	1	2	1	—	1	1	2	1	1	1	1	1	—	1	—	1	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trifolium repens</i> . . . . .	2	1	3	1	1	2	3	3	1	2	2	2	2	—	1	2	2	2	—	2	2	2	3	1	1	4	2	3	1	1	3	1	1	1	1	1	1
<i>Vicia cracca</i> . . . . .	3	2	2	1	2	2	2	2	2	—	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2	2	2
<i>Ranunculus acer</i> . . . . .	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	3	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	1	2	4	2	3	2	2	2
<i>Ranunculus repens</i> . . . . .	—	—	1	1	2	1	1	1	—	2	1	—	1	—	2	—	1	—	3	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rumex acetosa</i> . . . . .	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2	3	1	2	3	2	3	1	2	3	1	3	1	3	4	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3
<i>Taraxacum officinale</i> . . .	3	1	2	1	1	3	3	4	3	3	3	2	2	2	3	2	1	2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	1	2	2	2	3	3
<i>Cerastium caespitosum</i> . . . . .	—	1	1	1	1	—	—	1	1	1	1	—	1	1	1	—	—	—	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cirsium arvense</i> . . . . .	—	1	1	2	1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Campanula patula</i> . . . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Achillea millefolium</i> . . .	2	2	1	2	1	2	3	2	3	3	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2
<i>Filipendula ulmaria</i> . . . . .	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Geum rivale</i> . . . . .	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2
<i>Galium uliginosum</i> . . . . .	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hieracium sp.</i> . . . . .	1	1	1	—	1	1	1	2	—	1	1	—	—	1	1	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Luzula campestris</i> . . . . .	1	1	3	2	1	1	1	1	2	1	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Potentilla anserina</i> . . . . .	1	2	4	4	3	2	2	3	3	4	2	—	1	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
<i>Carex vulgaris</i> . . . . .	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Enne katse alustamist oli heinkamara koostis ühesugune. Katse ajal tekib vahe üksikutel niidupindadel heinkamara koostise suhtes, mis eriti paistab silma väetamata jäetud niidu pindadel, kus üldiselt väheneb vääruslikkude heintaimede hulk. Ka ühekülgsest ainult kaaliväetist saanud niidupindadel on heinkamaras suhteliselt vähenenud (eriti viimastel katse-aastatel) väärtuslikud heintaimed.

Niidu väetamisel E. fosforiidiga või segafosfaadiga oli heinkamar sama ilus, sisaldades umb. samal määral väärtuslikke heintaimi, kui superfosfaati või toomasjahu saanud niidupinna heinkamar. Kõik kaali- ja fosforväetist saanud niidupinna heinkamarad olid umbes võrdse saagivõimega superfosfaadi, toomasjahu, E. fosforiidi või segafosfaadi saamise puhul.

Heinkamara tihedus oli siin katse lõpu poole keskmiselt järgmine: 2 (O); 4 (K); 5 (K+S); 5 (K+T); 4—5 (K+P) ja 4—5 (K+P+S) man.

#### 4. katse.

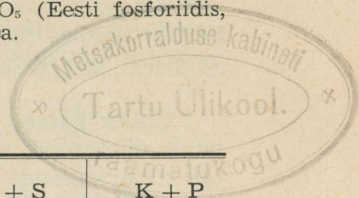
Katse kestis (1923.—1927. a.) viie aasta jooksul. See on fosforväetise järeelmõju katse. Soomulla olud on siin samasugused kui 1. katses.

1922. aastal anti ( $K_2O$ -väetise kõrval) 49 kg/ha  $P_2O_5$  superfosfaadis ja 51 kg/ha  $P_2O_5$  E. fosforiidis. 1923. aastast kuni 1927. aastani sündis niidupindade väetamine ainult kaalisoolaga, välja arvatud väetamata niidupinnad, mis ei saanud kaalit. Nii uuriti selles katses fosforväetise järeelmõju viie aasta jooksul. Katses tähendab: O = väetamata, K = 100 kg  $K_2O$  (40% kaalisoolas), S = 49 kg  $P_2O_5$  (superfosfaadis, antud ainult ühekordselt kevadel 1922. aastal), P = 51 kg  $P_2O_5$  (Eesti fosforiidis, antud ainult ühekordselt kevadel 1922. aastal) aasta ja ha kohta.

Saakide võrdlus kg/ha.  
Vergleich der Erträge in kg je ha.

