50 AASTAT SOOKULTUURI-ALAST UURIMISTÖÖD EESTIS

Arh.-eks.

EESTI NSV PÕLLUMAJANDUSE MINISTEERIUM
EESTI MAAVILJELUSE JA MAAPARANDUSE TEADUSLIKU
UURIMISE INSTITUUT

50 AASTAT SOOKULTUURI-ALAST UURIMISTÖÖD EESTIS

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1960

Kaane kujundanud G. Pant

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
51057

SAATEKS

Tooma katsebaas tähistab 1960. aastal oma tegevuse 50. aastapäeva. Selle poole sajandi jooksul on meie maa üle elanud põhjalikke poliitilisi ja ühiskondlikke muudatusi, mille tagajärjed kajastuvad ka katsebaasi tegevuses.

1910. aastal, kui katsejaam tsaariaja kitsastes oludes rajati, oli uurimistöö läbiviijaks ainult üks isik — katsejaama juhataja ning katsebaasi maavaldus ulatus vaid 124 hektarile. Kodanliku Eesti päevil laienes küll mõnevõrra teadusliku uurimistöö baas ja suurenes uurimistöö maht, kuid jäi võrreldes praegusega siiski üsna kitsastesse raamidesse. Hoogsam areng katsebaasi töös algas pärast nõukogude korra kehtestamist meie maal, eriti aga pärast Suurt Isamaasõda. Nõukogude korra viljastavates tingimustes Kommunistliku Partei ja Nõukogude valitsuse pideval hoolitsusel teaduse arendamise eest on mitmekordselt avardunud teadusliku uurimistöö tingimused ka Tooma katsebaasis. Katsebaasi maafond ulatub nüüd üle 1100 ha ning teaduslikkude töötajate ja teadusliktehnilise abipersonali arv tõuseb kümnele töötajale. On laienenud uuritavate teoreetiliste ja praktiliste küsimuste ring, suurenenud mitmekordselt katsete pindala ja süvenenud teaduslik uurimistöö.

Katsebaasi uurimistöö temaatika on viiekümne aasta kestel olnud mitmekülgne ja küllalt lai, haarates kõiki soode kultiveerimisega ühenduses olevaid küsimusi.

Katsetöö tulemusi ja kogemusi on katsebaas pidevalt juurutanud tegelikku tootmisse. Selle tulemusena on meil järjekindlalt kasvanud sooharijate arv ja suurenenud sookultuuride pindala. Võib uhkusega mainida, et vabariigis on rida eesrindlikke sotsialistlikke suurmajandeid, nagu Oidrema ja Kostivere sovhoos ning paljud teised, kus kõrgesaagiliste sookultuuride pindala ulatub sadadesse hektaritesse. Enamik neid sooharijaid on saanud oma esimesed juhendid ning teadmised Tooma katsebaasi pikaajalistest kogemustest. Selliseks sookultuuri-alaste teadmiste ja praktiliste kogemuste taimelavaks tahab katsebaas jääda ka edaspidi. Meie kollektiiv püüab teha kõik, et veelgi tõhustada oma abi kolhooside ja sovhooside sookultuuride rajamisel.

Käesoleval seitseaastakul tuleb kõikidel majanditel teha tõsiseid pingutusi loomakasvatussaaduste tootmise järsuks suurendamiseks. Selleks on aga vaja eeskätt laiendada söödabaasi kultuurniitude ja -karjamaade rajamise teel. Üheks suureks reserviks uute kultuur-

rohumaade rajamisel on meie ulatuslikud ja viljakad madalsood. Tooma katsebaasi ülesandeks on selle juures leida õigeid teid ja anda ühtlasi eeskuju, kuidas organiseerida turvasmuldadel rohumaade viljelust nii, et kultuurniidud ja -karjamaad suudaksid võimalikult täielikult katta loomade aastase söödavajaduse.

Peamine tee, mida mööda levivad katsebaasi töötulemused ja kogemused laiadesse sooharijate hulkadesse, on kirjandus. Seda võimalust on katsebaasi kollektiiv viimastel aastatel ka agaralt kasutanud. Mitmesugustes kogumikkudes, brošüürides, ajakirjades ja ajalehtedes on pidevalt avaldatud teaduslikke ja populaarteaduslikke artikleid. Ka käesolev juubeli puhul ilmuv koguteos ei ole mõeldud ainult Tooma katsebaasi ajaloolise arengu meenutamiseks, vaid ta ühtlasi tutvustab lugejaid uusimate uurimustega sookultuuride alal. Selleks on kogumikus üksikasjalisi ülevaateid katsebaasis tehtud uurimistöödest.

