

TURBATUHA KEEMILINE KOOSTIS JA TEMAS SISALDUVATE TOITEELEMENTIDE OMASTATAVUS TAIMEDE POOLT

H. KÄRBLANE,
 põllumajandusteaduste kandidaat

Eestis on turvas tähtsaks kohalikuks kütuseks. Tema põlemisel jääb järele rohkesti tuhka. Arvestades turba keskmiseks tuhasuseks 6%, peavad vabariigi elektrijaamad ja muud turvaskütusel töötavad ettevõtted aasta jooksul välja vedama enam kui 33 000 t turbatuhka. Vaatamata sellele kasvab turvaskütuse osatähtsus järjest, mille tagajärjel suureneb ka tuha hulk. Nii on mõnede elektrijaamade ja tehaste juurde tuhamägedena kuhjunud suured turbatuha tagavarad (Ellamaa elektrijaamas, Järvakandi tehastes, Ulila elektrijaamas jm.). Selline kogunev turbatuhk on tööstuses ja elektrijaamades ballastiks, millest lahtisaamine on seotud sageli suurte kuludega.

Et välja selgitada turbatuha rahvamajanduslikku tähtsust ja kasutamise võimalusi, selleks määrati tema keemiline koostis ja uuriti temas sisalduvate tähtsamate toiteelementide omastatavust taimede poolt.

Tabelis 1 ongi toodud eri päritoluga turbatuhkade keemiline koostis.

Tabel 1

Turbatuha keemiline koostis

Proovi nr.	Tuha päritolu	% -des tuha kuivainest											
		CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CO ₂	MnO	Cu	Lahustu- matu jääk
1	Ellamaa elektrijaam	17,41	1,96	1,46	1,08	0,97	2,24	5,10	3,76	12,70	0,080	0,0102	43,04
2	Ulila elektrijaam	26,00	2,24	1,62	2,31	1,83	3,57	4,05	2,47	19,50	0,069	0,0108	27,12
3	Ulila elektrijaam	23,99	2,84	1,46	2,08	1,67	3,05	4,34	2,56	—	0,077	0,0102	28,08
4	Tootsi elektrijaam	22,30	3,43	1,49	0,89	1,39	2,21	5,19	5,31	16,10	0,093	—	35,50
5	Võru elektrijaam	25,09	1,77	1,47	0,64	1,80	3,80	6,11	3,00	—	0,097	—	26,66
6	Järvakandi tehased	16,10	1,67	1,29	0,83	1,38	2,91	5,19	4,11	10,90	0,081	—	52,05
7	Sindi tekstiilivabrik	21,07	2,19	1,22	1,04	1,40	2,53	5,10	4,00	14,90	0,095	—	37,18
8	Paldiski mnt. saun Tal- linnas	25,93	2,27	1,54	0,67	1,64	1,41	5,10	4,42	18,60	0,075	0,1278	32,52
9	Tartu I Keskkool	27,20	2,60	1,89	2,17	1,80	4,15	6,72	5,12	20,50	0,073	0,0197	24,12

Erinevused turbatuha keemilises koostises on tingitud ühelt poolt sellest, et kütteks kasutatav turvas pärines eri kohtadest, ja teiselt poolt sellest, et mõnel pool kasutati teda segus kivisöega (proov nr. 6). Kivisöetuhk (räbu) alandab järelejäävas tuhasegus CaO, MgO, K₂O, P₂O₅ ja mõnede teiste elementide sisaldust, kusjuures suureneb soolhappes lahustumatu jäägi hulk.

Suurt soolhappes lahustumatut jääki ning väiksemat lubja-, kaaliumi-, fosfori-, väävli- ja süsinikusisaldust näeme ka Ellamaa elektriijaamast võetud tuhaproovis (proov nr. 1). See turvas on ebakvaliteetselt üles töötatud, mistõttu liivasisaldus temas on kõrge. Turba hulka segunenud liiva tõttu tõuseb kütuse tuhasus sageli 30%-ni ja isegi üle selle. Ka järelejääv tuhk on liivarikas, mis põhjustabki ta erinevat keemilist koostist.