	O	K	K + S	K + P
Keskmine 1923—1927 . . . . .	2020	2755	3649	3646
Im Mittel				
Aritm. keskmise keskm. viga } kg	49	181	150	89
Mittlerer Fehler des Mittelwertes } %%	2,4	6,6	4,4	2,3
Saakide võrdlus %%-des . . . . .	55,4	75,5	100,0	99,9
Vergleich der Erträge in %%				

Selle katse tulemused näitavad, et fosforväetisega väetades on tarvilik tema otsekohese mõju kõrval veel silmas pidada fosforväetise järeelmõju. Kui anti fosforiidis umbes sama palju  $P_2O_5$  kui superfosfaadis, siis oli mõlemate väetisainete järeelmõju keskmiselt 5 a. jaoks ühesuurune. Superfosfaadi järeelmõju oli suurim esimesel kolmel, eriti esimesel ja siis teisel aastal peale väetamist, ja muutus siis iga aastaga kiiresti väiksemaks. Eesti fosforiidi järeelmõju oli võrdlemisi väike esimesel kahel aastal, kus ta oli väiksem superfosfaadi järeelmõjust, et siis kolmandal aastal muutuda suuremaks ja ületada superfosfaadi järeelmõju. Eesti fosforiidi järeelmõjuga saavutatud keskmine (5 a. keskmine) enamsaak aastas (võrreldes ainult  $K_2O$ -väetist saanud niidupinna saagiga) on selles katses 891 kg/ha heina; superfosfaadi järeelmõju aga — 894 kg/ha.



## 5. katse.

Ka see on fosforväetise järelmõju katse. Katse kestis siin (1929.—1935. a.) seitsme aasta jooksul. Soomulla olud on siin samasugused kui 2. katses. Siin algas fosforväetise järelmõju uurimine seejärel, kui terve rea aastate jooksul oli niit väetatud vastavatel pindadel 30 kg/ha  $P_2O_5$  superfosfaadis ja 33 kg  $P_2O_5$  E. fosforiidis. 1929. aastast kuni 1935. aastani sündis niidu pindade (väetamata välja arvatud) väetamine ainult kaalisoolaga. Fosforväetise järelmõju selles katses uuriti seitsme aasta jooksul. Fosforiit on antud viimane kord 1927. a. sügisel ja superfosfaat 1928. kevadel. Katses tähendab: O = väetamata, K = 100 kg  $K_2O$  (40% kaalisoolas), S = 30 kg/ha  $P_2O_5$  (superfosfaadis, antud katse eelkäivatel aastail kevadeti kuni 1928. aastani), P = 33 kg/ha  $P_2O_5$  (E. fosforiidis, antud katse eelkäivatel aastail aasta ja ha kohta. Järelmõju katses on heinasaagid arvestatud alates 1929. aastaga.

Saakide võrdlus kg/ha. (Aritm. keskmine ühes aritm. keskmise keskm. veaga.)

Vergleich der Erträge in kg je ha. (Arithm. Mittel samt mittl. Fehler des Mittelwertes).

	O	K	K + S	K + P
Keskmine Im Mittel 1929—1935 . . . . .	1 183	1 534	3 492	5 591
Aritm. keskm. keskm. viga } kg	47	131	325	144
Mittl. Fehler des Mittelwertes } %%	4,0	8,5	9,3	2,6
Saakide võrdlus %%-des . . . . .	30,5	40,0	100,0	160,1
Vergleich der Erträge in %%				

Selles katses superfosfaadi järelmõju oli suurim esimesel kahel aastal peale väetamist, et siis iga aastaga muutuda kiiresti vähemaks. Siiski kestab superfosfaadi järelmõju katse lõpuni. Eesti fosforiidi järelmõju on väga suur esimesel 2—3 aastal peale väetamist, sest väetati E. fosforiidiga mõned aastad järgemööda enne 1929. a. Katse lõpuni kestab veel võrdlemisi tugev E. fosforiidi järelmõju, nii et niidu keskmised saagid aastas ei lange 4000 kg/ha allapoole. Selles katses Eesti fosforiidi järelmõju on kestnud rahuldavalt seitsme aasta jooksul.

E. fosforiidi järelmõjuga saavutatud keskmine (5 a. keskmine) enamsaak aastas (võrreldes ainult  $K_2O$ -väetist saanud niidupinna saagiga) on selles katses 4057 kg/ha heina; superfosfaadi järelmõjuga aga — 1958 kg/ha. Seega osutub selles katses  $P_2O_5$  järelmõju E. fosforiidis umbes 207%  $P_2O_5$  järelmõjust superfosfaadis. Selle katse andmed pole küllalt täpsad võrdlemisi suure keskmise vea % tõttu; peale selle E. fosforiidis oli antud 3 kg  $P_2O_5$  võrra rohkem (katse eelkäivatel aastail) kui superfosfaadis, seepärast pole võimalik otseselt võrrelda E. fosforiidi ja superfosfaadi järelmõju omavahel. Siisk selgub selle katse tulemustest, et E. fosforiidi järelmõju on olnud seitsme aasta jooksul palju suurem superfosfaadi omast. Näib, et varematal aastatel antud E. fosforiidi fosforhapest mullas on suhteliselt palju rohkem alal hoidunud kui superfosfaadi fosforhapest. Seetõttu on katses fosforiidi järelmõju suhteliselt ka õige suur.