Katsebaasi kollektiiv loodab, et soode kultiveerimise alal töötajad leiavad kogumikus avaldatud artiklites mõndagi kasulikku, mis aitab kaasa sookultuuri arengule meie maal.

A. Raidla,
Tooma katsebaasi juhataja

ÜLEVAADE TOOMA KATSEBAASI ASUTAMISEST JA TEGEVUSEST

1. Jooni madalsooniitude kultiveerimise olukorrast möödunud sajandi teisel poolel

V. I. Lenin oma teoses «Kapitalismi arenemine Venemaal» märgib, et möödunud sajandi keskpaiku oli põllumajandus kapitalistlikult kõige enam arenenud Balti kubermangudes. Põllumajanduses toimus suhteliselt kiire feodaal-pärisorjuslike suhete lagunemine ning üleminek kapitalistlikele tootmissuhetele. Turu jaoks toodeti peamiselt kartulit, lina ja piiritust. Baltimaade mullastikuja kliimatingimustes toodetud teravili ei suutnud sajandi esimesest veerandist alates Venemaa kesk- ja lõunapiirkondade odava teraviljaga enam võistelda. Alates 1863. a. langesid piirituse hinnad ja ligikaudu samal ajal puuvillasaaduste laialdasema leviku tagajärjel ka lina hinnad.

Uueks sissetulekuallikaks kujunes balti mõisates piimakarja kasvatamine, mille arengule andis eeskuju Saksamaa, Taani ja Rootsi põllumajandus. Balti kubermangusid iseloomustas tol ajal kiire tööstuse areng ja linnade kasv, millega kaasnes suurenev nõudmine loomakasvatussaaduste järele.

1870. a. avati esimene raudtee Eestis, mis ühendas Tallinna ja Paldiski sadama ning Narva tööstuskeskuse Peterburi ja selle kaudu Sise-Venemaaga. Balti raudtee andis võimsa tõuke kaubalise põllumajanduse arendamisele Põhja-Eestis. 1876. a. avati Tapa—Tartu, 1887. a. Tartu—Valga (mis oli ühendatud Riiaga) ja 1889. a. Valga—Võru—Pihkva raudteeühendus. Selline suhteliselt tihe raudteevõrk avas Baltimaadele Peterburi turu. Hiljem hakati loomakasvatussaadusi välja vedama ka sadamate kaudu Lääne-Euroopa riikidesse (2).

Suure tõuke karjapidamise arengule andis 1860-ndate aastate paiku separaatori kasutuselevõtmine, mis võimaldas piima kohapeal ümber töötada. Seoses sellega hakkas hoogustuma ka seakasvatus.

Nii kujunes 19. sajandi teisel poolel ja 20. sajandi alguses Balti kubermangudes piimakarja pidamine peamiseks tootmisharuks põllumajanduses. Huvitav on märkida, et tol perioodil moodustas piimasaaduste väljaveo maht kolmest Balti kubermangust 29% Venemaa Euroopa-osa piimasaaduste väljaveost, kusjuures Balti kuber-

mangude piimakari moodustas sel ajal ainult 2,3% Venemaa Euroopa-osa piimalehmade arvust (17).

Loomakasvatuse arenemine nõudis tugevat söödabaasi. Laienes põldheinakasvatus, mis moodustas kohati kuni 20% põllupinnast. Lisaks põldheinakasvatusele hakati parandama ka looduslikke madalsooniite.

Karjamajanduse väljakujunemise algperioodil, 1860-ndate aastate paiku, hakkas Eesti-, Liivi- ja Kuramaa mõisates levima Saksamaa eeskujul kaks niitude parandamise meetodit (8, 10). Üks neist oli niitude üleujutamise ja teine kütise ehk põletusmeetod. Ligikaudu 10—20 aasta järel hakkas nende levik vähenema, sest selgus, et nad ei anna loodetud tulemusi. Ainult neis kohtades, kus eeltingimused olid eriti soodsad, püsisid üleujutusniidud kuni 20. sajandi alguseni, näiteks Sangaste ja Õisu mõisa niidud ning Võrtsjärveäärne ala, kus praegu asub Elva rajooni Valguta kolhoos. Samal ajal levis koos eespool nimetatud niitude parandamise meetoditega kohati katte- ehk nn. rimpaukultuur, mis seisnes kuivendatud soopinna liivatamises. Paremaid tulemusi kui liivatamine andis soopinna saviga segamine.