Turba põletamisel harilikkes ahjudes (proov nr. 9) kasutatakse tule alustamiseks kergemini süttivat puitu. Kaltsiumi-, kaaliumi-, fosfori- ja väävli-rikkam puutuhk, segunedes koldes turbatuhaga, tõstab mainitud elementide sisaldust järelejäävas tuhasegus.

Ulila elektriijaama tuhaproovidest on proov nr. 2 võetud otse jõujaama tuhahunnikust. Proov nr. 3 pärineb Raadi õppe- ja katsemajandisse transportitud ja seal suve läbi põllul seisnud väikesest hunnikust (5 ts). Mõlema proovi võrdlemisel näeme nende keemilises koostises erinevust. Lahtise taeva all väikeses hunnikus seistes on vähenenud suhteliselt kaaliumi-, kaltsiumi-, fosfori- ja väävlisisaldus, kuna raua- ja magneesiumi-protsent on tõusnud.

Eespool toodust selgub, et turbatuhk sisaldab rohkesti taimedele vajalikke toiteelemente. Et need saaksid kasutatavaks, peavad nad olema taimedele poolt omastatavad. Sellelt seisukohalt on tähtis, millise keemilise ühendina üks või teine element turbatuhas esineb, sest sellest oleneb antud elemendi lahustuvus vees või nõrkades hapetes. Küllaltki rohke karbonaatide (CO₂-) sisaldus analüüsitud proovides lubab oletada, et suur osa turbatuha kaltsiumist esineb karbonaatidena.

Turbatuhas sisalduva kaltsiumi suhteliselt head lahustuvust ja kiiret reageerimist mullaga tõestavad ka 1955. a. suvel läbiviidud põldkatsed. Vaatamata sellele, et lubiväetised olid külvatud kevadel enne kultivaatoriga harimist ja et suvi oli sademetevaene, reageerisid mullaga kiiresti nii turbatuhk kui ka võrdluseks võetud nõrglubi, milles kaltsium esineb karbonaadina, ja parandasid tunduvalt mulla füüsikalisi-keemilisi omadusi juba esimese vegetatsiooniperioodi lõpuks.

Tabel 2

Lubiväetiste mõju mulla füüsikalisi-keemilistele omadustele

Väetis	pH _{KCl}	Hüdrolüütiline	Asendus-	Liikuv-	S	V (%)
		happesus	happesus	alumiinium		
		milliekvivalentides 100 g mulla kohta				
Lubiväetiseta	4,54	5,15	0,44	0,23	5,3	50,7
Nõrglubi	5,76	3,57	0,33	0,18	9,0	71,6
Turbatuhk	5,38	4,45	0,33	0,15	7,2	61,9

Tabelis 2 toodud andmed näitavad lubiväetiste mõju mulla füüsikalisi-keemilistele omadustele esimese katseaasta lõpuks. Katse on korraldatud Tartu rajooni «Esimese Mai» kolhoosi keskmiselt leetunud kamar-leetmullal.

Kumbagi lubiväetist anti 5 t/ha. Et külvatud turbatuha niiskussisaldus oli 21% ja leelisus (CaCO_3) 53,5%, nõrglubjal vastavalt 18 ja 87,5%, anti hektarile turbatuhaga umbes 2,1 tonni ja nõrglubjaga 3,6 tonni CaCO_3 . Sellega seletubki nõrglubja tugevam toime mulla füüsikalise-keemilistele omadustele.

Ühe või teise elemendi omastatavust näitab ka tema lahustuvus vees või nõrkades hapetes.

Vees lahustuvad ühendid on taimede poolt otseselt omastatavad. Vees lahustumatud mineraalühendid seevastu peab taim oma juurtest erituvate orgaaniliste hapete toimel muutma endale kättesaadavaks. Katseliselt on kindlaks tehtud, et 2%-lises sidrunhappeleotises lahustuvad ühendid on taimede poolt omastatavad.