**Katsete tulemuste hinnang madalsooniidu otstarbekohase väetamise seisukohalt Eesti fosforiidiga.**

Kõigist katsete andmeist selgub, et madalsooniite on läinud korda edukalt väetada Eesti fosforiidiga. Madalsoo väe-

tamisel kaali- ja fosforvætisega on aastas saavutatud E. fõsforiidiga keskmised enamsaagid (võrreldes ainult vastavate  $K_2O$ -vætist saanud niidupinna saakidega) 1235 kg/ha kuni 4444 kg/ha, misjuures  $P_2O_5$  mõju Eesti fosforiidis oli umbes 63,5% kuni 89,3%  $P_2O_5$  mõjust superfosfaadis.

Eesti fosforiidi vætusmõju on harilikult väike esimesel (peale E. fosforiidi tarvituselevõtmist) kahel aastal. E. fosforiidiga vætades oli ka niidu hein k a m a r s a m a i l u s, sisaldades samal määral väärtuslikke heintaimi, kui oli leida superfosfaati saanud niidupinnal, olles temaga umb. võrdse saagivõimega.

Soomulla reaktsioon ühenduses tema lubjasisaldusega võib mõju avaldada E. fosforiidi vætusmõjule. Ühel Tooma Sookatsejaamas korraldatud madalsooniidu vætuskatsel E. fosforiidiga <sup>1)</sup> olid järgmised tulemused:

E. fosforiidi mõju olemus mitmesugustest soomulla oludest, eriti happesusest.

Abhängigkeit der Wirkung der E. Phosphorits von verschied. Verhältnissen des Moorbodens, besonders seiner Reaktion.

	Happesus Reaktion pH	Turba lagunemis- järg Zersetzungsgrad des Torfes	CaO kg/ha 20 cm sügavas kihis in d. 20 cm tiefen Oberflächenschicht	Fosforiidi vætusmõju protsentides superfosfaadi vætusmõjust Die Wirkung der Phosphoritdüngung in % der Wirkung der Superphosphatdüngung
1.	6,21	L <sup>3</sup>	6 510	94,8
2.	6,69	L <sup>4</sup>	8 156	94,1
3.	6,93	L <sup>5</sup>	14 388	68,4

Toodud andmeist näib, et E. fosforiidi vætusmõju siis väheneb, kui suurema lubjasisalduse juures ka soomulla happesus muutub vähemaks, lähenedes neutraalpunktile (pH = 7,0).

Eesti madalsoomuldade keskmine happesus pealmises 20 cm sügavas kihis on pH = 6,22; alumises (20—40 cm) kihis pH = 6,27. Väga harva E. madalsoomulla happesus seisab neutraalpunkti lähedal. Meie madalsoomuldade happesuse seisukohalt vaadatuna osutub E. fosforiit heaks fosforvætiseks kultuurrohumaadele soopinnal.

E. fosforiidi järelmõju on üldse suurem superfosfaadi omast. Näib, et teatava aja jooksul peale vætamist isegi ainult vähesel määral hapu soomulla oludes kogu  $P_2O_5$  E. fosforiidis muutub heintaimedele kättesaadavaks.

Kui pilku heita 5. katse andmeile, siis olid saavutatud  $P_2O_5$  järelmõjuga ( $K_2O$ -vætise kõrval) keskmised heinasaagid (7 a. keskmine) 3492 kg/ha superfosfaadi juures ja 5591 kg/ha E. fosforiidi juures, s. t. viimasel juhul igal aastal keskmiselt 2099 kg/ha rohkem. Seitsme aasta jooksul terve E. fosforiidiga saavutatud enamsaak (võrreldes superfosfaadiga vætatud niidupinna saagiga) on 14 693 kg. Kui oletada, et enne järelmõju katse algust võrdsete heinasaakide tootmiseks on E. fosforiidist kasustatud umbes sama palju  $P_2O_5$  kui superfosfaadist, siis pole säärane enamsaak

<sup>1)</sup> Leo Rinne. Madalsoo-heinamaa fosforhappevætus, eriti E. fosforiit vætisena. Katseasjanduse Nõukogu toimetused nr. 4. Eesti Sooparanduse Seltsi teated nr. 13, 1928 (lk. 56).

