

ÕESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
FÜÜSIKALIS-MATEMAATILISTE JA TEHNILISTE TEADUSTE OSAKOND
TÖÖSTUSPROBLEEMIDE INSTITUUT

Nr. 2 (11)

A. AVASTE

KEEMIA TEADUSTE KANDIDAAT

FOSFORIIT-TURVASKOMPOST

С РЕЗЮМЕ:

ФОСФОРИТНО-ТОРФЯНОЙ КОМПОСТ



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“

Duplum

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA
FÜÜSIKALIS-MATEMAATILISTE JA TEHNILISTE TEADUSTE OSAKOND
TÖÖSTUSPROBLEEMIDE INSTITUUT

Nr. 2 (11)

A. AVASTE

KEEMIA TEADUSTE KANDIDAAT

FOSFORIIT-TURVASKOMPOST

С РЕЗЮМЕ:
ФОСФОРИТНО-ТОРФЯНОЙ КОМПОСТ



RK „TEADUSLIK KIRJANDUS“
TARTU, 1947



12204

A-16089

Eessõna.

Et käesolev stalinlik viisaastak näeb ette meie põlluviljakuse kiire ja püsiva tõstmise, mille läbiviimiseks tuleb kasutada kõiki teaduslikke saavutusi ja nendel baseeruvaid agrotehnilisi võtteid, siis ei tohiks see teos ja selles kirjeldatud katsete tulemuste teadlik rakendamine olla liigsed. Meie põlluviljakuse madala seisu peamisteks põhjusteks on meie põldude vaesus taimetoitainest ja huumusekihi mitteküllaldane paksus, mis ei lase ka kunstväetise kasutamisel selle mõju täielikult esile pääseda. Muidugi on ka teisi puudusi, nagu ebasoodus põhjavee seis, lubjavaesusest tingitud liigne happesus, mikroelementide puudus, madal kündmine, nõrk harimine jne.

Küllaldaselt paks huumusekiht on aga kõrge, püsiva ja ikaldusteta viljasaagi kindlustamise eeltingimusi. Ta imab kiiresti ja mahutab endasse suurel hulgal sademeid, laskmata neid läbi nõrguda või pealt ära voolata. Ta annab niiskust taimedele kasutamiseks tarviduse järgi, olles seega niiskuse akumulaatoriks ja muutes põllu põuakindlaks. Ta absorbeerib oma tumeda värvuse tõttu palju päikesekiiri ja on tegevusväljaks mikroobidele, kes oma elutegevusega soojendavad maapinda ja aitavad taimetoitaineid taimedele kättesaadavaks teha. Ta ei lase vihmaveel lahustuvaid taimetoitaineid välja uhtuda, vaid seob neid oma kolloidsete geeliolekus osakestega, kuni nad taimede poolt ära tarvitatakse. Ta annab põllule hea puhvervõime, s. t. ta ei lase põllu reaktsiooni (pH) muutumist ühe või teise, happelise või leelise kunstväetise tarvitamisel esineda liialt teravalt, taimekasvule kahjulikult. Ta on heaks keskkonnaks taime juurte arenemisele jne.

Huumusekihi loomiseks ja suurendamiseks on vaja orgaanilisi väetisi, nagu sõnnik, haljasväetis ja kompost. Nii kiireks viljasaagi tõstmiseks, nagu meilt neljanda viisaastaku täitmine nõuab, tuleb kahtlemata kasutada kõiki võimalikke orgaaniliste väetiste liike. Peamiseks abistajaks osutub meile siin turvas, sest me omame väga suuri turbatagavarasid ja õnneks asuvad need võrdlemisi hästi jaotatuina üle kogu meie territooriumi. Turvast tuleb kasutada niipalju kui vähegi võimalik sõnniku omaduse ja hulga tõstmiseks,

kuid üksnes sellest ei piisa veel meie mulja struktuuri kiireks parandamiseks, nagu ei piisa ka haljasväetise kasutamisest, vaid neile lisaks peame tootma suurel hulgal turvaskomposte. Üks nendest kompostidest on fosforiit-turvaskompost, mille uurimisele on pühendatud käesolev töö.

A u t o r.

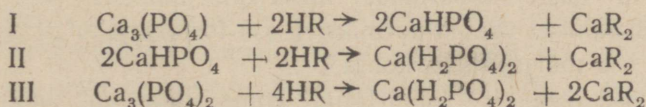
Sissejuhatus.

Looduslikes fosfaatides esineb fosforhape peamiselt trikalsiumfosfaadina, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, milline ühend on raskesti lahustuv nii vees kui ka ammoniumtsitraadi ja sidrunhappe lahustes. Järelikult ei ole looduslikud fosfaadid ehk fosforiidid mineraalmaade väetamiseks eduga kasutatavad, sest neis leiduv fosforhape (P_2O_5) ei ole taimedele küllaldaselt kättesaadav. Seepärast valmistatakse looduslikest fosfaatidest keemilise töötlemise teel väetusaineid, milles fosforhape esineb sellise ühendina, mis oma lahustuvuse tõttu on taimedele kättesaadav.

Keemiliselt toodetud fosforväetistest on tähtis ja laialt tarvitata superfosfaat. Fosforhape esineb superfosfaadis monokaltsiumfosfaadina, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, mis on vees lahustuv. Dikaltsiumfosfaat, CaHPO_4 , millest peamiselt koosneb pretsipitaat, ei lahustu vees, kuid lahustub ammoniumtsitraadi ja sidrunhappe lahustes ning tema fosforhape on ka taimedele omastatav.

On tähele pandud, et looduslikud fosfaadid ehk fosforiidid, nende hulgas ka eesti fosforiit, annavad väetusainena tarvitades soo- ja turbamullamaadel paljudel juhtudel rahuldavaid tulemusi¹, kuna mittehapudel mineraalmaadel jääb nende kasutamine tavaliselt ebatasuvaks². Lähemal uurimisel on selgunud, et seda asjaolu põhjustavad turvas leiduvad orgaanilised happed, mis on suutelised muutma raskesti lahustuva trikalsiumfosfaadi lahustuvaks divõi monokaltsiumfosfaadiks.

Trikalsiumfosfaadi muutmist fosforiidis orgaaniliste hapete abil divõi monokaltsiumfosfaadiks võib näitlikult kujutada järgmiste valemitega:



R tähendab siin orgaanilise happe jääki.

¹ J. U m a r i k, „Agronomia” 1921, nr. 1, ja K. L i i d e m a n n, „Agronomia” 1922, nr. 2.

² K. L i i d e m a n n, „Agronomia” 1924, nr. 12.

Ei turvas, tänu temas leiduvaile happeile, suudab fosforiidi fosforhappe muuta taimedele kättesaadavaks, siis on loomulik, et turvast kui laialdaselt leiduvat ja odavat ainet tuleb kasutada fosforiidi väetamiskõlblikuks muutmiseks ka mineraalmaade jaoks. Selleks otstarbeks segatakse fosforiitjahu peene turbaga ja lastakse niisket segu mõni aeg seista. Seismist peetakse tarvilikuks ühest küljest selleks, et fosforiidi fosforhape saaks lahustuvaks muutuda, ja teisest küljest selleks, et segus saaks toimuda mikroobide elutegevus, mis muudab turba kohasemaks väetisena põllule panekuks. Kogu seda toimingut võib lühidalt nimetada turba kompostimiseks fosforiitjahu manulusel.

Turbas leiduvad taimetoitained esinevad tavaliselt taimedele raskesti kättesaadaval kujul. Eriti on see kehtiv lämmastiku suhtes. Lämmastik esineb turbas harilikult valkude näol, mis võrdlemisi raskesti alluvad mineraalistumisele, tähendab, üleminekule taimedele kättesaadavasse seisukorda. Seepärast on turbas leiduvate toitainete aktiveerimiseks tarvis turvast mõjustada kas bioloogiliste või keemiliste vahenditega ja valmistada sel teel efektiivsemaid turvasväetisi. Nii on oma efektiivsusest väetusainena tuntud turvassõnnik, turvas-fekaalväetis, turba ja sõnniku segu ja virtsaga immutatud turvas. Peale nende on praegusel ajal küllaldaselt tundma õpitud ka turvaskomposte, milles toimub samuti turbas leiduvate toitainete aktiveerimine.

Turvaskomposti all mõistetakse turba ja mitmesuguste lisandite (sõnnik, jätted, mineraalväetised) segu, mis on teatava aja kuhjas seisnud. Turba igasuguse kompostimise otstarbeks on turba mineraalistumise protsessi kiirendamine, et muuta turbas leiduvaid toitaineid taimedele kättesaadavaks.

See eesmärk saavutatakse näiteks turba reaktsiooni kesendamise abil (tuha, lubja lisamine) või turba infektsiooni abil mikroorganismidega (sõnnik, jätete lisamine). Eraldi vaadeldav on turba hapu kompostimine ehk turba (eriti sammalturba) kompostimine fosforiitjahuga. Sel kompostimisel on niisiis korraga kaks ülesannet: turba mineraalistamine ja fosforiidi P_2O_5 lahustuvaks muutmine.

NSV Liidu teiste vabariikide turba-katsejaamade poolt on hapu komposti valmistamisel võetud normiks: 1 osa fosforiitjahu 20 osa absoluutselt kuiva (80 osa märja) turba kohta³.

Väetuskatsed selliselt valmistatud kompostiga on andnud üldiselt rahuldavaid tulemusi⁴. Uhtlasi on selgunud, et nimetatud komposti väärtus

³ И. Е. Белокопытов, Н. С. Розанов, Сельскохозяйственное использование торфа, lk. 110.

⁴ Sama, lk. 114.

fosforväetisena on olemas kompostimiseks tarvitatud fosforiidi ja turba iseloomust ja kompostimise tingimustest.

Meil Eestis tohiks fosforiitjahuga valmistatud turvaskompost leida väetusainena praegu erilist tähelepanu, nimelt järgmistel põhjustel:

- 1) meil on laialdased looduslikud tagavarad fosforiiti ja turvast,
- 2) meil puuduvad seni veel keemiliselt toodetavate fosforväetiste tehased ja
- 3) meie põllud on sageli liivased ning liiga õhukese huumusekihiga ja vajavad seepärast peale kõigi taimetoitainete veel rohkesti huumusaineid, mille kiire ja otstarbekohane andmine võib toimuda kompostväetiste näol.

Viimases punktis nimetatud põhjus kompostväetise laiemaks tarvitamiseks on äärmiselt suure tähtsusega. Meie peamised tulud tulevad põllumajandusest. Kuid meie keskmine põlluviljakus on seejuures siiski kaugele maha jäänud kliimatiliselt mitte paremas olukorras olevate põhjariikide, näiteks Soome, Norra ja Rootsi omast. Põlluviljakuse kiire ja püsiva tõstmise paratamatuks eelduseks on põldude huumusekihi paksuse tõstmine. Õhukese huumusekihiga liivastel põldudel võib kunstväetise tarvitamine sageli osutuda vähetasuvaks või ka ebatasuvaks, sest suure osa kunstväetisest võib vihmavesi pinnasest välja uhtuda enne, kui taimed on suutnud teda vajalikul määral ära tarvitada. Küllaldaselt paksu huumusekihiga põldudel seda ei juhtu, sest huumusained oma kolloidse olekuga takistavad tunduvalt väetusainete väljauhtumist. Teiseks on huumusekiht keskkonnaks, kus areneb mikroobide elutegevus. Mikroobide elutegevusega valmistatakse ette taimedele tarvilikud toitained ja antakse põllupinnale ühtlasi ka teatav soojus. Kolmandaks on huumusekihil suur tähtsus niiskuse regulaatorina. Mahutanud endasse oma kolloidse oleku tõttu suurema veetagavara, teeb ta selle taimedele tarviduse järgi kättesaadavaks. Nii on põldude põuakindlus huumusekihi paksusest: mida paksem huumusekiht, seda põuakindlam põld.

Tõsi küll, et põllu huumusekihi paksust saab tõsta ka rohke sõnniku tarvitamisega, kuid siin tuleb meeles pidada, et sõnnikut ei saa majapidamine toota piiramatul hulgal. Sõnniku tootmine on teataval määral olemas majapidamises peetavate loomade arvust. Loomade arv omakorda on olemas majapidamise põlluviljakusest. Nii esineb siin nagu mingi nõiarang. Huumusekihi paksuse ja seega ka põlluviljakuse tõstmine ainult sõnniku abil toimub tegelikult ka väga aeglaselt sel juhul, kui sõnniku tootmiseks tarvitatakse aluspõhuna ainult õlgpõhku. Kiiremini toimub asi, kui õlgpõhule lisaks kasutatakse aluspõhuna ka turvaspõhku ehk alusturvast. Kuid veel kiiremini suudame oma põldude huumusekihi paksust tõsta juhul, kui lisaks

majapidamises toodetud õlg- ja turvasaluspõhu sõnnikule valmistatakse veel turvaskomposti fosforiidiga. Selle valmistamine ei ole enam olenev majapidamise loomade arvust, sest lähteained tulevad siin kõik väljastpoolt põllumajanduslikku ainete ringkäiku, on toodetavad kodumaa loodusvaradest ning nende tootmisvõimalused on väga suured. Koos põldude huumusekihi paksuse kasvamisega kasvab ka edaspidine kunstväetiste tarvitamise tasuvus.