Analüüside tulemused näitavad, et turbatuhas sisaldub keskmiselt 0,5% vees ja 0,76% 2%-lises sidrunhappes lahustuvat kaaliumi (K_2O). Seega moodustab vees lahustuv K_2O ühe kolmandiku ja sidrunhappes lahustuv K_2O üle poole turbatuha üldkaaliumist. Vees lahustuvat fosforit (P_2O_5) leidub turbatuhas 0,28% ja 2%-lises sidrunhappes lahustuvat P_2O_5 on 0,87% (s. o. keskmiselt pool turbatuha P_2O_5 kogusest).

Et selgusele jõuda turbatuhas sisalduvate toiteelementide omastatavuses taimede poolt, selleks korraldati rida nõukatseid kvartsliaal ja mitmesugustel muldadel.

Toitaineid mittesisaldaval kvartsliaal läbiviidud katsetes anti kasvuks vajalikud toiteelemendid taimedele Prjanišnikovi toiteseguna.

Turbatuhas sisalduva fosfori, kaaliumi, väävli ja magneesiumi omastatavuse uurimiseks taimede poolt korraldati vastavad katseseeriad odraga, iga seeria kahes variandis. Esimeses katseseerias jäeti Prjanišnikovi toitesegust välja uuritav element, teises katseseerias asendati see turbatuhaga.

Katsetest selgus, et fosfori, kaaliumi ja magneesiumi ärajätmine toitesegust vähendas tublisti odrasaaki. Toitesegust ärajäetud elementide asendamine turbatuhaga soodustas aga taimede kasvu (tab. 3).

Tabel 3

Turbatuha mõju odrasaagile

Katsevariant	Teri		Põhku		Juuri		
	keskmiselt nõu kohta						
	tk.	g	%	g	%	g	%
Ilma fosforita	9	0,10	100,0	4,31	100,0	1,66	100,0
Turbatuhk P_2O_5 asendajana	66	1,69	169,0	9,77	226,7	4,15	250,0
Ilma kaaliumita	322	6,29	100,0	11,14	100,0	2,87	100,0
Turbatuhk K_2O asendajana	728	20,23	321,6	29,53	265,1	5,63	196,2
Ilma väävlita	875	32,51	100,0	30,84	100,0	7,73	100,0
Turbatuhk SO_3 asendajana	797	28,18	86,7	35,23	114,2	9,10	117,7
Ilma magneesiumita	473	15,71	100,0	18,43	100,0	5,67	100,0
Turbatuhk MgO asendajana	483	18,98	120,8	20,94	113,6	8,70	153,4

Fosfori asendamisel turbatuhaga kasvasid eriti terasaak ja juurte mass. Vähem, kuid siiski rohkem kui kaks korda suurenes põhusaak. Turbatuhk kaaliumi asendajana tõstis märgatavalt tera- ja põhusaaki, samuti juurte massi. Turbatuhk magneesiumi asendajana tõstis odra terasaaki 20,8%, põhusaaki 13,6% ja juurte massi 53,4% võrra.

Väävli ärajätmine toitesegust ei avaldanud pidurdavat mõju odrasaagile. Seevastu vähendas väävli asendamine turbatuhaga odra terasaaki; küll aga kasvasid põhusaak ja juurte mass.

Turbatuhas sisalduvate toiteelementide omastatavust taimede poolt näitab ka viienädalaste odrataimede kasv fotodel 1—4.

Eespool kirjeldatud katsetele analoogilisi korraldati ka hernega. Siin ilmnes turbatuhaga positiivne toime taime kasvusse veelgi selgeinalt. Hernele kui liblikõielisele osutus tähtsaks toiteelemendiks ka väävel. Selle ärajätmine toitesegust pidurdas taimede kasvu tublisti: juurestik oli nõrk ja teri peaaegu ei moodustunud. Väävli asendamisel turbatuhaga muutus taimede kasv jälle normaalseks ja terasaak suurenes enam kui 38 korda. Neid fakte kinnitab ka viienädalaste hernetaimede kasv, mida näitab foto 5.