(14 693 kg/ha) üldse võimalik. Näib, et samasuguste heinasaakide moodustamiseks on enne järelmõjukatse algust superfosfaadiga väetades läinud märksa rohkem  $P_2O_5$  kui E. fosforiidiga väetamise puhul. See on kergesti arusaadav, kui silmas pidada, et  $P_2O_5$  superfosfaadis on hästi liikuva iseloomuga ja taimedele kergesti kättesaadav; E. fosforiidi fosforhape on aga suhteliselt raskemalt kättesaadav taimedele. Seetõttu on superfosfaadiga väetades loodud heintaimedele häid luksuskonsuumi võimalusi  $P_2O_5$  suhtes, mis puuduvad E. fosforiidi juures. Selle nähtuse põhjusel on võimalik, et sama suurte heinahulkade tootmiseks läheb rohkem  $P_2O_5$  superfosfaadis kui E. fosforiidis. Sel alusel võiks arvata, et ka meie katses on kuni 1929. aastani heinasaakidega ära viidud mullale väetises antud  $P_2O_5$  suhteliselt palju rohkem väetades superfosfaadiga kui E. fosforiidiga väetamise puhul. Seetõttu on seletatav 7 a. jooksul saavutatud suur enamsaak (14 693 kg/ha) E. fosforiidiga (võrreldes superfosfaadiga väetatud niidupinna saagiga).

Kui sooniidu väetamisel tarvitatakse suhteliselt palju taimedele kergesti kättesaadaval kujul  $P_2O_5$ , siis võib toimuda suuremal või vähemal määral fosforhappe luksuskonsuum heintaimede poolt. Tooma Sookatsejaama madalsooniidu väetuskatsetes näitavad heinte analüüsid järgmist  $P_2O_5$  protsenti heinte kuivolluses:

Väetuses antud	Väetamata	60 kg/ha $P_2O_5$	60 kg/ha $P_2O_5$ + + 45 kg/ha $K_2O$	60 kg/ha $P_2O_5$ + + 90 kg/ha $K_2O$
$P_2O_5$ % heinas	0,55	1,59	0,89	0,74
Heinasaak (abs. kuiv) kg/ha	1474	1262	4756	5156

Väetuses antud	Väetamata	50 kg/ha $P_2O_5$	50 kg/ha $P_2O_5$ + 50 kg/ha $K_2O$
$P_2O_5$ % heinas	0,46	0,90	0,60
Heinasaak (abs. kuiv) kg/ha	1779	2747	4624

Esimesel juhul sisaldab soomuld vähe  $K_2O$  (0,032% või 108 kg/ha  $K_2O$  20 cm sügavas kihis), teisel juhul rohkem (0,22% või 1254 kg/ha  $K_2O$  20 cm sügavas kihis), seepärast on  $P_2O_5$  luksuskonsuum esimesel juhul võimalik suuremal määral kui teisel juhul. Sel põhjusel on ka heinas 0,42%  $K_2O$  esimesel ning 0,90%  $K_2O$  teisel juhul ja heintega ära viidud  $K_2O$  hulk esimesel juhul 5,4 kg/ha ja 24,7 kg/ha teisel juhul.

#### Madalsooniidu väetamine Eesti fosforiidiga.

E. fosforiit on võrdlemisi pikaldase mõjuga väetisaine. Seepärast tuleb fosforiit maha külvata võimalikult vara ja ta hästi segada soomullaga soomulla harimise teel. Parimaks väetamise ajaks on sügis.

E. fosforiidiga sood väetades on eriti tähtis tema järelmõju. Oludes, kus eelmise aastal kultuurtaimed on tugevasti väetatud fosforväetisega, on sellel väetisel võrdlemisi suur järelmõju. Säärastel maa-aladel võib see-

pärast kohe väetada küllalt suure E. fosforiidi hulgaga. Vastasel korral peaks esimesel E. fosforiidi tarvitusele võtmise aastal peale fosforiidi veeki kasustama superfosfaati, milles fosforhape on kiiresti kättesaadav kultuurtaimedele. Jääb siin superfosfaat ära esimesel aastal, siis võivad siin kultuurtaimed kannatada nälga fosforhappe suhtes fosforiidi pikaldase mõju tõttu. Seepärast on soovitatav säärasel juhul tugevam fosforiidi väetus ja peale selle veel lisaväetus superfosfaadi näol, vähemalt esimesel aastal. Kui soomuld ise sisaldab rohkesti  $P_2O_5$ , siis võib vahel kokku hoida fosforväetise suhtes.

Väetuskatsete üldtulemusena selgub, et madal-soo kultuurniidul sama fosforhappe hulga juures väetises on ta mõju E. fosforiidis võrdne umbes  $\frac{2}{3}$  tema mõjust superfosfaadis.

Madalsooniidu keskmise heinasaagi (kuni 6000 kg/ha) saavutamiseks on tarvis niidule anda (kaaliväetise kõrval) aasta ja ha kohta Eesti fosforiidis umbes 45—60 kg  $P_2O_5$  (umbes  $1\frac{1}{2}$ —2 kotti rikastatud E. fosforiiti).