Niitude kultuuristamisel kujunes pöördeliseks 1883. a., mil Liivimaale asus tööle Taanist pärit olev melioraator P. Rosenstand-Wöldike. Rootsi eeskujul hakkas ta heinamaade kuivendamisel kasutama drenaažkuivendust. Oluline on märkida, et kuni Wöldike tööleasumiseni kasutati siin (mineraalmaade kuivendamisel) drenaaži projekteerimisel Vincenti printsiipi, s. o. kuivendusdreenid asetati piki maapinna suuremat langu. P. R. Wöldike võttis kasutusele uue printsiibi, kus kuivendusdreenid asetati maapinna languga põiki ning ta nimetas seda viisi «ökonoomiliseks drenaažiks». Hiljem kujunes sellest välja meie tänapäeva põikdrenaaž (8).

Wöldike «ökonoomilise drenaaži» juures kujunesid dreenide vahed siiski väga laiaks, mistõttu kuivendus ei olnud sageli küllaldane.

Uue pöörde maaparanduse ja eriti niitude melioratsioonis kutsus esile 1892. a. teise taani melioraatori J. C. Johansoni tööleasumine Baltimaadele. Ta kritiseerib kasutusel olnud kultuurniitude rajamise meetodeid, sest niidud olid nõrga kuivendusega ja rohukamara loomiseks hariti soopinda äkke abil. J. C. Johanson rõhutas Taani kogemuste põhjal, et kultuurniitude rajamisel soosse on kõigepealt vaja sood intensiivselt kuivendada, seejärel künniga looduslik kamar hävitada, väetada, kasvatada 1—2 a. eelvilju ja alles siis külvata heinaseeme. Esimesed sellelaadilised tööd intensiivselt kuivendatud soodel andsid häid tulemusi ja levisid kiiresti.

Süstemaatilisel kuivendamisel kasutati nii drenaaži kui ka lahtist kraavitust. Näiteks kasutati Kärde mõisas kuivenduskraave, mille sügavus oli 60—120 sm ja vahelaius 10—30 m, Perila mõisas kasutati drenaaži vahelaiusega 25—40 m. Tänu intensiivsele kuivendusele kasutati mõnel pool (näiteks Sangaste ja Soosaare mõisas) madalsood hea eduga kultuurkarjamaana.

Kultuurniitude väetamine 19. sajandi lõpul toimus peamiselt kompostiga. Ainult üksikjuhtudel kasutati mineraalväetisi ja sedagi alles katsetamise eesmärgil (näiteks Kastre, Pikva, Kärde jt. mõisates). Kultuurniitude väetamine kaali-fosforväetistega andis kõikjal häid tulemusi.

Tänu keemiatööstuse arengule hakati käesoleva sajandi algul laialdaselt kasutama mineraalväetisi. See põhjustas omakorda pöörde kultuurniitude rajamis- ja hooldamistöödes.

Maaparandust ja rohumaakultuuri tööd edendas ka 1897. a. Tartus asutatud Maaparandusbüroo (Landeskulturbureau). Büroo hakkas P. R. Wöldike juhatusel projekteerima ja juhtima maaparandus- ja rohumaakultuuri töid, olles esimeseks sellelaadiliseks asutuseks Venemaal.

Maaparandusbüroo poolt tehtud maaparandustööde ulatuslik levik suhteliselt väikesel Eesti-, Liivi- ja Kuramaa territooriumil (1897.—1907. a. 604 mõisas ja 140 talus, 1908. ja 1909. a. 308 mõisas ja 132 talus ning 1909. ja 1910. a. 335 mõisas ja 48 talus) näitab, millist tähtsust omistasid mõisnikud ja talupidajad madalsoo kuivendusele ja kultuurniitude rajamisele.