Nagu meie katsetest selgub, sisaldab turbatuhk peale lämmastiku kõiki taimedele vajalikke toiteelemente, mis ühtlasi on taimede poolt omastatavad. Sellest järeldub, et senini väärtusetuks ballastiks peetud turbatuhka võib edukalt kasutada nii põllul kui ka aias.

Turbatuhaga soodustavat mõju taimede kasvule uurisime ka nõu- ja põldkatsetes.

Pärnu-Jaagupi rajooni Kirovi-nimisest kolhoosist võetud tüüpilisel kamar-karbonaatmullal ($\text{pH}_{\text{KCl}}=6,60$; liikutavat P_2O_5 on 5,8 mg ja liikutavat K_2O on 25,0 mg 100 g mulla kohta) lämmastiku foonil korraldatud nõu-katses suurenes turbatuhaga lisamisel suhkrupeedi juurikate ja pealsete saak enam kui poolteist korda (tab. 4, foto 6).

Tabel 4
Turbatuhaga mõju suhkrupeedisaaigile

Katsevariant	Toorpeeti		Lehti	
	g	%	g	%
Foon (lämmastikväetis)	28,7 ± 4,0	100,0	25,3 ± 3,7	100,0
Foon + turbatuhk	48,9 ± 9,2	170,4	41,8 ± 7,6	165,2

Et vaadeldud katse oli korraldatud võrdlemise kaaliumirikkal karbonaatsel mullal, on saagi kasvu põhjustanud mitte turbatuhaga antud kaltsium ega kaalium, vaid teised turbatuhaga sisalduvad taimedele vajalikud toiteelemendid.

Analoogiline katse tehti ka Märjamaa rajooni «Sirbi ja Vasara» kolhoosi tüüpilisel kamar-karbonaatmullal ($\text{pH}_{\text{KCl}}=6,86$; liikutavat P_2O_5 on 2,2 mg ja liikutavat K_2O on 19,5 mg 100 g mulla kohta). Selle katse tulemused on toodud tabelis 5. Saagina on teraviljade puhul terade kuivaine ja ristiku puhul heina kuivaine esitatud.

Tabel 5
Turbatuhaga toime karbonaatsel mullal

Aasta	Kultuur	Katsevariant	Saak	
			g	%
1954	Kaer	Foon	8,6 ± 0,4	100,0
		Foon + turbatuhk	13,4 ± 0,6	155,8
	Ristik	Foon	21,2 ± 0,5	100,0
		Foon + turbatuhk	26,9 ± 0,7	126,8
1955	Kaer	Foon	8,4 ± 0,2	100,0
		Foon + turbatuhk	9,3 ± 0,1	110,7
	Ristik	Foon	14,2 ± 0,1	100,0
		Foon + turbatuhk	18,2 ± 0,0	128,0
1956	Hernes	Foon	6,3 ± 0,2	100,0
		Foon + turbatuhk	6,6 ± 0,1	104,8
	Suvinisu	Foon	17,3 ± 1,6	100,0
		Foon + turbatuhk	16,8 ± 0,9	97,1

Foto 1. Turbatuhk fosfori
asendajana odra puhul:

539 — toitesegu ilma fosforita,
543 — turbatuhk fosfori asemel.



Foto 2. Turbatuhk kaaliumi
asendajana odra puhul:

545 — toitesegu ilma kaaliu-
mita,
548 — turbatuhk kaaliumi ase-
mel.



Foto 3. Turbatuhk väävli asendajana odra puhul:

553 — toitesegu ilma väävlita,
554 — turbatuhk väävli asemel.