### Lõppkokkuvõte.

1. Madalsooniidu väetamisel kaali- ja fosforväetisega on Tooma Sookatse-jaama 1. katses saavutatud superfosfaadiga keskmine (6 a. keskmine) heinasaak aastas 5315 kg/ha, 1944 kg/ha keskmise enamsaagi (võrreldes ainult  $K_2O$ -väetist saanud niidupinna saagid) juures; E. fosforiidi juures oli niidu keskmiseks heinasaagiks aastas 4606 kg/ha, 1235 kg/ha keskmise enamsaagi man. Seega osutub siin  $P_2O_5$  mõju E. fosforiidis võrdseks umb. 63,5% tema mõjust superfosfaadis.
2. Madalsooniidu väetamisel kaali- ja fosforväetisega T. S. 2. katses on saavutatud superfosfaadiga keskmine (5 a. keskmine) heinasaak aastas 6888 kg/ha, 4973 kg/ha keskmise enamsaagi (võrreldes ainult  $K_2O$ -väetist saanud niidupinna saagiga) juures; E. fosforiidi juures oli niidu keskmiseks heinasaagiks aastas 6395 kg/ha, 4444 kg/ha keskmise enamsaagi man. Seega osutub siin  $P_2O_5$  mõju E. fosforiidis võrdseks umb. 89,3% tema mõjust superfosfaadis.
3. Madalsooniidu väetamisel kaali- ja fosforväetisega T. S. 3. katses on saavutatud superfosfaadiga keskmine (9 a. keskmine) heinasaak aastas 8209 kg/ha, 2010 kg/ha keskmise enamsaagi (võrreldes ainult  $K_2O$ -väetist saanud niidupinna saagiga) man; toomasjahu juures oli vastavalt keskmiseks saagiks 7904 kg/ha ning keskmiseks enamsaagiks 1705 kg/ha; E. fosforiidi juures oli vastavalt keskmiseks saagiks 7546 kg/ha ning keskmiseks enamsaagiks 1347 kg/ha ja segafosfaadi juures oli vastavalt keskmiseks saagiks 7566 kg/ha ning keskmiseks enamsaagiks 1367 kg/ha. Kui  $P_2O_5$  mõju võtta superfosfaadis 100,0%, siis osutub selles katses  $P_2O_5$  mõju toomasjahus 84,8%, E. fosforiidis 67,0% ning segafosfaadis 68,0%.
4. Madalsooniidu väetamisel ( $K_2O$ -väetuse kõrval) E. fosforiidiga või segafosfaadiga oli heinkamar sama ilus, sisaldas umbes samal määral väärtuslikke heintaimi kui superfosfaati või toomasjahu saanud heinkamar.
5. Madalsooniidu väetamisel kaali- ja fosforväetisega T. S. 4. katses on saavutatud superfosfaadi järelmõjuga keskmine (5 a. keskmine) heinasaak aastas 3649 kg/ha, 894 kg/ha keskmise enamsaagi (võrreldes ainult  $K_2O$ -väetist saanud niidupinna saagiga) man; E. fosforiidi järelmõjuga oli niidu keskmiseks heinasaagiks aastas 3646 kg/ha, 891 kg/ha

keskmise enamsaagi man. Seega osutub keskmiselt peagu ühesuguseks mõlemate  $P_2O_5$ -väetisainete järelmõju 5 a. jooksul, ehk küll superfosfaadi järelmõju oli suurim esimesel kolmel (eriti esimesel ja teisel) aastal peale väetamist ning E. fosforiidi järelmõju oli võrdlemisi väike esimesel kahel aastal, et siis muutuda suuremaks kolmandal aastal, et juba ületada superfosfaadi järelmõju.

6. Madalsoonitud väetamisel kaali- ja fosforväetisega T. S. 5. katses on saavutatud superfosfaadi järelmõjuga keskmine (7 a. keskmine) heinasaak aastas 3492 kg/ha, 1958 kg/ha keskmise enamsaagi (võrreldes ainult  $K_2O$ -väetist saanud niidupinna saagiga) man; E. fosforiidi järelmõjul oli niidu keskmiseks heinasaagiks aastas 5591 kg/ha, 4057 kg/ha keskmise enamsaagi man. Seega osutub selles katses  $P_2O_5$  järelmõju E. fosforiidis umbes 207%  $P_2O_5$  järelmõjust superfosfaadis.
7. Madalsoonitud on läinud korda edukalt väetada E. fosforiidiga, misjuures tema väetuse mõju (sama  $P_2O_5$  hulga juures väetises) on võrdne umbes  $\frac{2}{3}$  tema mõjust superfosfaadis.
8. E. fosforiidi järelmõju on üldse suurem superfosfaadi järelmõjust. Näib, et teatava aja jooksul peale väetamist kogu  $P_2O_5$  hulk E. fosforiidis muutub kättesaadavaks heintaimedele (isegi ainult väga vähesel määral veel hapu soomulla reaktsiooni juures).
9. Kui soonitud väetamisel tarvitatakse suhteliselt palju taimedele kergeti kättesaadaval kujul  $P_2O_5$ , siis võib toimuda suuremal või vähemal määral fosforhappe luksuskonsum heintaimede poolt.
10. Madalsoonitud keskmise heinasaagi (kuni 6000 kg/ha) saavutamiseks on tarvis niidule anda (kaaliväetise kõrval) aasta ja ha kohta Eesti fosforiidis umbes 45—60 kg  $P_2O_5$ .