Et nimetatud kompostil on meie oludes suur tähtsus ja et selle väärtus fosforväetisena oleneb fosforiidi ja turba iseloomust ning kompostimise tingimustest, siis on väga vajalikud andmed meil toodetava alusturba ja fosforiitjahu kompostimise võimaluste ja optimaalsete tingimuste kohta.

Käesolevas töös selgitatakse Ellamaal toodetud peenema sordi alusturba ehk nn. „aedniku-turba” mõju eesti fosforiidile selles leiduva fosforhappe lahustuvaks muutmise suhtes, olenevalt mitmesugustest teguritest.

I. Fosforiidi fosforhappe lahustuvaks muutmine turba abil.

Eelkatse.

Esialgse selguse saamiseks alusturba mõju kohta fosforiidile, olenevalt ajast ja fosforiidi ning alusturba hulgalisest vahekorrast, korraldati järgmine katse.

Fosforiitjahu segati „aedniku-turbaga” neljas erinevas vahekorras, nimelt: 100 g absoluutselt kuiva alusturba kohta võeti 1, 3, 5 ja 10 g fosforiitjahu. Segudele lisati nii palju vett, et turvas küllastus ca 60% võrra oma üldisest vee-imamisvõimest. Seega omasid segud ümmarguselt 84,5% niiskust. Segud jäeti liitrilistes laia kaelaga korkimata purkides toatemperatuuris seisma.

Proove neist segudest võeti pärast 18 päeva, 1, 2 ja 5 kuud kestnud seismist ning määrati vees ja 2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 sisaldus.

Vees lahustuva P_2O_5 määramiseks loksutati proove segamismasina abil pool tundi 700 ml veega, seejärel filtriti neid ja pesti 300 ml veega. Filtraat ja pesuvesi ühendati ja aurustati peaaegu kuivaks; lahusesse tulnud orgaanilised ained lõhustati väävel- ja salpeeterhappe abil ning määrati vees lahustuva P_2O_5 sisaldus Lorenzi meetodi järgi⁵.

Pestud jääke loksutati pool tundi segamismasina abil 500 ml 2%-lise sidrunhappelahusega, filtriti, pesti 300 ml veega ja määrati filtraadist + pesuveest, peale nende kokkuaurustamist ja orgaaniliste ainete lõhustamist, sidrunhappes lahustuv P_2O_5 ⁶. Lahustuva P_2O_5 all mõistame edaspidi ülalkirjeldatud teel üksteisele järgnevalt määratud vees ja sidrunhappes lahustuva P_2O_5 summat.

Katseks tarvitatud eesti fosforiitjahu sisaldas üldse 24,33% P_2O_5 , millest oli vees lahustuvat 0,01% ja (pärast vees lahustuva eraldamist) 2%-lises sidrunhappes lahustuvat — 4,10%, arvatud kogu fosforiitjahu kohta. Katse-

⁵ Lunge-Berl, Chemisch-Technische Untersuchungsmethoden, Bd. III, 1932, lk. 612.

⁶ Sama, lk. 606.

andmed, mis saadi vees ja sidrunhappes lahustuva P_2O_5 määramistel, on toodud tabelis 1.

Tabel 1.

Segu seismise aeg	100 g absoluutselt kuiva turba kohta fosforiidi g	Vees lahustuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	2% -lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	Kogu lahustuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	Kogu lahustuva P_2O_5 % üldhuuga kohta
18 päeva	1	22,27	1,33	23,60	97,00
1 kuu	1	22,71	2,40	25,11	103,11*
2 kuud	1	19,28	1,02	20,30	83,44
5 "	1	17,37	0,58	17,95	73,78
18 päeva	3	13,42	4,36	17,78	73,08
1 kuu	3	13,28	6,46	19,74	81,13
2 kuud	3	14,91	5,00	19,91	81,83
5 "	3	14,37	5,59	19,96	82,04
18 päeva	5	8,27	8,37	16,64	68,39
1 kuu	5	8,68	9,00	17,68	72,67
2 kuud	5	10,07	8,16	18,23	74,93
5 "	5	6,35	8,58	14,93	61,36
18 päeva	10	4,72	8,88	13,60	55,90
1 kuu	10	6,29	7,70	13,99	57,50
2 kuud	10	8,31	5,93	14,24	58,53
5 "	10	4,96	8,30	13,26	54,50

Lahustuva P_2O_5 sisalduse olenevus ajast.

Nagu andmeist nähtub, tõusis lahustuva P_2O_5 sisaldus 1 g fosforiidi korral maksimaalseks ühe kuu seismise järel, teiste fosforiidihulkade korral aga peamiselt kahe kuu seismise järel. Edaspidisel seismisel lahustuva P_2O_5 protsent vähenes. Üldiselt nähtub, et ajast tingitult muutub lahustuva P_2O_5 sisaldus võrdlemisi piiratud ulatuses.

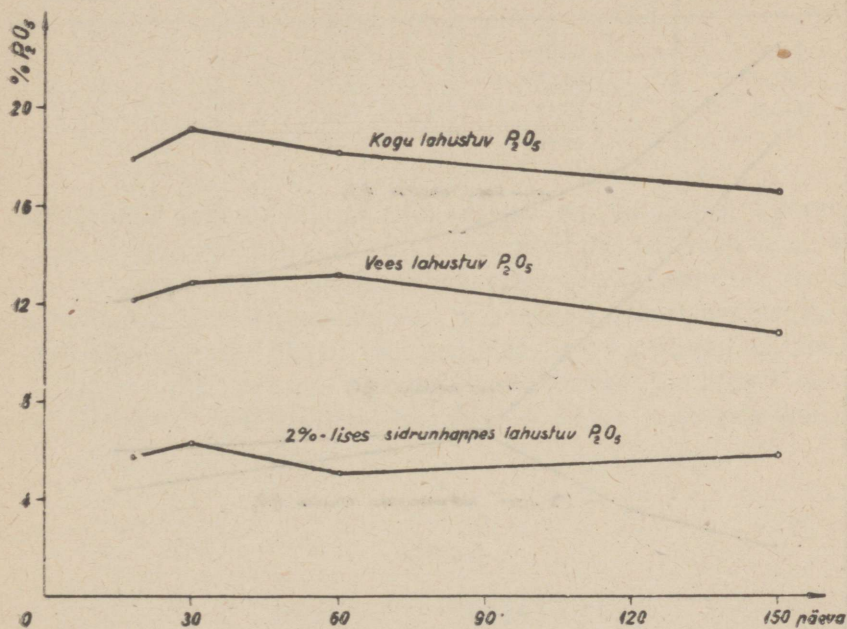
Lahustuva P_2O_5 keskmine olenevus seismise ajast on toodud tabelis 2 ja graafiliselt kujutatud joonisel 1.

* Selle arvu juures ilmnev katseveiga on tingitud proovi võtmisest. Järgnevate katsete korral on see välditud proovide eraldi purkidesse asetamisega.

Tabel 2.

Lahustuva P_2O_5 sisalduse keskmine olenevus ajast.

Aeg	Vees lahustuva P_2O_5 %	Sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %	Kogu lahustuva P_2O_5 %
18 päeva	12,17	5,73	17,90
1 kuu	12,84	6,29	19,13
2 kuud	13,14	5,03	18,17
5 „	10,76	5,76	16,52

Joon. 1. Lahustuva P_2O_5 sisalduse keskmine olenevus ajast.

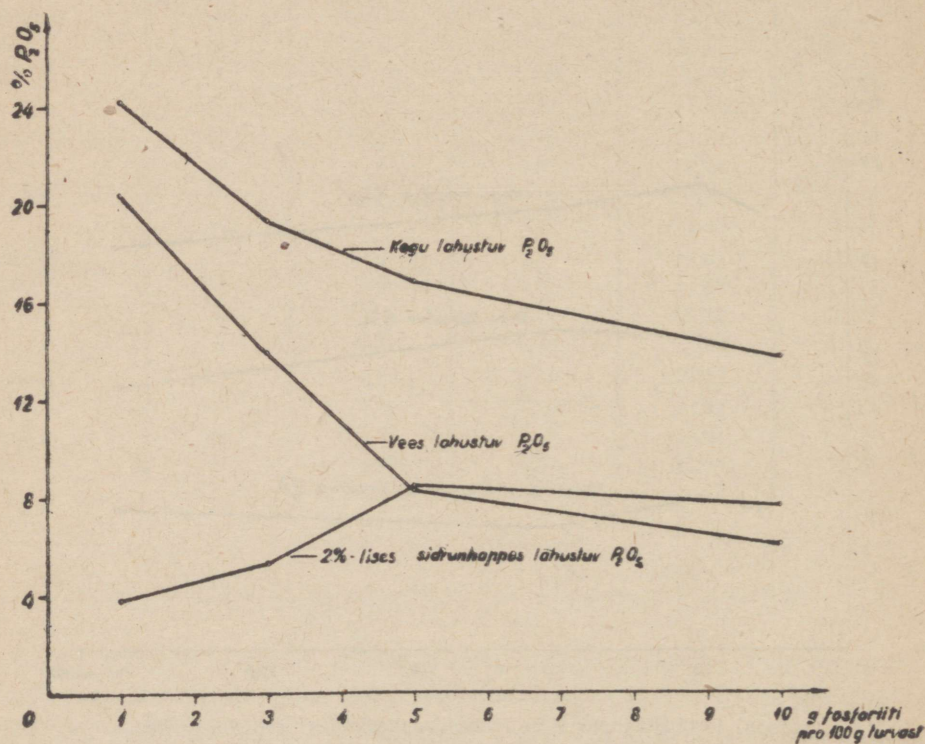
Lahustuva P_2O_5 sisalduse olenevus fosforiidi ja turba vahekorraast.

Fosforiidi ja turba vahekorraast on lahustuva P_2O_5 sisaldus märksa suuremas ulatuses kui seismise ajast. Keskmine olenevus fosforiidi ja turba vahekorraast on toodud tabelis 3 ja graafiliselt kujutatud joonisel 2.

Tabel 3.

Lahustuva P_2O_5 sisalduse keskmine olenevus fosforiidi ja turba vahekorrast.

Fosforiidi hulk g	Vees lahustuva P_2O_5 %	Sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %	Kogu lahustuva P_2O_5 %
1	20,41	1,33	21,74
3	13,99	5,36	19,35
5	8,34	8,53	16,87
10	6,07	7,70	13,77

Joon. 2. Lahustuva P_2O_5 sisalduse keskmine olenevus fosforiidi ja turba vahekorrast.

Mida suurem on segus turba kohta tarvitatud fosforiidi hulk, seda väiksem protsent tema fosforhapest muutub lahustuvaks. Ühe grammi fosforiidi fosforhape muutub segus 100 grammi absoluutselt kuiva turbaga veel täielikult lahustuvaks, kuna 3 g fosforiidi fosforhapest muutub lahustuvaks ca 82%.

Selle eelkatse kokkuvõttena võib öelda, et eesti fosforiidi fosforhapestab end Ellamaa „aedniku-turba” poolt täielikult lahustuvaks muuta, peamiselt just vees lahustuvaks, kui fosforiitjahu on segus 1 g 100 g absoluutselt kuiva turba kohta. Fosforiidi hulga suurendamisega 100 g turba kohta väheneb lahustuva P_2O_5 protsent, kuid suureneb siiski lahustuva P_2O_5 hulk grammides 100 g turba kohta, nagu on näha tabelist 4.

Tabel 4.

Lahustuva P_2O_5 olenevus fosforiidi ja turba vahekorrast.

100 g absol. kuiva turba kohta fosforiitjahu g	Lahustuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	Lahustuva P_2O_5 % P_2O_5 üldhulga kohta	Lahustuv P_2O_5 g
1	21,74	99,63	0,217
3	19,35	79,54	0,580
5	16,87	69,34	0,843
10	13,77	56,61	2,377

Mis puutub seismise ajasse, siis avaldab see võrdlemisi väikest mõju. Lahustuva P_2O_5 sisaldus kasvab natüke seismisel üks või kaks kuud, seejärel aga on märgata väikest tagasiminekut. Kas see tagasimineku on tingitud humiinhapete keemilisest muutumisest või mõnest muust põhjusest, seda ei saa ülalloodud eelkatse põhjal veel selgitada, sest ka niiskus ei olnud kogu selle eelkatse vältel ühtlane. Keskmiseks niiskuseks 18. päeval oli 83,5%, esimese kuu järel — 82,8%, teise kuu järel — 80,9% ja viienda kuu järel — 75,0%.

Katsed.

Katsete kirjeldus.