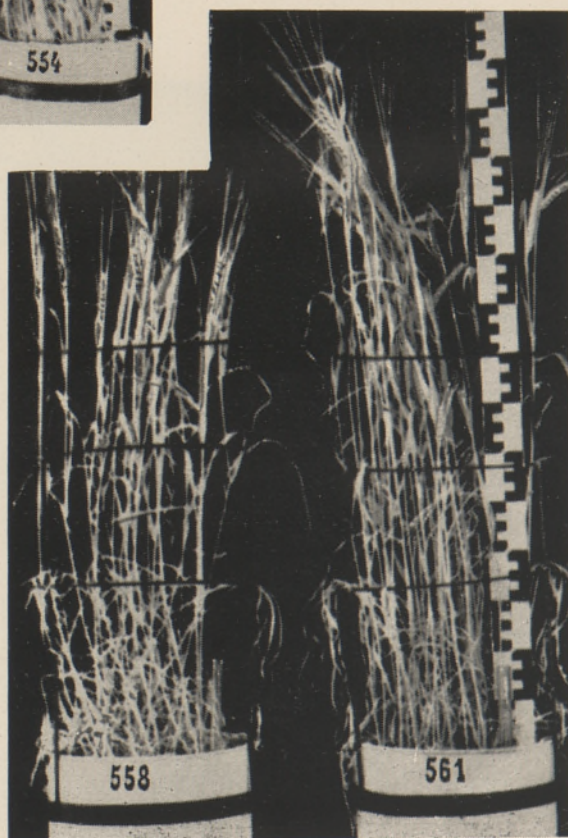
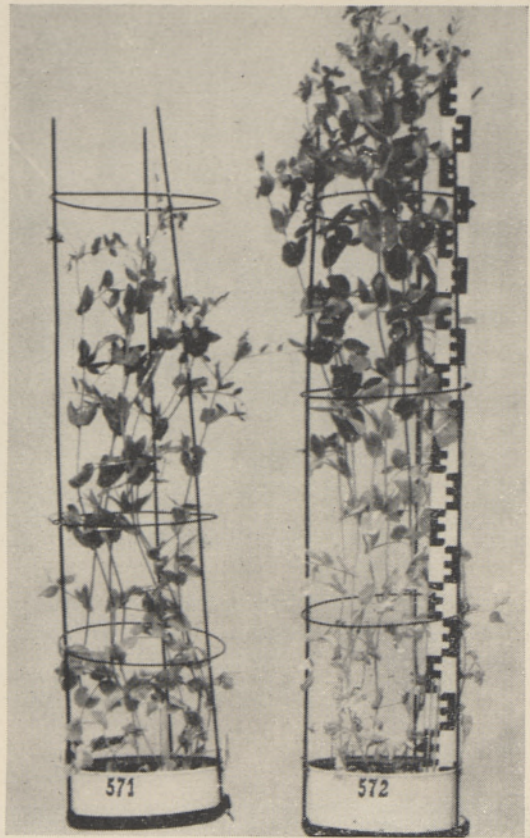


Foto 4. Turbatuhk magneesiumi asendajana odra puhul:

558 — toitesegu ilma magneesiumita,
561 — turbatuhk magneesiumi asemel.

Foto 5. Turbatuhk väävli
asendajana herne puhul:

571 — toitesegu ilma väävlita,
572 — turbatuhk väävli asemel.