### Zusammenfassung.

#### Über die Düngung der Niedermoorböden mit „Eesti Phosphorit“.

Prof. Dr. Leo Rinne.

Für die Düngung der Kulturen auf unserem Niedermoorboden stehen uns als  $P_2O_5$ -Dünger hauptsächlich Superphosphat und „Eesti Phosphorit“ zur Verfügung. Schon vor dem Weltkrieg sind Rohphosphate (Tricalciumphosphate) verschiedentlich erfolgreich als  $P_2O_5$ -Dünger angewandt worden. Besonders geeignet hat sich Phosphorit bei der Düngung saurer Hochmoorböden erwiesen, weil diese auch nach der angemessenen Kalkung noch immer einen Überschuss an freien, die Phosphorsäure der Rohphosphate aufschließenden Humussäuren besitzen. Es wird jedoch angenommen, dass die Rohphosphate bei der Düngung der Moore nur für die Hochmoorböden in Betracht kommen.

Im Kambrischen Schichtengefolge Estlands lagert der Unguliten-Sandstein, in welchem die Muscheln des Obolus Apollinis vorkommen. Diese Muscheln häufen sich bisweilen in grossen Mengen an und bestehen ihrer chemischen Zusammensetzung nach aus phosphorsaurem Kalzium. Durch grössere Anhäufung der Muscheln

des Obolus im Unguliten-Sandstein wird derselbe in einen phosphorhaltigen Schichtenhorizont, den „Eesti Phosphorit“, verwandelt. Auf mechanischem Wege angereicherter „Eesti Phosphorit“ ist im Handel zu haben, und er enthält 28—30%  $P_2O_5$ .

Um den Wert des „Eesti Phosphorit“ als  $P_2O_5$ -Dünger für Niedermoorulturen zu prüfen, sind von mir seit 1922 eine ganze Reihe von Untersuchungen zusammen mit Düngungsversuchen in Tooma (der Estländischen Moorversuchsstation) ausgeführt worden, über welche hier kurz berichtet werden soll.

Hier folgen nun für alle Wiesendüngungsversuche die verrechneten durchschnittlichen Erträge in kg je ha, arithm. Mittel samt mittl. Fehler des Mittelwertes. (Siehe estnischen Text mit Tabellen.) Bei der Verarbeitung der Versuchsergebnisse sind die Formeln und Tabellen zur Errechnung des mittleren Fehlers von W. Zöllner benutzt worden.

#### 1. Versuch.

In diesem Versuch handelt es sich um einen (wenig bis mittelmässig zersetzt Hypneto-Magnocaricetum-Torf) Niedermoorboden, welcher reich an N und

CaO ist, dagegen verhältnismässig wenig  $P_2O_5$  und recht wenig  $K_2O$  enthält.

Von den mit Kalisalz und (S) Superphosphat (49 kg  $P_2O_5$  je ha und Jahr) gedüngten Versuchsflächen der Wiese ist ein durchschnittlicher Mehrertrag von 1944 kg Heu je Jahr und ha gegenüber den mit nur Kalisalz gedüngten Flächen erzielt worden. Bei der entsprechenden Düngung mit (P) E. Phosphorit macht dieser Mehrertrag 1235 kg Heu aus. Somit beträgt hier die Wirkung der  $P_2O_5$  im E. Phosphorit ungefähr 63,5% der Wirkung derselben im Superphosphat. In den ersten Jahren nach der Düngung mit E. Phosphorit war seine Wirkung verhältnismässig gering um erst im (2) 3 Jahre bedeutender zu werden.

#### 2. Versuch.

Hier ist der Torf des Moorbodens mittelmässig zersetzt und enthält viel N und CaO, recht wenig  $K_2O$  und etwas mehr  $P_2O_5$  als im 1. Versuch. In diesem Versuch wurde den Versuchsflächen 30 kg  $P_2O_5$  im Superphosphat (S) und 33 kg  $P_2O_5$  im E. Phosphorit (P) je Jahr und ha gegeben.