2. Balti Sooparanduse Seltsi ja Tooma Sookatsejaama asutamine

Soode kultiveerimise tööde teadlik juhtimine ja edasiarendamine nõudis sooharijate koondumist ühtsesse organisatsiooni. Viimane loodi 1908. a. 17. jaanuaril Tartus, Soosaare mõisa omaniku N. Siversi ettepanekul, Balti Sooparanduse Seltsi (Baltische Moorverein) nime all (12, 26).

Balti Sooparanduse Seltsi ülesandeks oli organiseerida teaduslikele alustele põhinevat soode kultiveerimist ja kasutamist. Sel eesmärgil loodi kontakt Lääne-Euroopa sookatseasutustega, kes omasid juba küllalt suuri kogemusi sookultuuri alal.

Balti Sooparanduse Seltsi tegevuses nähti ette katsejaamade ja katsepõldude rajamist, sookultuuri-alaste teadmiste ja oskuste levitamist, vastavate koolide, kursuste, loengute ja ekskursioonide organiseerimist ning erialase ajakirja ja muu soo-alase kirjanduse väljaandmist.

Sooparanduse Seltsi esimeseks ürituseks oli erialase ettevalmistusega instruktor-nõuandja ametisse palkamine ning P. R. Wöldike, N. Siversi ja B. Stackelbergi õhutusel sookatsejaama loomiseks eeltööde alustamine.

Sookatsejaama asutamise vajalikkus oli põhjendatud, sest paljudest levinud soo kultiveerimise meetoditest tuli leida meie oludele kõige kohasemad ja ökonoomsemad. Ilmnes, et kõiki Saksamaal, Rootsis ja mujal sobivaks peetud soo kultiveerimise võtteid ei saa korrigeerimata üle kanda Balti mullastikulis-klimaatilistesse ja majaduslikesse oludesse.

Sookatsejaama asutamise küsimus otsustati lõplikult seltsi üldkoosolekul 1909. a. Asutamiskomisjoni poolt tunnistati sookatsejaama rajamiseks sobivaks Eestimaal Selli mõisa maavaldusesse kuulunud J. Lutsu 74 ha suurune Tooma talu. Talul oli umbes 15 ha põldu, kuna ülejäänud osa moodustas mets ja madalsoo. Ostuleping sõlmiti 1910. a. märtsis. Sellele lisaks osteti Selli mõisalt umbes 50 ha kõrgsood, mis paiknes Tooma talu loodepiiril.

Tooma talu asub Endla soostiku idapoolses osas (vt. K. Veberi artikkel käesolevas kogumikus) ning tema lõunapiir ühtis 1910. a. Eesti- ja Liivimaa kubermangu vahelise piiriga (joonis 1). Katsejaama territooriumil esinesid mitmesuguste omadustega turbaliigid, mis võimaldasid nende kultiveerimise aluste ja viljelusväärtuse tundmaõppimist.

Valitud asukohal oli veel see eelis, et ta asus Kärde mõisa piiril, kus juba siis olid ligikaudu 20-aastased kogemused soode kultiveerimise ja metsakuivenduse alal. Tolleaegsed Kärde mõisa sookultuurid moodustasid väärtusliku demonstratsiooniobjekti ekskursioonidele, kes hakkasid külastama katsejaama.