Põhjalikumate andmete saamiseks „aedniku-turba” mõju kohta kodumaa fosforiitjahule korraldati järgmine täielikum uurimine, mille ülesandeks oli selgitada nimetatud mõju olenevust ajast, fosforiidi ja turba vahekorrast, segu niiskusest ja fosforiidi peenusest.

Vees ja 2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 määramisi toimetati segude ühe-, kahe-, kolme- ja neljakuuliste seismiste järel toatemperatuuril. Lõpuks, tulemuste selgumisel, toimetati veel määramisi, ilma et segu oleks seista lastud, vaid kohe peale fosforiidi ja turba kokkusegamist ja lahustuva P_2O_5 väljauhtumist loksutamise teel. Proovi võtmisest tekkida võivate vigade

vältimiseks tarvitati iga määramise jaoks selleks eraldi purki asetatud proovi.

Katseteks võeti 50 g õhukuiva turba kohta 1, 3, 5 ja 10 g fosforiitjahu. Seega tuleb 100 g absoluutselt kuiva turba kohta fosforiitjahu vastavalt 2,424, 7,271, 12,12 ja 24,24 g.

Niiskuse mõju selgitamiseks kasutati katsetel segusid 17,5-, 50- ja 80-protsendilise niiskusega. Et seismisel niiskus ei muutuks, hoiti proovid korgitud purkides.

Fosforiitjahu peenuse mõju selgitamiseks kasutati fosforiitjahu kahe-suguse peenusega. „A” all mõeldakse siin seda peenust, mida eesti fosforiitjahu omab tööstusootena. Sellise peenusega fosforiitjahu tarvitati ka eelkatsetel. „C” all mõeldakse peenust, mis saadi peale täiendavat peenedamist jahvatamisel laboratoorses kuulveskis. Tabelis 5 on toodud andmed nimetatud peenuste „A” ja „C” kohta, mis on saadud sõelumisel „Institute of Mining and Metallurgy” standard-sõeladega. Sõela number näitab siin aukude arvu ühe inglise jooksva tolli kohta.

Tabel 5.

Sõela number	Sõelale jääva fosforiitjahu %	
	Peenus „A”	Peenus „C”
50	9,0	0,0
60	6,5	0,5
70	4,0	0,5
80	11,0	2,0
90	3,0	1,0
100	4,0	3,5
120	5,5	3,0
150	11,5	13,0
200	7,0	9,5

Katseandmed peenusega „A” fosforiidi kompostimise puhul.

Tabelites 6, 7 ja 8 toodud andmed on lahustuva P_2O_5 kohta fosforiitjahas peenusega „A” pärast turbaga kompostimist, kui komposti niiskuseprotsent oli vastavalt 17,5, 50 ja 80.

Nagu tabeli 6 andmetest näha, on lahustuva P_2O_5 sisaldus kõige suurem kahe kuu seismise järel, kuid lahustuva P_2O_5 sisalduse muutumine ajast olenevalt on võrdlemisi väike, näidates kõikumist vastavalt fosforiitjahu ja turba vahekordadele 1,58—0,54% piirides.

Tabel 6.

Lahustuv P_2O_5 fosforiitjahu peenusega „A”, kui komposti niiskus on 17,5%.

Segu seismise kestus kuudes	50 g õhukuiva turba kohta fosforiitjahu g	100 g absol. kuiva turba kohta fosforiitjahu g	Vees lahustuva P_2O_5 %	2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %	Vees ja 2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %
1	1	2,424	7,86	8,49	16,35
2	1	2,424	7,96	8,87	16,83
3	1	2,424	7,68	8,45	16,13
4	1	2,424	7,55	7,69	15,24
1	3	7,271	5,29	6,59	11,88
2	3	7,271	4,85	7,13	11,98
3	3	7,271	4,95	6,86	11,81
4	3	7,271	4,49	6,50	10,99
1	5	12,12	3,74	5,25	8,99
2	5	12,12	3,37	5,76	9,13
3	5	12,12	3,53	5,43	8,96
4	5	12,12	3,48	5,11	8,59
1	10	24,24	2,25	3,55	5,80
2	10	24,24	2,21	3,94	6,15
3	10	24,24	2,14	3,76	5,90
4	10	24,24	1,96	3,52	5,48

Lahustuva P_2O_5 sisalduse keskmist olenevust fosforiidi ja turba vahekorrast näitavad järgmised arvud:

1 g fosforiidi puhul oli lahustuvat P_2O_5 keskmiselt	16,14%
3 g „ „ „ „ „ „	11,66%
5 g „ „ „ „ „ „	8,92%
10 g „ „ „ „ „ „	5,83%

Tabeli 7 andmed näitavad, et lahustuva P_2O_5 sisalduse kõikumised olenevalt ajast esinevad vastavalt fosforiitjahu ja turba vahekordadele 0,35—1,63% piirides, tõustes maksimumini kahe kuu ja suuremate fosforiitjahusisalduste puhul ühe kuu seismise järel.

Segu puhul, kus on 10 g fosforiiti 50 g õhukuiva turba kohta, esineb pidev lahustuva P_2O_5 sisalduse vähenemine olenevalt ajast. Nii oli lahustuva P_2O_5 ühe kuu seismise järel näiteks 5,80%, kuid nelja kuu seismise järel alanes see 4,17%-le. Seda tuleb pidada iseloomustavaks nähtuseks, sest ta kordub katsetel „C” peenusega fosforiidiga samadel tingimustel.

Tabel 7.

Lahustuv P_2O_5 fosforiitjahus peenusega „A”, kui komposti niiskus on 50%.

Segu seis- mise kes- tus kuudes	50 g õhu- kuiva turba kohta fosfo- riitjahu g	100 g absol. kuiva turba kohta fosfo- riitjahu g	Vees lahus- tuva P_2O_5 %	2 %-lises sidrunhap- pes lahus- tuva P_2O_5 %	Vees ja 2 %- lises sidrun- happes la- hustuva P_2O_5 %
1	1	2,424	7,98	8,43	16,41
2	1	2,424	7,91	8,65	16,56
3	1	2,424	7,93	8,33	16,26
4	1	2,424	8,08	8,53	16,61
1	3	7,271	3,76	7,16	10,92
2	3	7,271	3,58	7,52	11,10
3	3	7,271	3,59	7,04	10,63
4	3	7,271	3,74	7,27	11,01
1	5	12,12	2,45	5,99	8,44
2	5	12,12	2,44	5,96	8,40
3	5	12,12	2,22	5,58	7,80
4	5	12,12	2,22	5,83	8,05
1	10	24,24	1,52	4,28	5,80
2	10	24,24	1,23	4,14	5,37
3	10	24,24	1,11	3,45	4,56
4	10	24,24	1,14	3,03	4,17

Tabel 8.

Lahustuv P_2O_5 fosforiitjahus peenusega „A”, kui komposti niiskus on 80%.

Segu seis- mise kes- tus kuudes	50 g õhu- kuiva turba kohta fosfo- riitjahu g	100 g absol. kuiva turba kohta fosfo- riitjahu g	Vees lahus- tuva P_2O_5 %	2 %-lises sidrunhap- pes lahus- tuva P_2O_5 %	Vees ja 2 %- lises sidrun- happes la- hustuva P_2O_5 %
1	1	2,424	13,44	6,60	20,04
2	1	2,424	14,26	4,93	19,19
3	1	2,424	13,82	5,73	19,55
4	1	2,424	14,47	5,92	20,39
1	3	7,271	6,26	7,19	13,45
2	3	7,271	5,79	6,40	12,19
3	3	7,271	5,86	6,87	12,73
4	3	7,271	5,77	7,20	12,97
1	5	12,12	3,96	6,18	10,14
2	5	12,12	3,47	5,13	8,60
3	5	12,12	3,67	5,34	9,01
4	5	12,12	3,78	5,84	9,62
1	10	24,24	1,99	3,87	5,86
2	10	24,24	1,93	3,53	5,46
3	10	24,24	1,89	3,44	5,33
4	10	24,24	1,99	3,85	5,84

Lahustuva P_2O_5 sisalduse keskmist olenevust fosforiidi ja turba vahekorra näitavad järgmised arvud: 16,46; 10,91; 8,15; 4,97.

Tabeli 8 andmed näitavad, et lahustuva P_2O_5 sisalduse kõikumised olevalt ajast esinevad vastavalt fosforiidi ja turba vahekordadele 1,54—0,53% piirides, kusjuures P_2O_5 -sisaldus langeb miinumumini peamiselt kahe kuu seismise järel.

Lahustuva P_2O_5 sisalduse keskmist olenevust fosforiidi ja turba vahekorra näitavad arvud: 19,79; 12,83; 9,34; 5,62.

Ex bibl. univ. Tart.

Tabel 9.

Lahustuv P_2O_5 fosforiitjahus peenusega „C”, kui komposti niiskus on 17,5%.

Segu seismise kestus	50 g õhukuiva turba kohta fosforiitjahu g	100 g absol. kuiva turba kohta fosforiitjahu g	Vees lahustuva P_2O_5 %	2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %	Vees ja 2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %
$\frac{1}{2}$ t.	1	2,424	14,81	8,30	23,11
1 kuu	1	2,424	12,21	8,77	20,98
2 kuud	1	2,424	12,76	8,80	21,56
3 „	1	2,424	11,69	8,93	20,62
4 „	1	2,424	12,49	8,78	21,27
$\frac{1}{2}$ t.	3	7,271	7,69	9,96	17,65
1 kuu	3	7,271	6,40	8,82	15,22
2 kuud	3	7,271	6,35	9,25	15,60
3 „	3	7,271	5,94	8,88	14,82
4 „	3	7,271	6,54	8,88	15,42
$\frac{1}{2}$ t.	5	12,12	5,09	7,66	12,75
1 kuu	5	12,12	4,05	6,75	10,80
2 kuud	5	12,12	4,22	7,12	11,34
3 „	5	12,12	3,96	6,99	10,95
4 „	5	12,12	4,47	6,80	11,27
$\frac{1}{2}$ t.	10	24,24	2,79	4,79	7,54
1 kuu	10	24,24	2,42	4,56	6,98
2 kuud	10	24,24	2,38	4,48	6,86
3 „	10	24,24	2,28	4,43	6,71
4 „	10	24,24	2,41	4,69	7,10

Katseandmed peenusega „C” fosforiidi kompostimise puhul.

Tabeleis 9, 10 ja 11 on toodud andmed lahustuva P_2O_5 kohta fosforiitjahu peenusega „C” pärast turbaga mõjustamist, kui komposti niiskus oli vastavalt 17,5, 50 ja 80%.

Kui vaadelda lahustuva P_2O_5 sisalduse olenevust seismise ajast kuude järgi (tabel 9), siis näeme, et see tõuseb maksimumini järele, samuti kui vastava niiskusega jämedama fosforiitjahuga segu puhul, kahe kuu seismise järel. Kõikumine esineb 0,90 — 0,39% piirides.

Eelmainitud katsete kõrval tehti katseid turba ja fosforiitjahu segudega, ilma et neid seista oleks lastud, vaid kohe peale kokkusegamist alustati lahustuva P_2O_5 väljauhtumist järjekorras vee ja 2%-lise sidrunhappelahusega. Nii tuleb mõjustuse ajaks pidada ainult P_2O_5 väljauhtumise aega, s. o. poolt tundi. Huvitaval kombel osutus lahustuva P_2O_5 sisaldus pooletunnilise mõjustuse järel kõige suuremaks. Kuuajaline seismine tõi juba tunduva tagasimineku.

Keskmiist olenevust fosforiitjahu ja turba vahekorrast näitavad järgmised arvud: 21,13; 15,26; 11,09; 6,91.

Tabel 10.

Lahustuv P_2O_5 fosforiitjahu peenusega „C”, kui komposti niiskus on 50%.

Segu seismise kestus kuudes	50 g õhukuiva turba kohta fosforiitjahu g	100 g absol. kuiva turba kohta fosforiitjahu g	Vees lahustuva P_2O_5 %	2 %-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %	Vees ja 2%lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %
1	1	2,424	11,84	11,03	22,87
2	1	2,424	10,29	10,99	21,28
3	1	2,424	9,65	10,32	19,97
4	1	2,424	11,22	9,51	20,73
1	3	7,271	5,42	9,19	14,61
2	3	7,271	4,57	10,39	14,96
3	3	7,271	—	—	—
4	3	7,271	4,42	7,83	12,25
1	5	12,12	3,49	7,47	10,96
2	5	12,12	2,71	7,42	10,13
3	5	12,12	2,54	6,58	9,12
4	5	12,12	2,28	6,13	8,41
1	10	24,24	1,35	4,70	6,05
2	10	24,24	1,32	4,48	5,80
3	10	24,24	1,30	3,92	5,22
4	10	24,24	1,20	3,78	4,98

Tabeli 10 andmete järgi esineb lahustuva P_2O_5 sisalduse kõikumine olenevalt ajast 2,90—1,07% piirides, tõustes maksimumini peamiselt ühe kuu seismise järel. Edaspidine seismine vähendas lahustuva P_2O_5 sisaldust ja eriti pidevalt juhtudel, kui segus oli 5 ja 10 g fosforiitjahu. See nähtus esines ka katsete puhul jämedama fosforiitjahuga sama niiskuse juures (tabel 5).