Von den mit Kalisalz und Superphosphat gedüngten Wiesenflächen ist hier ein durchschnittlicher Mehrertrag von 4973 kg Heu je Jahr und ha gegenüber den mit nur Kalisalz gedüngten Flächen erzielt worden. Die entsprechende Düngung mit E. Phosphorit erzeugt einen Mehrertrag von 4444 kg. So beträgt hier die Wirkung der  $P_2O_5$  im E. Phosphorit ungefähr 89,3% der Wirkung derselben im Superphosphat.

#### 3. Versuch.

Dieser Niederungsmoorboden ist recht N- und CaO-reich.

Von den mit Kalisalz und (S) Superphosphat gedüngten Wiesenflächen ist hier ein durchschnittlicher Mehrertrag von 2010 kg Heu je Jahr und ha gegenüber den mit nur Kalisalz gedüngten Flächen erzielt worden. Die entsprechenden Düngungen haben folgende durchschnittliche Mehrerträge ergeben: bei (T) Thomasmehl 1705 kg, bei (P) E. Phosphorit 1347 kg und bei Superphosphat + E. Phosphorit 1367 kg. Ist die Wirkung der  $P_2O_5$  im Superphosphat als 100,0% angenommen, so beträgt hier die Wirkung der  $P_2O_5$  im Thomasmehl 84,8%, im E. Phosphorit 67,0% und in Superphosphat + E. Phosphorit 68,0% (In allen Fällen sind 27 kg  $P_2O_5$  je Jahr und ha gegeben worden.)

Aus den Ergebnissen der hier angeführten Versuche ersehen wir, dass E. Phosphorit bei der Düngung von Niederungsmoorwiesen erfolgreich angewandt werden kann. Gegenüber den nur mit Kalisalz gedüngten Flächen sind in diesen Versuchen mit E. Phosphorit bedeutende Mehrerträge erzielt worden, wobei die Wirkung der  $P_2O_5$  im E. Phosphorit unge-

fähr 63,5% bis 89,3% der Wirkung derselben im Superphosphat betrug. Das ist auch wirtschaftlich recht günstig, weil 1 kg  $P_2O_5$  im E. Phosphorit mehr als zweimal billiger ist als im Superphosphat.

Bei alljährlich wiederholter Düngung der Niederungsmoorwiese mit E. Phosphorit war die Wirkung derselben anfangs (ungefähr 2 Jahre) verhältnismässig geringer, um nachher in den folgenden Jahren anzusteigen.

#### 4. Versuch.

Hier ist der Moorboden derselbe, wie im 1. Versuch. In diesem Versuch wurde die Nachwirkung der Phosphorsäuredüngung untersucht, nachdem im Jahre 1922 im Superphosphat (S) 49 kg  $P_2O_5$  und im E. Phosphorit (P) 51 kg  $P_2O_5$  je ha der Niederungsmoorwiese gegeben worden war. Von 1923 bis 1927 wurde auf allen Versuchsflächen (die ungedüngten ausgenommen) nur mit Kalisalz gedüngt. Somit ist hier die Nachwirkung der  $P_2O_5$ -Düngung fünf Jahre lang untersucht worden.

Aus den Ergebnissen dieses Versuches können wir ersehen, dass es notwendig ist bei der Düngung der Niederungsmoorwiese mit Phosphorsäuredünger, die Nachwirkung derselben zu berücksichtigen, wobei hier die Nachwirkung der Düngung mit E. Phosphorit im Mittel für fünf Jahre gleich war der Nachwirkung derselben mit Superphosphat. Die Nachwirkung der Düngung mit Superphosphat war am grössten in den ersten drei, besonders den beiden ersten, der Düngung nachfolgenden Jahren, um sich dann alljährlich rasch zu verringern. Die Nachwirkung der Düngung mit E. Phosphorit ist anfangs geringer als die des Superphosphates, um beginnend mit dem dritten Jahre in der Nachwirkung das Superphosphat zu übertreffen.

#### 5. Versuch.

Hier ist der Moorboden derselbe, wie im 2. Versuch. Auch in diesem Versuch wurde die Nachwirkung der Phosphorsäuredüngung untersucht, nachdem mehrere Jahre lang auf den entsprechenden Versuchsflächen der Niederungsmoorwiese im Superphosphat (S) 30 kg  $P_2O_5$  und im E. Phosphorit (P) 33 kg  $P_2O_5$  je ha gegeben worden war. Von 1929 bis 1935 wurde nur mit Kalisalz auf allen Versuchsflächen (die ungedüngten ausgenommen) gedüngt. Hier ist also die Nachwirkung der  $P_2O_5$ -Düngung sieben Jahre lang untersucht worden.