H. Kärblase fotod.

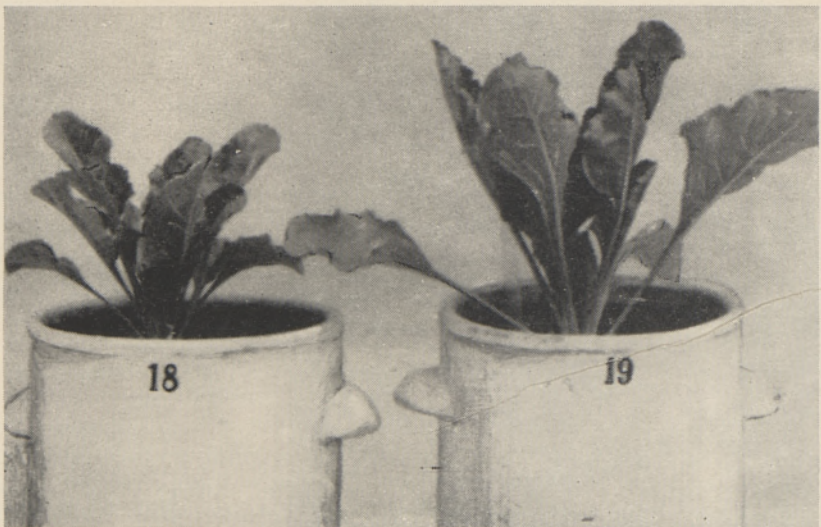


Foto 6. Turbatuha toime karbonaatsel mullal (muld toodud Pärnu-Jaagupi
rajooni Kirovi-nimelisest kolhoosist):

18 — foon (lämmastikväetis),
19 — foon + turbatuhk.



Foto 7. Turbatuha toime karbonaatsel mullal (muld toodud Märjamaa rajooni «Sirbi ja Vasara» kolhoosist):

- 29 — foon (lämmastikväetis),
- 32 — foon + turbatuhk.

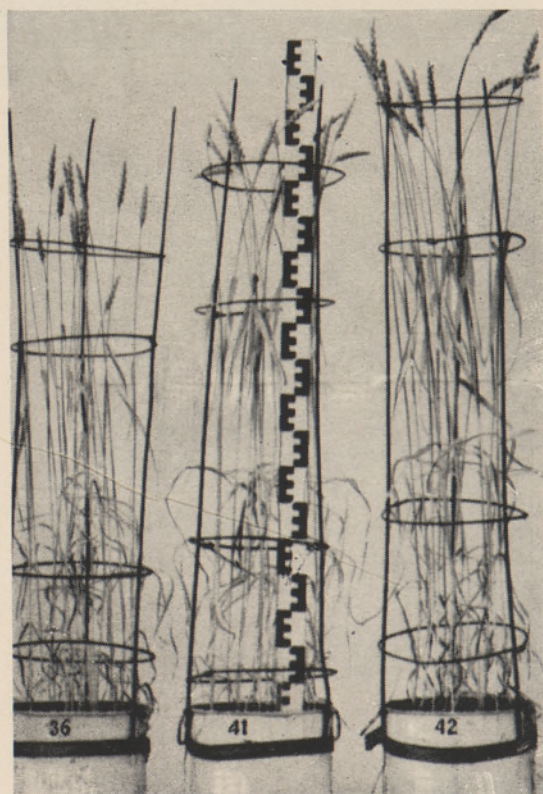


Foto 8. Turbatuha toime happelisel mullal:

- 36 — foon (NPK),
- 41 — foon + nõrglubi,
- 42 — foon + turbatuhk.

Tabeli 5 andmetest selgub, et turbatuha positiivne toime aastate jook-sul väheneb. Kolm aastat järjest ühel ja samal mullal kestnud katses ilmnes turbatuha positiivne toime kahel esimesel katseaastal, ent kolman-dal ta praktiliselt puudus.

Ka Raadi õppe- ja katsemajandis keskmisel liivsavisel leetunud kamar-karbonaatmullal ($\text{pH}_{\text{KCl}} = 6,77$; liikuvat P_2O_5 on 29,6 mg ja liiku-vat K_2O on 10,0 mg 100 g mulla kohta) korraldatud põldkatses saadi turbatuha toimel esimesel katseaastal märksa suurem enamsaak kui teisel.

Nii saadi väetamata lappidelt esimesel katseaastal $9,0 \pm 0,5$ ts/ha 14% niiskussisaldusega odrateri, turbatuhaga (5 t/ha) väetatud lappidelt aga $12,3 \pm 1,0$ ts/ha. Seega kasvas terasaak turbatuha toimel 3,3 ts võrra hektarilt.