Lahustuva P_2O_5 keskmist olenevust fosforiitjahu ja turba vahekorrast näitavad arvud: 21,21; 13,94; 9,65; 5,51.

Tabel 11.

Lahustuv P_2O_5 fosforiitjahus peenusega „C”, kui komposti niiskus on 80%.

Segu seismise kestus	50 g õhukuiva turba kohta fosforiitjahu g	100 g absol. kuiva turba kohta fosforiitjahu g	Vees lahustuva P_2O_5 %	2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %	Vees ja 2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 %
$\frac{1}{2}$ t.	1	2,424	14,96	9,00	23,96
1 kuu	1	2,424	15,19	6,68	21,87
2 kuud	1	2,424	15,53	7,00	22,53
3 „	1	2,424	15,96	6,77	22,73
4 „	1	2,424	15,34	8,10	23,44
$\frac{1}{2}$ t.	3	7,271	7,68	10,33	18,01
1 kuu	3	7,271	5,93	8,95	14,88
2 kuud	3	7,271	6,22	8,36	14,58
3 „	3	7,271	6,06	8,72	13,78
4 „	3	7,271	6,88	9,71	16,59
$\frac{1}{4}$ t.	5	12,12	5,25	7,82	13,07
1 kuu	5	12,12	4,02	6,74	10,76
2 kuud	5	12,12	3,97	6,59	10,56
3 „	5	12,12	4,08	6,97	11,05
4 „	5	12,12	4,02	7,31	11,33
$\frac{1}{2}$ t.	10	24,24	2,51	5,03	7,54
1 kuu	10	24,24	2,08	4,19	6,27
2 kuud	10	24,24	1,92	4,09	6,01
3 „	10	24,24	2,00	4,27	6,27
4 „	10	24,24	2,04	4,69	6,73

Vaadeldes lahustuva P_2O_5 sisalduse olenevust seismise ajast kuude järgi (tabel 11), näeme maksimumi nelja kuu seismise järel, miinimumi aga

peamiselt kahe kuu seismise järel. Lahustuva P_2O_5 sisalduse kõikumine aja suhtes esineb 1,57—0,72% piirides.

Katsetel pooletunnilise mõjustusajaga saadi jälle kõige suurem lahustuva P_2O_5 sisalduse %, milleni ei küüni ka nelja kuu seismise järel esinevad maksimumid. Tähendab, turvas suudab pooletunnilise mõjustuse jooksul kõige rohkem fosforhapet lahustuvaks muuta. Kuuajalise seismise järel väheneb see võime märgatavalt, tõustes küll segu 80%-lise niiskuse puhul seismisel jälle pidevalt, jõudmata siiski nelja kuu seismise järel esialgsele tasemele. Vees lahustuva P_2O_5 protsent on siiski nelja kuu seismise järel kõige suurem.

Lahustuva P_2O_5 sisalduse keskmist olenevust fosforiitjahu ja turba vahekorrast näitavad arvud: 22,64; 15,21; 10,92; 6,32.

Lahustuva P_2O_5 sisalduse olenevus ajast.

Vaadeldes üksikjuhtudel lahustuva P_2O_5 sisalduse olenevust seismise ajast kuude järgi leidsime, et lahustuva P_2O_5 sisalduse maksimum esineb kord ühe, kord kahe, kord nelja kuu seismise järel.

Üldiselt on lahustuva P_2O_5 olenevus seismise ajast intervallis ühest kuust nelja kuuni võrdlemisi väike ja jääb enamikul juhtudel ca 1,5% piiridesse. Ainult segude korral fosforiitjahuga, mille niiskus on 50% ja peenus „C”, esines ühel juhul ajast olenevuse piirina 2,9%.

Kuid kõik katsed, mis toimetati fosforiidiga peenusega „C”, näitasid, et pooletunnisel seismisel oli kõigil juhtudel märgatavalt enam lahustuvat P_2O_5 kui ühe-, kahe-, kolme- või neljakuulisel seismisel. Võrreldes pooletunniliste ja ühekuuliste seismisaegadega katsete andmeid näeme, et ühekuulise seismise järel on kõikide katsete korral lahustuva P_2O_5 sisaldus tunduvalt (0,60—3,13% võrra) vähenenud. Mõnel juhul on lahustuva P_2O_5 sisaldus edaspidise seismisega küll suurenenud, kuid ei ole ka neljakuulise seismise järel jõudnud pooletunnilise seismise puhul saadud tulemusteni. Teistel juhtudel väheneb lahustuva P_2O_5 sisaldus edaspidisel seismisel veelgi, samuti kui 50%-lise niiskuse ja 10 g fosforiitjahu sisaldusega segudel. Järelikult paistab andmetest, nagu ei oleks mõtet lasta peenusega „C” fosforiitjahu ja turba segusid kuude viisi seista, et saavutada suuremat lahustuva P_2O_5 sisaldust, sest pooletunniline kokkupuude annab küllaldase niiskuse puhul juba paremaid tagajärgi. Suurim vees lahustuva P_2O_5 sisaldus esineb mõnel juhtumil siiski neljakuulise seismise järel (vt. tabel 11). Teisest küljest on segu seimine vajalik selleks, et turba huumusained saaksid mikroobide tegevusega mullastiku jaoks ette valmistatud.

Kõikide katsete (tabelid 6—11) keskmised andmed lahustuva P_2O_5 sisalduse kohta olenevalt segude seismise ajast on toodud tabelis 12.

Tabel 12.

Keskmised andmed lahustuva P_2O_5 kohta peenusega „C” fosforiitjahu puhul olenevalt mõjustuse ajast.

Fosforiitjahu mõjustamise aeg turbaga	Vees lahust. P_2O_5 % fosforiidi kohta	2%-lises sidrunhappes lahust. P_2O_5 % fosforiidi kohta	Lahustuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	Lahustuva P_2O_5 % P_2O_5 üldhulga kohta
0	0,07	10,81	10,88	44,74
½ tundi	7,60	7,83	15,43	63,42
1 kuu	6,20	7,32	13,52	55,56
2 kuud	6,02	7,41	13,43	55,21
3 „	5,87	6,94	12,81	52,65
4 „	6,11	7,18	13,29	54,63

Et näha turba mõjust olenevat absoluutset kasu P_2O_5 lahustuvaks muutmise alal, selleks määrati vees ja sidrunhappes lahustuva P_2O_5 sisaldused turbaga mõjustamata fosforiitjahas nii peenusega „A” kui ka peenusega „C”, kasutades määramisteks seejuures ühe-, kolme-, viie- ja kümnegrammilisi fosforiitjahu hulki 700 + 300 ml vee ja 500 ml 2%-lise sidrunhappelahuse kohta, s. o. täpselt nii, nagu katsete korral segudega. Andmed on toodud tabelis 13.

Tabel 13.

Lahustuva P_2O_5 sisaldus olenevalt fosforiidi hulgast lahusti kohta.

Fosforiidi peenus	Fosforiiti g	Vees lahustuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	Kogu lahust. P_2O_5 % fosforiidi kohta	Kogu lahustuva P_2O_5 % üldhulga kohta	Kogu lahustuv P_2O_5 g
„A”	1	0,19	16,14	16,33	67,13	0,1633
	3	0,05	9,95	10,00	41,11	0,3000
	5	0,05	6,95	7,00	28,77	0,3500
	10	0,01	4,10	4,11	16,69	0,4110
	Keskmine	0,07	9,29	9,36		
„C”	1	0,20	18,90	19,10	78,50	0,1910
	3	0,06	11,26	11,32	46,54	0,3396
	5	0,03	8,00	8,03	33,01	0,4015
	10	0,01	4,80	4,81	19,77	0,4810
	Keskmine	0,07	10,74	10,81		

Nagu andmeist nähtub, oleneb lahustuva P_2O_5 sisaldus suurel määral katseks võetud fosforiitjahu hulgast kindla hulga lahusti kohta. Andmed, mis on saadud 10 g fosforiitjahu tarvitamisel sidrunhappes lahustuvuse määramiseks, on võrreldavad kirjanduses leiduvate andmetega sidrunhappes lahustuva P_2O_5 sisalduse kohta, kuna need on saadud lahustuva P_2O_5 määramisel üldiselt tarvitusele võetud vahekordade juures. Nii on standardviisi järgi sidrunhappes lahustuva P_2O_5 sisaldus peenema fosforiitjahu puhul 4,81% ja jämedama fosforiitjahu puhul 4,11% fosforiitjahu kohta. Kõikide katsete keskmised aga on vastavalt 10,81% ja 9,36%.

Kui tabelleis 6—11 toodud andmeist lahustuva P_2O_5 sisalduse kohta maha arvata vastavad andmed tabelist 13, siis saame arvud, mis näitavad turba mõjul lahustuvaks muutunud P_2O_5 sisaldust. Näiteks ühes grammis fosforiidis peenusega „A”, mida mõjustati turbaga 80%-lises komposti niiskusel neli kuud, leiti vees lahustuvat P_2O_5 14,47% ehk 0,1447 g (tabel 8), kuna turbaga mõjustamata fosforiidis samadel tingimustel leiti vees lahustuvat P_2O_5 0,19% ehk 0,0019 g (tabel 13). Tähendab, turba mõjul on vees lahustuvat P_2O_5 saadud rohkem $14,47\% - 0,19\% = 14,28\%$ ehk $0,1447\text{ g} - 0,0019\text{ g} = 0,1428\text{ g}$.

Nii arvutades leiame, et turvas on eranditult kõikidel katsetel mõju avaldanud fosforiidi fosforhappe lahustuvaks muutmisele. Eriti tähelepanndav on turba mõju just vees lahustuvaks muutmise alal, kuid ka kogu (vees ja 2%-lises sidrunhappes) lahustuva P_2O_5 sisaldus on turbaga mõjustusel alati suurenenud.

Tabelleis 14 ja 14a on näitena toodud turba mõjul enam lahustunud P_2O_5 %-des ja g-des fosforiidis peenusega „A”, kui komposti niiskus on 80%.

Tabel 14.
Vees lahustuv P_2O_5 .

Kompostimise aeg kuudes	1		2		3		4	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Kompostis fosforiiti g								
1	13,25	0,1325	14,07	0,1407	13,63	0,1363	14,28	0,1428
3	6,21	0,1863	5,74	0,1722	5,81	0,1743	5,72	0,1716
5	3,91	0,1955	3,42	0,1710	3,62	0,1810	3,73	0,1865
10	1,98	0,1980	1,92	0,1920	1,88	0,1880	1,98	0,1980

Kui võrrelda vees lahustuva ja kogu (vees + sidrunhappes) lahustuva P_2O_5 sisaldust (tabelid 14 ja 14a), siis märkame, et vees lahustuva P_2O_5 sisal-

Tabel 14a.
Kogu (vees ja 2%-lises sidrunhappes) lahustuv P_2O_5 .

Kompostimise aeg kuudes	1		2		3		4	
	%	g	%	g	%	g	%	g
Kompostis fosforiiti g								
1	3,71	0,0369	2,86	0,0286	3,22	0,0322	4,06	0,0406
3	3,45	0,1035	2,19	0,0657	2,73	0,0819	2,17	0,0891
5	3,14	0,1570	1,60	0,0800	2,01	0,1005	2,62	0,1310
10	1,75	0,1750	1,35	0,1350	1,22	0,1220	1,73	0,1730

duus on turba mõjul enam suurenenud kui kogu lahustuva P_2O_5 sisaldus, mis näitab seda, et vees lahustuv P_2O_5 on teataval hulgal tekkinud fosforiidi leiduva sidrunhappes lahustuva P_2O_5 arvul

Lahustuva P_2O_5 olenevus fosforiitjahu ja turba vahekorrast.

Tabel 15.
Kõikide katsete (tabelid 6—11) keskmised andmed lahustuva P_2O_5 sisalduse kohta olenevalt fosforiitjahu ja turba vahekorrast.

Fosforiitjahu iga 50 g õhu- kuiva turba kohta g	Vees lahus- tuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	2%-lises sid- runhappes lahustuva P_2O_5 % fosfo- riidi kohta	Kogu lahus- tuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	Kogu lahus- tuva P_2O_5 % P_2O_5 üld- hulga kohta	Lahustuv P_2O_5 g-dēs 100 g absōl. kuiva turba kohta
1	11,38	8,18	19,56	80,39	0,47
3	5,31	7,99	13,30	54,68	0,97
5	3,42	6,26	9,68	39,79	1,17
10	1,84	4,02	5,86	24,08	1,42

Lahustuva P_2O_5 sisalduse olenevus niiskusest.

Tabel 16.
Kõikide katsete (tabelid 6—11) keskmised andmed lahustuva P_2O_5 kohta olenevalt sega niiskusest.