3. Tooma Sookatsejaama tegevuse algus

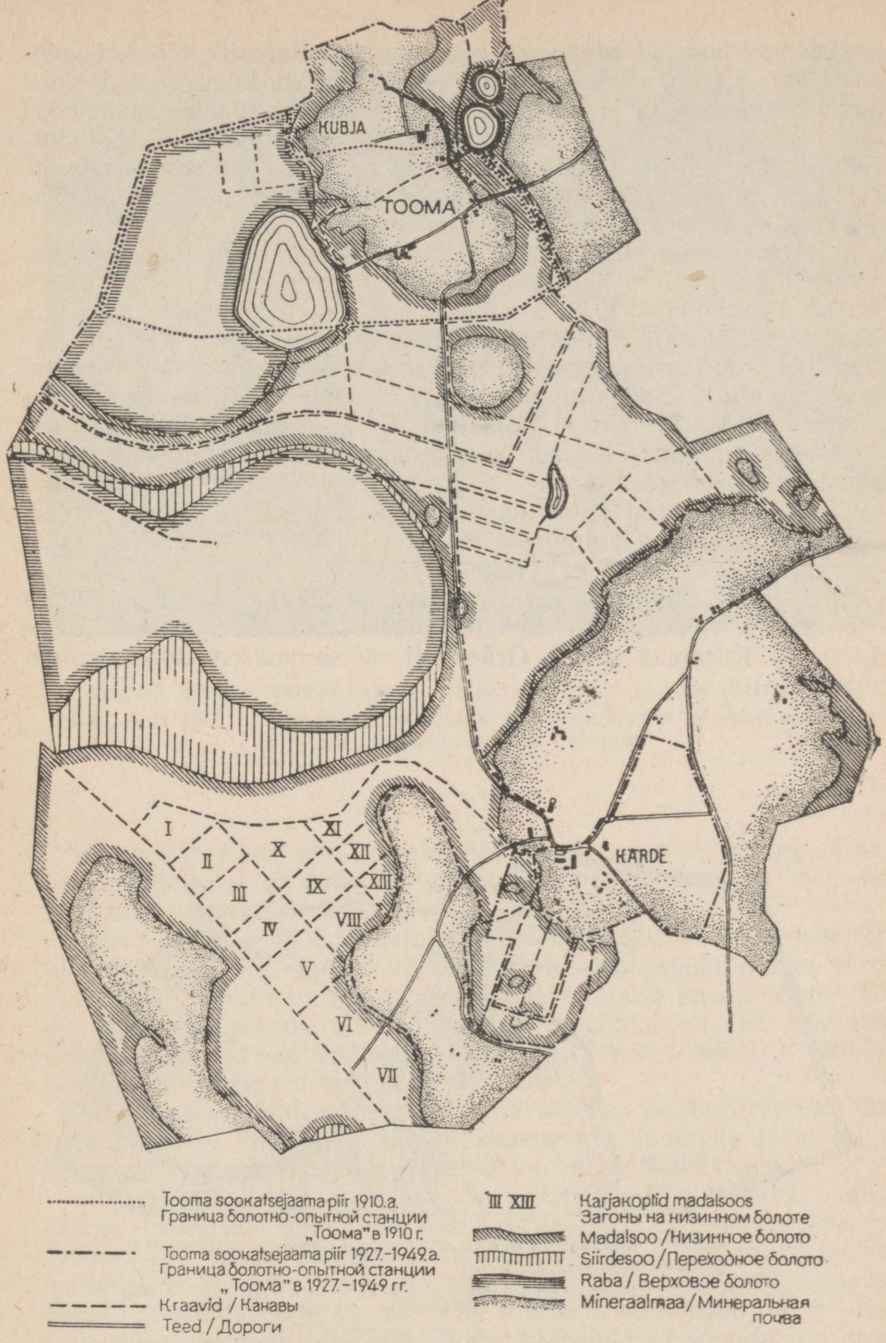
Balti Sooparanduse Seltsi juhatus valis katsejaama juhatajaks dr. A. Vegesacki. Ta oli Tartu Ülikooli juures kaitsnud keemiateaduste kandidaadi väitekirja ja Göttingeni Ülikoolis loodusteaduste doktori väitekirja. Dr. Vegesack asus oma ülesannete täitmisele 1910. a. suvel. Sama aasta sügisel sõitis ta Rootsi (Torrestorpi, Flahulti ja Jönköpingi sookatsejaamadesse) omandama sealseid sookultuuri-alaseid kogemusi.

Pärast juhataja määramist algasid Toomal esimesed tööd: maaala detailne loodimine ja kartografeerimine, rajati esimesed eelvoolukraavid ning kuivendati drenaaži abil umbes 2 ha madalsood (joonis 2). See esimene drenaažisüsteem töötab veel praegugi laitmatult.

Samal aastal ehitati katsejaama töötajatele elumaja koos töö- ja soomuuseumi ruumidega ning alustati Toomale 1,7 km pikkuse sissesõidutee rajamist. Viimane valmis 1913. a.

1910/11. a. talvel hakati organiseerima Balti Sooparanduse Seltsi Tooma Sookatsejaama keemialaboratooriumi ja raamatukogu, kuid mitte Toomal, vaid Tartus. Viimasesse koondus rikkalikult erialast kirjandust ja arhiivimaterjali. Suure Isamaasõja ajal (1944. a.) maja koos laboratooriumi ja raamatukoguga hävis.