Teisel katseaastal saadi väetamata lappidelt kahe lõikuse kogusena $94,1 \pm 1,4$ ts/ha lutserni kuivheina. Turbatuhaga väetatud lappidelt oli lutserni kuivheinasmaak aga 7,9% võrra suurem ($101,5 \pm 1,8$ ts/ha).

Märksa kestvam on turbatuha väetustoime happelise reaktsiooniga muldadel. Siin on turbatuhk esijoones lubiväetiseks.

Nii oli Tartu rajoonis «Tee Kommunismile» kolhoosi tugevalt leetunud kergel liivsavisel mullal (pH 1 n KCl leotises = 4,38) korraldatud nõukat-ses turbatuha toimel saadud enamsaak kolmandal katseaastal peaaegu niisama suur kui esimesel (tab. 6). Kõnesolevas katses on turbatuha kui lubiväetise toimet võrreldud meil standardse lubiväetise — nõrglubja omaga.

Tabel 6

Lubiväetiste toime võrdlus

Väetis	1954				1955				1956			
	I Oder		II Ristik		I Suviniisu		II Ristik		I Hernes		II Kaer	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
Lubiväetiseta	34,1 (±0,8)	100,0	15,0 (±0,5)	100,0	12,3 (±0,6)	100,0	27,9 (±0,5)	100,0	21,9 (±1,5)	100,0	19,8 (±1,0)	100,0
Nõrglubja	38,1 (±1,0)	111,7	16,3 (±0,4)	108,7	14,6 (±0,3)	118,7	30,3 (±0,3)	108,6	23,6 (±1,3)	107,8	24,2 (±1,2)	122,2
Turbatuhk	46,3 (±0,5)	135,8	19,8 (±0,8)	132,0	17,2 (±0,0)	139,8	35,1 (±1,1)	125,8	26,6 (±0,4)	121,5	28,4 (±1,2)	143,4

Lubiväetiste kasutamise positiivset mõju nisutaimede kõrguskasvule teisel katseaastal näitab foto 8.

Et katse oli korraldatud NPK foonil, siis ei tule turbatuhas sisalduvad kaalium ja fosfor saagi tõstjatena arvesse. Nõrglubjaga väetatud varian-tides suurenes saak aga vähem kui turbatuhaga väetatud variantides. Vii-mastes on saaki tõstnud tuhas sisalduvad väävel, magneesium ja mikro-lemendid, mis peavad järelikult olema taimede poolt omastatavad.

Turbatuha eelist lubiväetisena ja ta küllaltki püsivat positiivset toimet viljasaagisse tõestavad ka põldkatsete tulemused. Sellekohase näitena esi-tame tabelis 7 Tartu rajooni «Esimese Mai» kolhoosis saviliivasel kesk-miselt leetunud kamar-leetmullal (pH 1 n KCl leotises = 4,67, hüdrolüü-tiline happesus = 4,24 m-ekv. 100 g mulla kohta) korraldatud kolmeaas-tase kestusega katsete tulemused.

Lubiväetisena anti tabelis 7 toodud katses à 5 t/ha nõrglubja ja turbatuhka. See annus moodustab turbatuha puhul umbes $\frac{1}{3}$ ja nõrglubja puhul $\frac{3}{5}$ taimede lubjatarbest. Vaatamata sellele, et turbatuhaga anti

hektarile vähem lupja, saadi tema toimel suurem enamsaak kui nõrglubja toimel.