Segu niiskuse %	Vees lahus- tuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	2%-lises sid- runhappes lahustuva P_2O_5 % fosfo- riidi kohta	Kogu lahus- tuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	Kogu lahus- tuva P_2O_5 % P_2O_5 üld- hulga kohta
17,5	5,43	6,68	12,11	49,77
50,0	4,35	7,00	11,35	46,66
80,0	6,67	6,16	12,83	52,73

Nagu andmeist näha, osutub tarvitatud niiskustest optimaalseks 80%-line niiskus, kuna kõige vähemat lahustuva P_2O_5 sisaldust näitab 50%-line niiskus. Viimane asjaolu tuleb panna mikroobide elutegevuse arvele, kes mainitud niiskuse juures optimaalselt arenevad ja humiinhappeid lõhustades nende mõju nõrgestavad.

Lahustuva P_2O_5 olenevus fosforiidi peenusest.

Tabel 17.

Kõikide katsete (tabelid 6—11) keskmised andmed lahustuva P_2O_5 kohta olenevalt fosforiidi peenusest.

Fosforiidi peenus	Vees lahustuva P_2O_5 %/100 fosforiidi kohta	2%-lises sidrunhappes lahustuva P_2O_5 % fosforiidi kohta	Kogu lahustuva P_2O_5 %/100 fosforiidi kohta	Kogu lahustuva P_2O_5 %/100 üldhulga kohta
Peenus „A“	4,92	5,88	10,80	44,39
„C“	6,05	7,27	13,32	54,75
Vahe peenuse „C“ kasuks	1,13	1,39	2,52	10,36

Andmed näitavad, et fosforiidi suurem peenus on kasuks lahustuva P_2O_5 tekkimisel.

Kokkuvõte.

Katsed kinnitavad, et Ellamaa „aedniku-turvas“ suudab eesti fosforiidi fosforhappe valdavas enamikus lahustuvaks muuta, kui 100 g absoluutselt kuiva turba kohta tarvitada kompostimisel 1—2 g fosforiitjahu. Seejuures saadakse kogu lahustuva P_2O_5 kohta üle 60% vees lahustuvat.

Fosforiitjahu hulga suurendamisega turba kohta kahaneb lahustuva P_2O_5 sisaldus %-des tarvitatud fosforiitjahu kohta, kuid suureneb lahustuva P_2O_5 hulk grammides komposti kohta.

Fosforiidi peenuse ja segu niiskuse suurendamine mõjub soodustavalt P_2O_5 lahustuvaks muutmisel.

Nõuet mõnekuulise mõjustusaja suhtes fosforiidi fosforhappe lahustamiseks katseandmed ei tingi, kuid mõnekuuline mõjustusaeg ehk komposti valmimisaeg on tingitud teistest, allpool-kirjelatud põhjustest.

Keemilised katsed on näidanud, et eesti fosforiidi fosforhappe on sammalturbaga lahustuvaks muudetav. See annab põhjust loota, et eesti fosforiit on turvaskompostina eduga kasutatav ka mineraalmaatsetamiseks.

II. Turbaga kompostitud fosforiidi mõju taimekasvule mineraalmullal.

Kuna eesti fosforiidi P_2O_5 lahustuvaks muutumine turba abil andis lootust, et fosforiit-turvaskomposti võib eduga kasutada ka mineraalmaa väetisena, siis korraldati 1942. a. vastavad vegetatsioonikatsed.

Vegetatsioonikatsed teostati kahesuguseid: 1) kastides mineraalmullal ja 2) klaaspurkides puhtal kvartslilival kunstliku toiteseгу abil.

Katsed kastides mineraalmullal.

Mineraalmullal korraldatud katsete eesmärgiks oli selgitada, kuidas mõjub fosforiit otseselt mineraalmullal tarvitatuna ja kuidas kompostituna turbaga.

Fosforväetise võrdlusainena kasutati katsetel pretsipitaati, $CaHPO_4$, milles analüüsi põhjal oli 2%-lises sidrunhappelahuses lahustuvat P_2O_5 36,98% ja üldine P_2O_5 -sisaldus oli 41,26%. Pretsipitaati kui ka fosforiiti võeti katseteks hulgal, mis vastas P_2O_5 üldise sisalduse järgi ühele ja samale katseteks ettenähtud P_2O_5 hulgale. Kõik muud katsetingimused hoiti võimalikult ühtlased.

Tabelis 18 on toodud kastides mineraalmullal saadud kaerasaakide andmed.

Tabel 18.
Katsetaim — kaer.

Kasti nr.	V ä e t i s	Teri g	Õlgi g
5	NK	42	215
1	NK + turvas	32	192
3	NK + P ($CaHPO_4$ näol) + turvas	85	229
4	NK + P (fosforiidi „A“ näol)	65	255
2	NK + P (fosforiidi „A“ näol) + turvas	86	226
6	NK + P (fosforiidi „C“ näol) + turvas	62	236

Andmed näitavad, et fosforiidiga väetatud kastides (nr-d 2, 4, 6) on terasaak märgatavalt suurem kui ilma fosforväetiseta kastides (nr-d 1, 5).

Turvaskompostina lisatud fosforiit (nr. 2) ei ole sugugi nõrgem kui pretsipitaat (nr. 3).

Katsed toiteseguga klaaspurkides kvartsliaal.

Katsetel kvartsliaal toiteseguga oli peale muu eesmärgiks selgitada fosforiidi ja turba vahekorras tingitud mõju taimekasvule. Vegetatsioonikatseteks kompostiti, fosforiiti turbaga samades vahekorrades kui varem keemiliste määramiste jaoks. Tähendab, iga 50 g õhukuiva (17,5% niiskusega) Ellamaa „aedniku-turba” kohta tuli fosforiiti 10, 5, 3 ja 1 g. Et igasse katsepurki oli tarvis panna ühepalju, nimelt 1,167 g fosforiiti, siis tuli kompostimiseks võetavat turbahulka vastavalt muuta, et fosforiidi ja turba vahekordi samadeks jätta. Nii tuli vastavalt sellele vahekorrale tarvitada turvast katsepurgi kohta 5,835, 11,67, 19,45 ja 58,35 g.

Tabel 19.
Katsetaim — kaer.

Purgi nr.	V ä e t i s	Vahekorras	Teri g	Õlgi g
1	NK + P (lisatud CaHPO ₄ näol)		1,835	15
19	NK + P (lisat. CaHPO ₄ näol kompostituna turbaga)	1:50	5,308	9
1-a	NK (ilma P-ta)		0,082	2
2	NK (ilma P-ta) + turvas		0,251	1,5
4	NK + P (lisat. fosforiidi „A“ näol kompostituna turbaga)	10:50	3,155	12
7	NK + P (sama)	5:50	5,731	14
12	NK + P („)	3:50	6,998	9
16	NK + P („)	1:50	5,857	12
6	NK + P („)	(10:50) × 4	3,238	12
10	NK + P („)	(5:50) × 3	6,025	12
14	NK + P („)	(3:50) × 2	5,373	12
3	NK + P (lisat. fosforiidi „C“ näol kompostituna turbaga)	10:50	3,138	10
8	NK + P (sama)	5:50	5,443	12
11	NK + P („)	3:50	4,555	12
15	NK + P („)	1:50	3,892	13
5	NK + P („)	(10:50) × 4	5,830	12
9	NK + P („)	(5:50) × 3	3,907	12
13	NK + P („)	(3:50) × 2	4,663	12,5

Arvestades, et vahekorra 10:50 juures osutub võrdlemisi vähe P_2O_5 lahustuvaks, võeti selle vahekorra komposti, peale hariliku koguse, paralleelselt veel neljakordses koguses, vahekorra 5:50 komposti kolmekordses ja vahekorra 3:50 komposti kahekordses koguses.

Toitesegu valmistati akadeemik Prjanišnikovi⁷ menetluse järgi, kusjuures P asemel tarvitati uuritavat fosforiiti, kompostituna turbaga teatavas vahekorras. Fosforväetise võrdluseks kasutati, nagu Prjanišnikovi poolt on ette nähtud, $CaHPO_4$. Taimede kastmist toimetati toru kaudu purgi põhjast destilleeritud veega. Toitesegule lisati ka vajalikke mikroelemente (Mn, B, Cu ja Zn).

Katseandmed on toodud tabelleis 19—21.

Täisväetise puhul, millele P oli lisatud $CaHPO_4$ näol, oli terasaak 1,835, kuid juhul, kus seesama $CaHPO_4$ oli kompostitud turbaga, oli saak 5,308.

Tabel 20.

Katsetaim — lutsern.

Purgi nr.	V ä e t i s	Kaal g
20-a	NK + P (lisatud $CaHPO_4$ näol)	6,5
30	NK + P (lisat. $CaHPO_4$ näol kompostituna turbaga vahekorras 3:50)	9
20	NK (ilma P-ta)	0
26	NK (ilma P-ta) + turvas	1
22	NK + P (lisat. fosforiidi „A“ näol kompostituna turbaga vahekorras 10:50)	10,5
27	NK + P (sama, vahekorras 5:50)	6
32	NK + P („ „ 3:50)	12
36	NK + P („ „ 1:50)	9
24	NK + P („ „ [10:50] × 4)	7
29	NK + P („ „ [5:50] × 3)	6,5
34	NK + P („ „ [3:50] × 2)	7
21	NK + P (lisat. fosforiidi „C“ näol kompostituna turbaga vahekorras 10:50)	9,5
25	NK + P (sama, vahekorras 5:50)	9,5
31	NK + P („ „ 3:50)	10
35	NK + P („ „ 1:50)	7
23	NK + P („ „ [10:50] × 4)	12
28	NK + P („ „ [5:50] × 3)	10
33	NK + P („ „ [3:50] × 2)	7,5

⁷ Д. Н. Прянишников, Агрохимия, 1940 г.

Ilma P-ta ja turbata saadi teri 0,082 g, kuid ilma P-ta ja turbaga saadi 0,251 g.

Fosforiidi „A” korral kõikus terasaak, olenevalt fosforiidi ja turba vahekorrast, 3,155 ja 6,998 g piirides, kusjuures optimaalseks vahekorras osutus 3:50.

Fosforiidi „C” korral toimus kõikumine vastavalt 3,138 g ja 5,443 g piirides.

Pretsipitaadi puhul ilma turbata andis lutsern saaki 6,5 g ja turbaga 9 g.

Ilma P-ta ja turbata oli saak praktiliselt 0, kuid ilma P-ta turbaga 1 g.

Turbaga kompostitud fosforiit „A” andis saaki 6—12 g piirides, kusjuures optimumiks osutus vahekord 3:50.

Fosforiidi „C” korral kõikus saak 7—10 g piirides.

Tabel 21.
Katsetaim — söögipeet.

Purgi nr.	V ä e t i s	Kaal g
39	NK + P (lisatud CaHPO ₄ näol)	9
57	NK + P (lisatud CaHPO ₄ näol kompostituna turbaga vahekorras 1:50)	27
40	NK (ilma P-ta)	0
42	NK + P (lisat. fosforiidi „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 10:50)	10
46	NK + P (sama, vahekorras 5:50)	21
50	NK + P („ „ 3:50)	26
56*	NK + P („ „ 1:50)	5
44	NK + P („ „ [10:50] × 4)	18
52	NK + P („ „ [3:50] × 2)	1
41	NK + P (lisat. fosforiidi „C” näol kompostituna turbaga vahekorras 10:50)	14
45	NK + P (sama, vahekorras 5:50)	11
49	NK + P („ „ 3:50)	18
53	NK + P („ „ 1:50)	19
43	NK + P („ „ [10:50] × 4)	19
47	NK + P („ „ [5:50] × 3)	18
51	NK + P („ „ [3:50] × 2)	11

Pretsipitaat ilma turbata andis saaki 9 g ja turbaga 27 g. Ilma P-ta oli saak praktiliselt 0.

* Katsepurk nr. 56 sai kannatada kasvuhoone katusest läbijooksud vihmavee all.

Turbaga kompostitud fosforiit „A” puhul andis söögipeet saaki 10—26 g piirides, kusjuures optimumiks osutus jälle vahekord 3:50.

Fosforiidi „C” korral kõikus saak 11—19 g piirides.

Andmed näitavad, et liivkultuuri puhul on ka pretsipitaadi juures turbal oluline mõju, sest kõikidel katsetaimedel võis märgata vastavat saagi suurenemist.

Ilma fosforita purkidel ilmnes turba lisamisel väike paranemine.