Die Nachwirkung der Düngung mit Superphosphat war in diesem Versuch am grössten in den beiden ersten Jahren, um sich danach bedeutend zu verringern. Beim E. Phosphorit ist die Nachwirkung (weil einige Jahre vor Beginn des Versuches all-

jährlich gegeben) in den ersten 2—3 Jahren des Versuches recht gross, um dann später, obgleich geringer als anfangs, jedoch noch befriedigend anzuhalten, wobei die Erträge der Wiese nicht unter 4000 kg je Jahr und ha herabsinken.

Von den mit Kalisalz und Superphosphat (vor 1929) gedüngten Wiesenflächen ist hier ein durchschnittlicher Mehrertrag von 1958 kg Heu je Jahr und ha gegenüber den mit nur Kalisalz gedüngten Flächen erzielt worden. Bei E. Phosphorit hat die entsprechende Düngung einen Mehrertrag von 4057 kg ergeben. So beträgt hier in der Nachwirkung die Wirkung der  $P_2O_5$  im E. Phosphorit ungefähr 207% der Wirkung derselben im Superphosphat. Die Ergebnisse dieses Versuches sind nicht einwandfrei, weil die entsprechenden Versuchsflächen vor Untersuchung der Nachwirkung bei der Düngung mit E. Phosphorit mit etwas mehr  $P_2O_5$  angereichert worden sind, als bei der Düngung mit Superphosphat. Ausserdem ist in diesem Versuch der Versuchsfehler ziemlich gross.

Der Bestand der Pflanzennarbe ist für alle Versuche alljährlich festgestellt worden. Die botanische Analyse des Bestandes der Pflanzennarbe hat ergeben, dass bei der Düngung der Niedermoorwiese mit E. Phosphorit der Gehalt an wertvollen Futtergräsern derselbe ist, wie bei der Düngung mit Superphosphat.

Aus den Versuchen ist zu ersehen, dass fast die ganze  $P_2O_5$  des E. Phosphorits mit der Zeit den Wiesenpflanzen im Niedermoorboden zugänglich wird, wobei der Moorboden reich an Kalk und die Reaktion derselben von  $pH =$  ungefähr 6,3—6,7 war. Jedenfalls ist die Wirkung des E. Phosphorits von den verschiedenen Eigenschaften des Moorbodens, besonders seiner Reaktion, abhängig, was auch aus folgenden Untersuchungen an Wiesenflächen in Tooma zu ersehen ist (siehe Tabelle im estnischen Text).

Der Zersetzungsgrad des Torfes wird in Tooma nach meiner Methode untersucht, wobei bedeutet:

- $L_1 =$  unzersetzt oder fast unzersetzt,
- $L_2 =$  wenig zersetzt,
- $L_3 =$  fast mittelmässig zersetzt,

- $L_4 =$  mittelmässig zersetzt,
- $L_5 =$  ziemlich gut zersetzt,
- $L_6 =$  gut zersetzt,
- $L_7 =$  vollkommen zersetzt.

Es hat den Anschein, dass ein verhältnismässig reichlicher Gehalt an Kalk im Niedermoorboden bei schwachsaurer Reaktion desselben ( $pH = 6,21$  bis  $pH = 6,69$ ) kein Hindernis zur verhältnismässig guten Ausnutzung der  $P_2O_5$  des E. Phosphorits von Seiten der Wiesenpflanzen bildet. Beim Ansteigen des Kalkgehalts im Moorboden, so dass seine Reaktion sich schon dem Neutralpunkte nähert ( $pH = 6,93$ ), verringert sich die düngende Wirkung der  $P_2O_5$  des E. Phosphorits.

Somit haben die in Tooma ausgeführten Versuche und Untersuchungen ergeben, dass E. Phosphorit mit gutem Erfolg auch zur Düngung nur schwachsaurer kalkreicher Niedermoorwiesen verwandt werden kann, wobei seiner Nachwirkung die grösste Bedeutung zukommt. Um schon in den ersten Jahren nach der Düngung der Niedermoorwiese mit E. Phosphorit einen Düngerbedarf der Wiesenpflanzen befriedigenden Nachwirkung der Düngung zu erhalten, muss daher E. Phosphorit anfangs in genügend grosser Menge zur Düngung verwandt werden und wenigstens noch im ersten Jahre der Niedermoorwiese auch noch etwas Superphosphat gegeben werden.

Bei gleicher Menge an  $P_2O_5$  im Dünger, beträgt die Wirkung der Phosphorsäure im E. Phosphorit ungefähr  $\frac{2}{3}$  der Wirkung derselben im Superphosphat.

Für die Düngung der Niedermoorwiese (bei mittlerem Ertrag derselben bis 6000 kg/ha Heu) sind im E. Phosphorit vorläufig ungefähr 45—60 kg  $P_2O_5$  je Jahr und ha zu geben.