Turbatuha mõju põllukultuuride saagisse

Tabel 7

Aasta	Kultuur	Saak ts/ha		
		Lubiväetiseta	Nõrglubjaga	Turbatuhaga
1955	Segavili (teri)	10,2 ± 0,1	9,9 ± 0,1	11,4 ± 0,5
1956	Suvinisu	16,3 ± 0,2	18,2 ± 0,7	20,4 ± 0,5
1957	Segavili (teri)	7,3 ± 0,1	8,1 ± 0,2	8,3 ± 0,2

Kokkuvõttes võib öelda, et senini väärtusetu ballastina vaadeldud turbatuhk sisaldab rohkesti toiteelemente, mida taimed on võimelised omastama. Sellest tingituna võib turbatuhka edukalt kasutada väetisena, eriti lubiväetisena.

Eesti Põllumajanduse Akadeemia

Saabus toimetusse
15. III 1958

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОРФЯНОЙ ЗОЛЫ И УСВОЯЕМОСТЬ ЕЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РАСТЕНИЯМИ

Х. Кярблане,

кандидат сельскохозяйственных наук

Резюме

Ценным местным топливом в Эстонской ССР является торф, при горении которого остается много золы. Так, при средней зольности торфа в 6% электростанции и другие предприятия республики, использующие в качестве топлива торф, должны в год собрать и вывести свыше 33 000 т золы.

Образцы торфяной золы, полученные от различных предприятий, содержат 16,10—27,20% растворимой в соляной кислоте извести, 1,67—3,43% окиси магния, 1,22—1,89% окиси калия, 0,97—1,80% фосфорной кислоты, 1,41—4,15% серы и, кроме того, еще различные микроэлементы.

Свыше половины калия и почти половина фосфора торфяной золы растворяются в 2%-ной лимонной кислоте.

Результаты вегетационных опытов, заложенных на кварцевом песке и на разных почвах, показали, что содержащиеся в торфяной золе питательные элементы усваиваются растениями.

Торфяная зола является хорошим известковым удобрением, положительный эффект которого превышает эффект известкового туфа и влияние которого не ограничивается одним лишь годом. Она представляет собой хорошее удобрение и на почвах, не нуждающихся в известковании, однако здесь торфяная зола оказывает положительное влияние только на первом и втором году после ее внесения.

Эстонская сельскохозяйственная академия

Поступила в редакцию
15. III 1958

DIE CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG DER TORFASCHEN UND DIE WURZELLÖSLICHKEIT DER DARIN ENTHALTENEN NÄHRSTOFFE

H. Kärblane

Zusammenfassung

Die Estnische SSR besitzt im Torf einen wertvollen örtlichen Brennstoff, der bei der Verbrennung leider eine beträchtliche Menge Asche hinterlässt. Bei einem mittleren Aschengehalt des Torfes von 6%, ist für alle Elektrizitätswerke und Betriebe der Republik, wo Torf als Brennmaterial Verwendung findet, mit einer alljährlich abfallenden Aschenmenge von insgesamt über 33 000 t zu rechnen.

Verschiedenen Betrieben entstammende Aschenproben enthielten 16,10—27,20% in Salzsäure löslichen Kalk, 1,67—3,43% Magnesia, 1,22—1,89% Kali, 0,97—1,80% Phosphorsäure, 1,41—4,15% Schwefel und verschiedene Spurenelemente.

Mehr als die Hälfte des in der Torfasche enthaltenen Kalis (K_2O) und fast die Hälfte des Phosphors (P_2O_5) sind in 2-prozentiger Zitronensäure löslich.

Auf Quarzsand und verschiedenen Böden angestellte Gefässversuche haben ergeben, dass die in der Torfasche enthaltenen Nährstoffe wurzellöslich sind.

Torf asche kann mit Erfolg zur Düngung kalkarmer Böden gebraucht werden, wobei ihre Wirksamkeit die des Kalktuffs übertrifft. Als Kalkdünger übt die Torfasche auf die Böden eine nachhaltige Wirkung aus.

Auch für Böden, die keiner Kalkung bedürfen, ist Torfasche ein wirksamer Dünger, nur beschränkt sich ihre positive Wirkung hier lediglich auf ein paar Jahre.

Estnische Landwirtschaftliche Akademie

Eingegangen
am 15. März 1958