Mis puutub fosforiidi ja turba vahekorra mõjusse viljasaagile, siis võis loota, et viljasaak alates vahekorrast 10:50 kuni vahekorraneni 1:50 näitab järjest tõusu, nagu seda näitas keemilisel analüüsil lahustuva P_2O_5 sisaldus. Jälgides kaera- ja peedisaaake fosforiidi „A” korral näeme, et need tõesti selles järjekorras tõusevad, kuid tõus kestab kuni eelviimase (s. o. 3:50) vahekorraneni, mis jääbki optimaalseks. Et viimase vahekorra — 1:50 — puhul on viljasaagid suurenenud P_2O_5 -sisaldusest hoolimata tagasi läinud, siis tuleb see kanda suurenenud turbahulga (58,35 g purgi kohta) arvele, mis on nähtavasti selles olukorras ebasoodsalt mõjutanud mõnd muud kasvutingimust, näiteks keskkonna reaktsiooni (pH), niiskusemahutavust, huumuskomplekside hulka, puhvervõimet jne. Happesuse (pH) osatähtsust oleksid võinud siin teataval määral selgitada vastavad pH määramised, kuid neid ei saadud toimetada, sest selleks tellitud aparaati ei saadud kätte. Väga võimalik, et siin avaldas mõju lämmastiku sidumine turvast lagundavate mikroobide poolt.

On märkimisväärne, et kompostide keemilisel uurimisel selgus, et fosforiit peenusega „C” (peenem sort) annab kiiremini ja enam lahustuvat P_2O_5 kui fosforiit peenusega „A”. Mõjus taimekasvule aga ei ilmnenud seevastu sugugi peenusega „C” fosforiidi paremus. Ainult peetide varasemas eas oli seda märgata, kuid hiljem kadus ka see.

Fosforiidikoguse suurendamine purgi kohta kahe-, kolme- ja neljakordseks ei tinginud alati saagi suurenemist.

Turbaga kompostitud fosforiidi lisamine tõstis viljasaaki igal juhtumil tunduvalt ja optimaalsete vahekordade puhul ületas see isegi pretsipitaadiga saadud saake.

Seega leiavad kompostide keemilisel analüüsil saadud andmed kinnitust ka taimekasvu alal. Järelikult on turba mõjul lahustuvaks muutunud P_2O_5 taimedele kättesaadav. Pealegi võisime neil katsetel tähele panna, et ka pretsipitaat, milles oli üle 36% 2%-lises sidrunhappes lahustuvat P_2O_5 , andis turbaga kompostituna märksa paremaid viljasaake kui ilma. See on seletatav ainult asjaoluga, et turbaga kompostimisel muutub fosforhape mitte ainult sidrunhappes, vaid suurelt osalt ka vees lahustuvaks, nagu näitas keemiline analüüs, ning viimane mõjustab taimekasvu tugevamini.

Et näha, missuguseid viljasaake annab fosforiit ilma turbata ja turbaga, kuid ilma kompostimata, selleks korraldati veel täiendavad katsed. Need katsed toimetati, nagu eelmisedki, klaaspurkides kvartslilival Prjanišnikovi toiteseguga, kusjuures P lisati kas ainult fosforiidi „A” või „aedniku-turbaga” segatud fosforiidi „A” näol (vt. tabelid 22 ja 23).

Tabel 22.

Purgi nr.	V ä e t i s	Teri g	Õlgi g
	K a e r:		
80	NK + P (lisatud fosforiidi „A” näol)	1,72	8,83
81	NK + P (lisat. fosforiidi „A” näol segatuna kompostimata turbaga vahekorras 5:50)	1,45	10,67

Tabel 23.

Purgi nr.	V ä e t i s	Kaal g
	P e e t:	
82	NK + P (lisat. fosforiidi „A” näol)	3,2
83	NK + P (lisat. fosforiidi „A” näol segatuna kompostimata turbaga vahekorras 5:50)	3,4
	L u t s e r n:	
78	NK + P (lisat. fosforiidi „A” näol)	4,25
79	NK + P (lisat. fosforiidi „A” näol segatuna kompostimata turbaga vahekorras 5:50)	3,40

Kõrvutame nüüd turbata fosforiidi „A”, turbata pretsipitaadi ja turbaga kompostitud fosforiidi „A” puhul saadud viljasaigid (vt. tabel 24).

Tabel 24.

	Turbata fosforiidi „A” korral g	Turbata pretsipitaadi korral g	Turbaga kompostitud fosforiidi „A” korral g
Kaer . . .	1,72	1,835	3,155— 6,998
Peet . . .	3,20	9	10 — 26
Lutsern . .	4,25	6,5	6 — 12

Nagu andmed näitavad, on turbata fosforiidi puhul viljasaagid madalamad kui turbata pretsipitaadi puhul ja mitmekordselt madalamad kui turbaga kompostitud fosforiidi „A” korral.

Kompostimata turbaga segatud fosforiidi „A” korral olid kaera, peedi ja lutserni saagid vastavalt 1,45, 3,4 ja 3,40 g. Niisiis olid nad samal tasemel ja mõne taime puhul isegi pisut madalamad kui ilma turbata fosforiidi korral. Seega andis kompostimata turbaga fosforiit mitmekordselt madalamaid saake kui kompostitud turbaga fosforiit.

Lahustuva P_2O_5 sisalduse järgi oleks keemilise analüüsi põhjal tulnud siin muidugi paremaid viljasaake oodata, sest fosforiidi segamisel turbaga hakkab lahustuva P_2O_5 sisaldus kohe suurenema. Ning kui kompostimisajana arvestada siin taime kasvamise aega, siis oleksid saagid võinud küll vähemalt 2 korda suuremad olla. Aga et seda ei ole, siis tõendab see ainult, et kui lagunduvad orgaanilised ained, milles C:N suhe on 20:1 või suurem, siis ei jätku lagundamismikroobide arenemiseks küllaldaselt lämmastikku, mistõttu mikroobid kasutavad oma kehavalkude ehituseks mullastikus leiduvat mineraalset lämmastikku⁸. Selle tagajärjel kahaneb taimedele kättesaadava mineraalse lämmastiku sisaldus mullastikus ja lämmastiku puudusel väheneb loomulikult ka viljasaak. Alles pärast lagundamisprotsessi lõppu, kui mikroobid on juba surnud ja nende kehad lagunenud, muutub lämmastik taimedele jälle kättesaadavaks. Kuid seda võib arvestada enamasti alles järgmisel taimekasvu-hooajal.

Nii kinnitavad kompostimata turbaga segatud fosforiidi puhul saadud andmed, et sammalturba kompostimine on kindlasti tarvilik, hoolimata sellest, et ka kompostimata sammalturvas suudab küllaldaselt fosforhapet lahustuvaks muuta.

Kõikide eeltoodud katsete kokkuvõttena võib väita, et turbaga kompostitud fosforiit on tarvitatav mineraalmullal mitte vähema eduga kui turbaga kompostitud pretsipitaat $CaHPO_4$ ja märksa suurema eduga kui turbaga kompostimata $CaHPO_4$.

Fosforiidi tarvitamine kompostimata sammalturbaga segades ei ole seetõttu kasutatav, et siis turba lagundamine mikroobide poolt toimub samaaegselt taimekasvuga ning lagundamismikroobid seovad põllupinnas leiduva vaba mineraalse lämmastiku, nii et viljasaak kannatab peaaegu alati lämmastikupuuduse tagajärjel, välja arvatud vahest ainult juhud, kui lämmastikku on põllus ülikülluses.

⁸ Ф. Т. Перитурин, Навоз и другие органические удобрения, lk. 13—14.

Fosforiidi järelmõju järgneval aastal.

Fosforiidi järelmõju selgitamiseks korraldati järgneval, s. o. 1943. a. uuesti vegetatsioonikatseid niihästi mineraalmullal kastides kui ka kvartsi- liival klaaspurkides. Katsetel kasutati samu kaste ja klaaspurke, mis eel- misel aastal. Väetisena lisati neile aineid vastavalt Prjanišnikovi toitesegule, välja arvatud ainult fosforväetis, mida järgneval aastal üldse ei lisatud.

Katseandmed mineraalmullal kastides kasvatatud herne kohta on kokku võetud tabelis 25.

Tabel 25.

Kasti nr.	V ä e t i s	Herned (kauntes) g
10	NK	359,5
7	NK + turvas	350,5
8	NK + P (CaHPO ₄ näol) + turvas	398,0
9	NK + P (fosf. „A“ näol) + turvas	454,5
12	NK + P (fosf. „C“ näol) + turvas	410,0

Nagu andmed näitavad, on fosforiidi „A“ järelmõju teisel aastal suu- rem kui pretsipitaadil ja fosforiidil „C“. Siin võib osaliseks põhjuseks pidada asjaolu, et enam lahustuvatest fosforväetise liikidest tarvitasid tai- med eelmisel aastal rohkem fosforhapet. Kuid arvestades ka eelmise aasta saake peame tunnistama, et kahe aasta saak kokku on fosforiidi „A“ kor- ral suurem.

Katseandmed kaera puhul kvartsi- liival purkides on kokku võetud tabe- lis 26, kus on ühtlasi näidatud ka eelmise aasta saagid ja kahe aasta saa- kide summa. Peale selle on tabelis näidatud purkide keskkonna happesus (*pH*) vegetatsioonikatsete lõpul, määratud Wulff'i foolium-kolorimeetriga.

Nagu andmed näitavad, oli kaera terasaak kahe aasta kohta pretsipi- taadi puhul 7,762 g. Katsel ilma fosforväetiseta oli see 0,204 g ja katsel ilma fosforväetiseta, kuid turbaga — 0,393 g. Turbaga kompostitud fosfo- riitväetiste korral oli see keskmiselt 7,690 g, näidates kõikumist 5,144—9,636 g piirides olenevalt fosforiidi ja turba mitmesugustest vahe- kordadest kompostis.

See tõendab, et turvas tõstab ka pretsipitaadi efektiivsust fosforväeti- sena ning et fosforiit-turvaskompostid küünivad oma mõju poolest kesk- miselt peaaegu pretsipitaadi tasemele.

Ilma turbata fosforiidi puhul andis kaer esimesel aastal saaki 1,72 g ja teisel aastal 2,138 g, seega kahe aasta summana 3,858 g. Järelikult on

Tabel 26.

Pürgi nr.	V ä e t i s	Fosfor- väetise vahekorrd turbaga	Teri g			Õlgi g			pH katse lõpul	Märkusi
			1942. ja 1943. a. kokku		1942. a.	1943. a.	1942. ja 1943. a. kokku			
			1942. a.	1943. a.	1942. a.	1943. a.	1942. a.	1943. a.		
1	NK + P (lisatud CaHPO_4 näol)		1,835	4,190	6,025	15	4,4	19,4	5,8	1942. a. õled kaaluti kohe peale lõikust.
19	NK + P (lisat. CaHPO_4 näol komposituna turbaga)	1 : 50	5,308 0,082	2,454 0,122	7,762 0,204	9 2	3,5 1,3	12,5 3,3	6,5 6,6	
1a	NK									
2	NK + turvas		0,251	0,142	0,393	1,5	1,7	3,2	6,6	
4	NK + P (fosforiidi „A“ näol komp. turbaga)	10 : 50	3,155	2,798	5,953	12	3,2	15,2	5,8	
7	NK + P (sama)	5 : 50	5,731	1,566	7,297	14	4,5	18,5	7,0	
12	NK + P („)	3 : 50	6,998	1,914	8,912	9	5,2	14,2	6,4	
16	NK + P („)	1 : 50	5,857	3,780	9,636	12	3,5	15,5	5,8	
6	NK + P („)	(10 : 50) × 4	3,238	2,336	5,574	12	3,2	15,2	5,8	
10	NK + P („)	(5 : 50) × 3	6,025	3,286	9,311	12	4,7	16,7	5,8	
14	NK + P („)	(3 : 50) × 2	5,373	3,388	8,761	12	5,7	17,7	5,8	
3	NK + P (fosforiidi „C“ näol komp. turbaga)	10 : 50	3,138	2,006	5,144	10	4,8	14,8	6,0	
8	NK + P (sama)	5 : 50	5,443	3,532	8,975	12	2,0	14,0	6,4	
11	NK + P („)	3 : 50	4,555	1,411	5,966	12	3,0	15,0	7,0	
15	NK + P („)	1 : 50	3,898	3,421	7,319	13	4,6	17,6	5,8	
5	NK + P („)	(10 : 50) × 4	5,830	3,533	9,363	12	4,4	16,4	5,8	
9	NK + P („)	(5 : 50) × 3	3,907	3,007	6,914	12	4,1	16,1	5,8	
13	NK + P („)	(3 : 50) × 2	4,663	3,863	8,526	12,5	5,0	17,5	5,8	
80	NK + P (fosforiidi „A“ näol ilma turbata)		1,72	2,138	3,858	8,8	3,3	12,1	6,9	

Tabel 27.

Purgi nr.	V ä e t i s	Fosforväärtise vähekord turbaga	1942. a.		1943. a.		1942. ja 1943. a. kokku		1943. a.		pH katse lõpul
			juurikaid g	juurikaid g	juurikaid g	juurikaid g	juurikaid g	lehed g			
39	NK + P (lisatud CaHPO_4 näol)		9	9	18	8				6,0	
57	NK + P (lisatud CaHPO_4 näol komposiituna turbaga)		27	4	31	6				6,5	
40	NK		0	1	1	2				6,6	
42	NK + P (fosforiidi „A“ näol kompost. turbaga)	10:50	10	1	11	3				6,9	
46	HK + P (sama)	5:50	21	14	35	8				6,0	
50	NK + P („)	3:50	26	8	34	7				6,6	
56	NK + P („)	1:50	5	5	10	11				6,5	
44	NK + P („)	(10:50)×4	18	1	19	5				7,0	
52	NK + P („)	(3:50)×2	1	11	12	11				5,8	
41	NK + P (fosforiidi „C“ näol kompost. turbaga)	10:50	14	9	23	13				5,8	
45	NK + P (sama)	5:50	11	4	15	8				6,5	
49	NK + P („)	3:50	18	1	19	4				6,6	
53	NK + P („)	1:50	19	3	22	8				5,9	
43	NK + P („)	(10:50)×4	19	10	23	11				6,1	
47	NK + P („)	(5:50)×3	18	2	20	7				6,6	
51	NK + P („)	(3:50)×2	11	4	15	9				5,8	
82	NK + P (fosforiidi „A“ näol ilma turbaga)		3,2	1	4,2	12				6,4	

turbaga kompostimine fosforiidi efektiivsust fosforväetisena ümmarguselt kahekordistanud.

Vastavad andmed söögipöödi puhul on kokku võetud tabelis 27.

Katseandmed näitavad, et turbaga kompostimine tõstab pretsipitaadi puhul saake, sest kahe aasta saak oli ilma turbata 18 g ja turbaga kompostimisel 31 g.

Ilma fosforväetiseta oli kahe aasta saak 1,2 g, kuid turbaga kompostitud fosforiitväetise puhul olid saagid, olenevalt fosforiidi ja turba vahekorra-
st, 10—35 g piirides, keskmiselt 20,4 g.

Ilma turbata fosforiidiga väetamise puhul oli kahe aasta saak 4,2 g. Turbaga kompostimine tõstis seega kahe aasta saagi ligemale 5-kordseks.

Katsete keskmised andmed kahe aasta saakide kohta on võrdluseks toodud tabelis 28.

Tabel 28.

V ä e t i s	Kaerateri g	Peedijuurikaid g
NK ilma fosforväetiseta ja turbata	0,204	1,2
NK + turvas ilma fosforväetiseta	0,393	
NK + fosforiit	3,858	4,2
NK + fosforiit turbaga kompostituna	7,690	20,4
NK + pretsipitaat	6,025	18,0
NK + pretsipitaat turbaga kompostituna	7,762	31,0

Nagu andmetest näha, moodustab turbaga kompostitud fosforiit turbaga kompostitud pretsipitaadi võimest fosforväetisena kaera puhul 99,2% ja peedi puhul 65,8%, kuid ületab turbaga kompostimata pretsipitaadi võime. Seega kinnitavad laboratoorsed ja vegetatsioonikatsed fosforiit-turvaskomposti kõlblikkust fosforväetisena.

Kokkuvõte.

Nagu esimese osa kokkuvõttest nägime, muudab turvas eesti fosforiidi fosforhappe olenevalt turba ja fosforiidi vahekorra-
st lahustuvaks optimaalsel juhul kuni saja protsendini

Näidates, et turbaga kompostimine suurendab viljasaake fosforiidi ja ka pretsipitaadi korral, tõendavad ja kinnitavad vegetatsioonikatsed seega keemilise analüüsi tulemusi. Kaera puhul ühtib ka keemiliste ja vegetatsioonikatsete põhjal ilmnenu-
d lahustuvuse olenevus fosforiidi ja turba vahekorra-
st. Nimelt on kahe aasta kaerasaakide summa kõige suurem vahe-

korra 1:50 puhul, millise vahekorra puhul oli ka lahustuvus kõige suurem. Esimese aasta vegetatsioonikatsetel osutus optimaalseks vahekord 3:50.

Söögipeedi puhul ei ilmnenud just sellist pilti, kuid katsete põhjal söögipeediga, kus igas purgis oli üks taim (kaera puhul 10 taimet) ei ole ka võimalik vahekorra olenevuse suhtes küllalt kaaluva väärtusega järeldusi teha, sest ühe taime puhul võivad saagid oleneda kergesti taime individuaalsusest ja tema tervislikust olukorrast.

Näidates, et värskest, ilma kompostimata võetud sammalturvas andis fosforiidiga vähem saaki kui sel juhtumil, mil teda paar kuud oli seista lastud, tõendavad katsed seda, et turba ja fosforiidi segu seismiseks ehk turvaskomposti valmimiseks on vajalik teatav aeg, kuigi fosforiidi lahustamiseks turba abil, eriti fosforiidi „C” korral, ei ole see nõutav.

Mis puutub fosforiidi peenusesse, siis võib konstateerida, et kuigi keemilistel katsetel selgus, et fosforiidis peenusega „C” (s. o. suurema peenusega) muutub fosforhape kiiremini lahustuvaks kui fosforiidis peenusega „A”, osutus vegetatsioonikatsete põhjal fosforiit peenusega „A” isegi soodsamaks.

Fosforiit-turvaskomposti väärtus fosforväetisena mineraalmullal on käesoleva tööga tõestatud. Kui hinnata fosforiit-turvaskomposti ainult fosforväetise seisukohalt, siis on fosforiidi ja turba vahekorra määramisel turvaskompostis mõõduandev majanduslik kalkulatsioon, nimelt ühe kg lahustuva P_2O_5 omahind. Tavalistel tingimustel osutub sellest seisukohast vaadatud optimaalseks fosforiidi ja turba vahekord 3:50 kuni 5:50, see on 3—5 kaaluosa fosforiiti (P_2O_5 -sisaldus ca 25%) 50 kaaluosa õhukuiva sammalturba (17,5% niiskust) kohta ehk, teiste sõnadega, 6—10 kg sellist fosforiiti 1 m³ peenendatud toor-sammalturba kohta, mis on saadud ükskõik millise tootmismenetlusega.

Kui aga hindame mainitud komposti väärtust veel orgaanilise väetisena, milline väärtus on põlluviljakuse kiireks tõstmiseks eriti oluline, siis võib optimaalseks osutada vahekord 1:50, s. o. 2 kg fosforiiti 1 m³ sammalturba kohta.

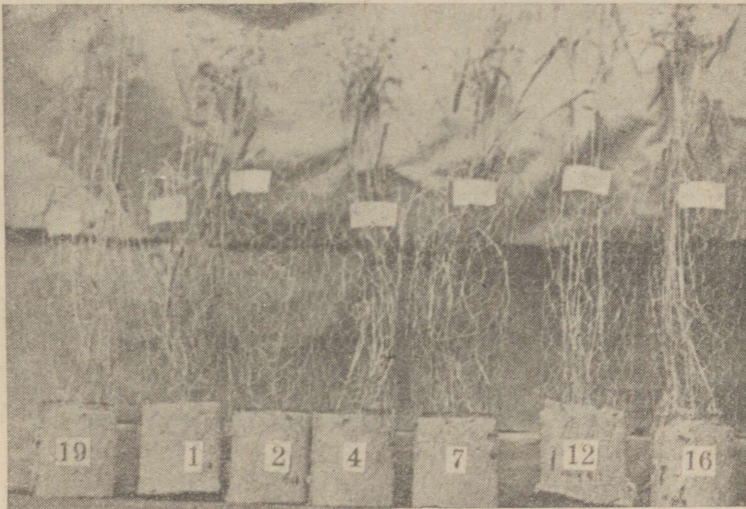
Et nimetatud fosforiit-turvaskomposti tarvitamiskõlblikkuses ja väärtuses mineraalmaal väetisena nii fosforväetise kui ka orgaanilise väetise seisukohalt ei ole kahtlust, siis tuleks juba käesoleva viisaastakuplaani täitmiseks põlluviljakuse tõstmise alal asuda laiaulatuslikult selle tootmisele ja kasutamisele.

Esialgne fosforiit-turvaskomposti valmistamise ja kasutamise juhend, koostatud käesoleva töö alusel, on toodud ajakirjas „Plaanimajandus” nr. 3—4—5, 1945. a., lk. 158.

Vegetatsioonikatsete ülesvõtted.

Nr. 1.

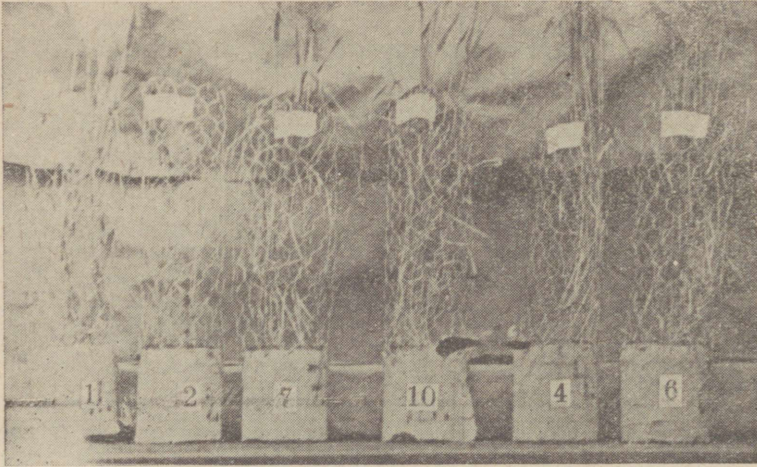
Vegetatsioonikatsed kaeraga 1942. aastal fosforiidi ja turba vahekorra mõju selgitamiseks.



- 19. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
- 1. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol)
- 2. NK (ilma P-ta) + kompostitud turvas
- 4. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 10 : 50)
- 7. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 5 : 50)
- 12. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 3 : 50)
- 16. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)

Nr. 2.

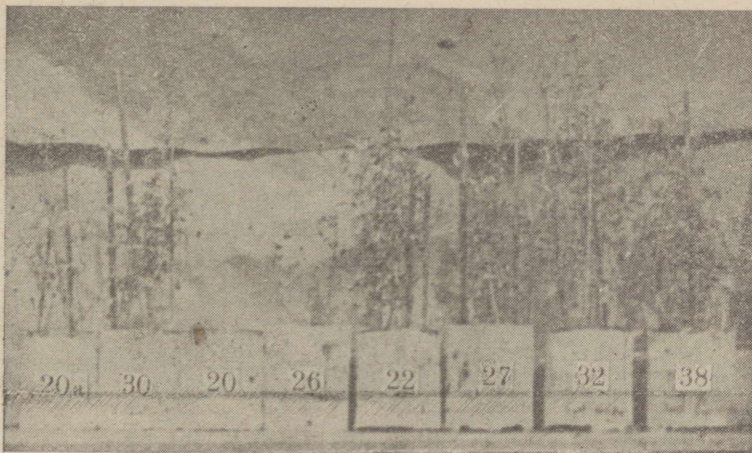
Vegetatsioonikatsed kaeraga 1942. aastal komposti hulga mõju selgitamiseks.



1. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol)
2. NK (ilma P-ta) + kompostitud turvas
7. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 5 : 50)
10. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras [5 : 50] × 3)
4. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 10 : 50)
6. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras [10 : 50] × 4)

Nr. 3.

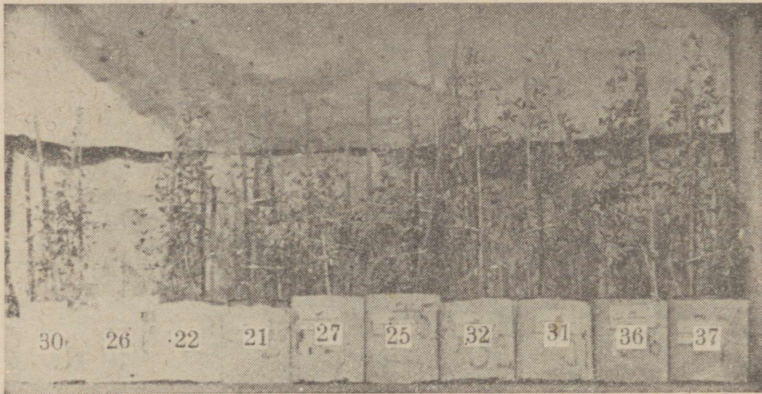
Vegetatsioonikatsed lutserniga 1942. aastal fosforiidi ja turba vahekorra mõju selgitamiseks.



- 20-a. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol)
- 30. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol kompostituna turbaga vahekorras 3:50)
- 20. NK (ilma P-ta)
- 26. NK (ilma P-ta) + kompostitud turvas
- 22. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 10:50)
- 27. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 5:50)
- 32. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 3:50)
- 38. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 1:50)

Nr. 4.

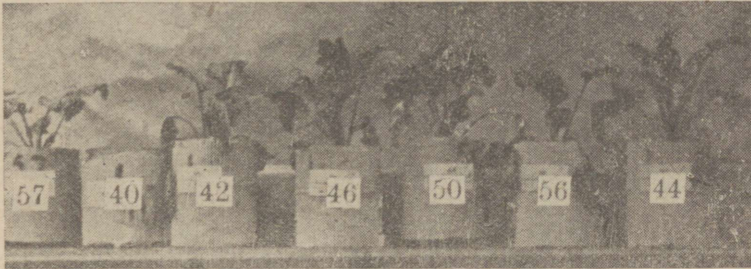
Vegetatsioonikatsed lutserniga 1942. aastal fosforiidi peenuse mõju võrdlemiseks mitmesugustel vahekordadel.



- 30. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol kompostituna turbaga vahekorras 3 : 50)
- 26. NK (ilma P-ta) + kompostitud turvas
- 22. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 10 : 50)
- 21. NK + P (lisat. fosf. „C” näol kompostituna turbaga vahekorras 10 : 50)
- 27. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 5 : 50)
- 25. NK + P (lisat. fosf. „C” näol kompostituna turbaga vahekorras 5 : 50)
- 32. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 3 : 50)
- 31. NK + P (lisat. fosf. „C” näol kompostituna turbaga vahekorras 3 : 50)
- 36. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
- 37. NK + P (lisat. fosf. „C” näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)

Nr. 5.

Vegetatsioonikatsed söögipeediga 1942. aastal fosforiidi ja turba vahekorra ning komposti hulga mõju selgitamiseks.



- 57. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
- 40. NK (ilma P-ta)
- 42. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 10 : 50)
- 46. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 5 : 50)
- 50. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 3 : 50)
- 56. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
- 44. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras [10 : 50] × 4)

Nr. 6.

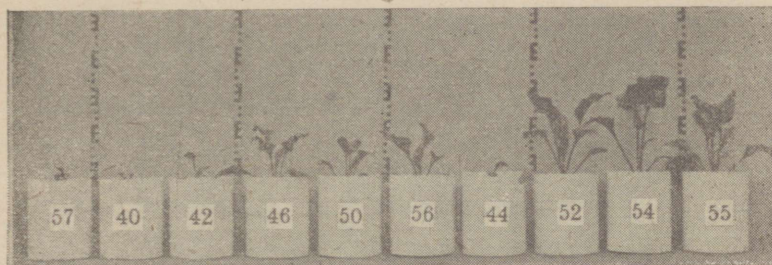
Vegetatsioonikatsed kaeraga 1943. aastal fosforiidi järelmõju selgitamiseks.



19. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol kompostituna turbaga vahekorras 1:50)
1. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol)
2. NK (ilma P-ta) + kompostitud turvas
4. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 10 : 50)
7. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 5 : 50)
12. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 3 : 50)
16. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
15. NK + P (lisat. fosf. „C” näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
9. NK + P (lisat. fosf. „C” näol kompostituna turbaga vahekorras [5 : 50] × 3)

Nr. 7.

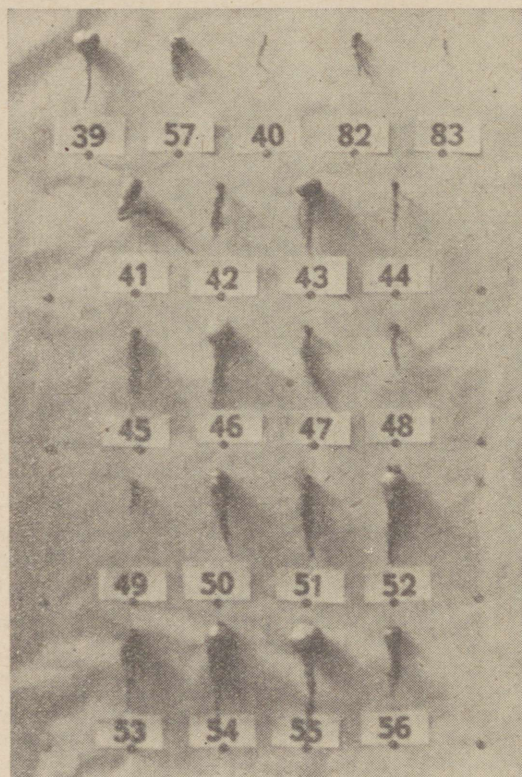
Vegetatsioonikatsed söögipeediga 1943. aastal fosforiidi järelmõju selgitamiseks.



- 57. NK + P (lisat. CaHPO_4 näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
- 40. NK (ilma P-ta)
- 42. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 10 : 50)
- 46. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 5 : 50)
- 50. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 3 : 50)
- 56. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
- 50. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 3 : 50)
- 56. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras 1 : 50)
- 44. NK + P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras $[10 : 50] \times 4$)
- 52. NK \times P (lisat. fosf. „A” näol kompostituna turbaga vahekorras $[3 : 50] \times 2$)

Nr. 8.

Söögipeedi juurikad 1943. aasta katsetel fosforiidi järelmõju selgitamisel.



Katsetel kasutatud väetised on vastavalt numbritele näidatud tabelites 21, 22, 23 ja 27.

Фосфоритно-торфяной компост.

В настоящей работе рассматривается проблема превращения фосфорной кислоты эстонского фосфорита в растворимое состояние путём компостирования его с торфом, а также с помощью вегетативных опытов выясняется действие полученного таким образом фосфоритно-торфяного компоста на рост растений, с целью установить применимость его в качестве удобрения минеральных почв, для каковой цели один фосфорит оказался нерентабельным.

В качестве торфа использовалась мелкая фракция *Sphagnum*-торфа, полученная производственным путём в торфяной промышленности Элламаа и пропущенная сквозь сито с отверстиями диаметром 8 мм.

В качестве фосфорита применялся обогащённый и размолотый фосфорит с содержанием P_2O_5 в 24,33%.

Процесс превращения фосфорной кислоты фосфорита в растворимое состояние исследовался в зависимости от времени взаимодействия фосфорита и торфа, от соотношения их количеств в компосте, от влажности компоста и тонкости размельчения фосфорита.

Химическим анализом определялось количество P_2O_5 фосфорита, растворимой в воде, а также количество P_2O_5 , извлекавшееся из нерастворимого в воде остатка путём растворения в 2%-ной лимонной кислоте. Вследствие этого в дальнейшем под названием растворимой P_2O_5 мы будем понимать общее количество P_2O_5 , последовательно извлекаемое вышеописанным способом из фосфорита водой и 2%-ой лимонной кислотой.

В случае фосфорита со степенью размельчения „А“ (см. табл. 5) оптимальное влияние на растворимость P_2O_5 оказывает взаимодействие смеси при стоянии в течение 1—2-х месяцев, и только в некоторых случаях в течение 4-х месяцев, причём было установлено понижение растворимости после 2- и 3-месячного стояния.

В случае фосфорита со степенью размельчения „С“, полученного путём дополнительного размола фосфорита „А“ с помощью лабораторной шаровой мельницы, проводились опыты со смесями торфа и фосфорита без предварительного стояния смеси, т. е. определение растворимой P_2O_5 производилось непосредственно после их смешения. Таким образом в этом случае за время взаимодействия можно принять просто время взбалтывания смеси с растворителем, т. е. пол-часа. Интересно, что в случае фосфорита с размельчением „С“ содержание растворимой P_2O_5 оказалось наибольшим именно при получасовом взаимодействии. После стояния смеси в течение 1 месяца можно было установить уменьшение содержания растворимой P_2O_5 . В некоторых случаях, правда, оно несколько повышалось при стоянии, но всё же никогда не достигало первоначальной величины. Отсюда следовало бы сделать вывод, что в случае фосфорита с размельчением „С“ компосту вовсе не

нужно было бы давать времени для стояния, но вегетативные опыты показали, что это всё-таки необходимо. Однако, в общем, время стояния компоста оказывает лишь незначительное влияние на содержание растворимой P_2O_5 . В зависимости от времени стояния компоста изменения в содержании растворимой P_2O_5 колеблются, считая на фосфорит, в пределах 1,5 %.

Значительно большее влияние на содержание растворимой P_2O_5 оказывает соотношение между фосфоритом и торфом в смеси. Варьируя содержание фосфорита от 1 до 24,24 г на 100 г абсолютно сухого торфа, мы получали изменение в содержании растворимой P_2O_5 от 99,63 до 24,08 %, считая на общее содержание P_2O_5 (см. таблицы 4 и 15).

Для выяснения влажности были приготовлены компосты с 17,5, 50 и 80 % влажности, причём самые лучшие результаты получились при 80 % и самые худшие при 50 % влажности (см. табл. 16).

То обстоятельство, что в случае стояния компоста с 50 % влажности содержание растворимой P_2O_5 с течением времени непрерывно уменьшается, можно объяснить жизнедеятельностью микробов, лучше всего развивающейся при этой влажности. Жизнедеятельность микробов, разрушающая гуминовые кислоты, в известной степени понижает влияние торфа на растворимость P_2O_5 , однако, вред, обусловленный этим, невелик, так как общее понижение растворимости P_2O_5 в этом случае составляет 0,76 %, считая на фосфорит, или 3,11 %, считая на общую P_2O_5 .

Исследование влияния степени размельчения фосфорита на растворимость P_2O_5 показало, что большее размельчение способствует растворению (см. табл. 17).

Вегетативные опыты производились двумя способами: в ящиках с минеральной почвой и в стеклянных банках с искусственной питательной смесью по методу академика Прияшникова. Опыты показали, что фосфорит после трёхмесячного взаимодействия с торфом, т. е. фосфоритно-торфяной компост, даёт в качестве фосфорного удобрения такие же высокие урожаи, как и взятое для сравнения фосфорное удобрение — преципитат, в котором, согласно анализу, количество P_2O_5 , растворимое в 2%-ной лимонной кислоте, составило 36,98 % при общем содержании P_2O_5 в 41,26 % (см. табл. 18, 19 и 20).

Фосфорит без торфа дал урожай примерно в 2—3 раза меньшие.

Далее, опыты показали, что некомпостируемая, т. е. невыдержанная или свежая смесь фосфорита с торфом, помещённая в опытную банку перед посадкой туда растения, даёт по большей части меньший урожай, чем фосфорит без торфа. Это показывает, что компостирование во всяком случае необходимо. Уменьшение урожайности в случае применения свежего некомпостируемого торфа обусловлено тем, что микробы, разлагая целлюлозу торфа, развиваются одновременно с ростом растения и при этом связывают в белках своего тела свободный азот из почвы, вследствие чего рост растения тормозится из-за недостатка азота. Конечно, исключения в этом отношении могут наблюдаться в тех случаях, когда азот в почве имеется в избытке. Уменьшение урожайности вследствие недостатка азота имеет место не только в случае торфа, но и вообще всегда при внесении в почву веществ, содержащих целлюлозу, в которых отношение между количеством углерода и азота равно 20:1 или ещё больше. Следовательно, компостирование торфа необходимо, так как при этом происходит разложение целлюлозы микробами, сопровождающееся последующим разложением и самих этих микробов, наступающим раньше, чем начинается развитие самого растения.

Далее, вегетативные опыты выяснили, что нет необходимости размельчать фосфорит более, чем это имеет место в случае продукта нашей фосфоритной промышленности (степень размельчения „А“), так как это не только не ведёт к увеличению урожайности, но во многих случаях даже уменьшает её.

Наконец, вегетативные опыты показали, что фосфоритно-торфяной компост в качестве фосфоритного удобрения оказывает сильное последствие также и в следующем году.

В виду того, что фосфоритно-торфяной компост нельзя расценивать только как фосфоритное удобрение, так как он в особенности полезен в качестве органического удобрения, необходимого для наших полей, было бы целесообразно и безусловно необходимо признать за фосфоритно-торфяным компостом то первостепенное значение, которое он имеет в деле обеспечения устойчивого и высокого урожая наших земледельческих культур, и всячески содействовать внедрению его в сельском хозяйстве.

Sisukord.

	l.k.
Eessõna	3
Sissejuhatus	5
I. Fosforiidi fosforhappe lahustuvaks muutmine turba abil	9
Eelkatse	9
Katsed	13
Kokkuvõte	24
II. Turbaga kompostitud fosforiidi mõju taimekasvule mineraalmullal	25
Katsed kastides mineraalmullal	25
Katsed toiteseguga klaaspurkides kvartslüival	26
Fosforiidi järelmõju järgneval aastal	32
Kokkuvõte	35
Vegetatsioonikatsete ülesvõtted	37
Резюме: Фосфоритно-торфяной компост	45

1. trükk.

Vastutav toimetaja O. Hallik.

Tehniline toimetaja H. Kohu.

Ladumisele antud 3. IV 47. Trükkimisele antud 19. VI 47. Paberi kaust 67 × 95. 1/16.
Trükipoognaid 3. Autoripoognaid 2,71. Arvestuspoognaid 3,01. MB 03652. Laotihedus
trpg. 50100. Tiraaž 3200. Trükikoja tellimus nr. 581. Trükikoda „Hans Heidemann“,
Tartu, Vallikraavi 4.

Hind rbl. 3.—

A. Авасте, Фосфоритно-торфяной компост.

На эстонском языке. Эгосиздат „Научная Литература“, Tartu.

Rbl. 3.—

A
A-16089
10