Laboratooriumi algaastail piirdus töö peamiselt turvaste botaanilise koostise ja füüsikaliste omaduste määramisega. Esimesed keemilised analüüsid Tooma Sookatsejaama turvaste kohta tehti aga Rootsis Jönköpingi Sookatsejaamas (13).



Joonis. 1. Tooma katsebaasi maa-ala plaan 1910.—1960. a.

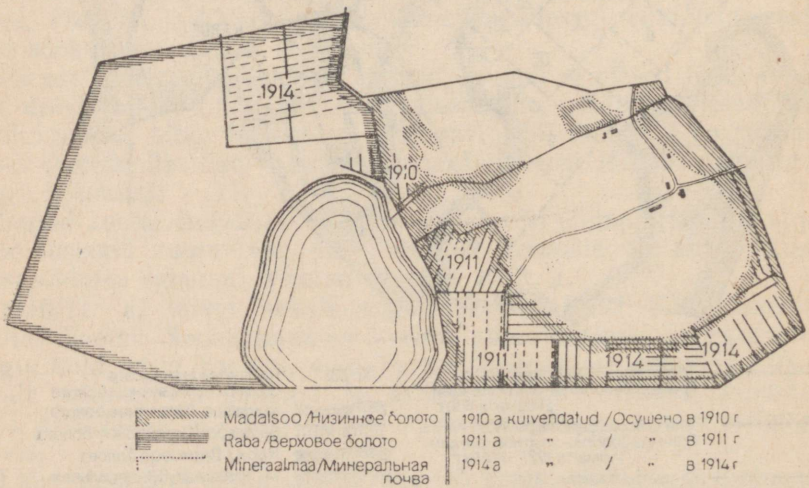
Рис. 1. План территории опытной базы «Тоома» в 1910—1960 гг.

1911. a. kevadel algab katsejaamas laiaulatuslik töö katsepindade rajamisega, teedevõrgu ja hoonete ehitamisega. Suve jooksul juuriti umbes 9 ha ja kuivendati drenaaži abil 10,6 ha madalsood (joonis 2). Sellest 8 ha suuruse osa võtsid enda alla kuivenduskatsed (13, 14, 15). Need kuivenduskatsed olid Venemaal esimesed. Näiteks Minski Sookatsejaamas (asutatud 1911. a.) hakkas A. T. Kirssanov kuivendusküsimusi uurima alles 1914. a. (9).

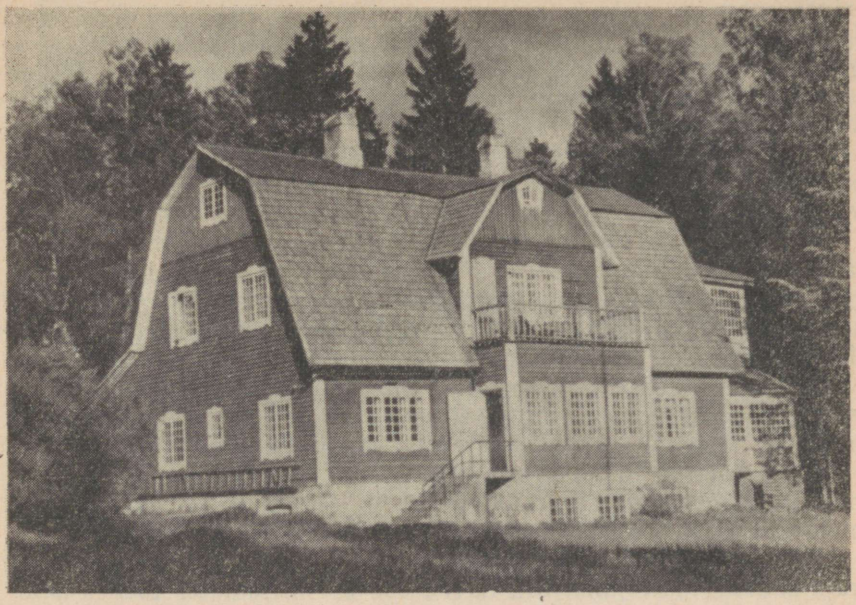
Katsejaama juurde loodi nii soo- kui ka mineraalmaale meteoroloogiajaamad, mille baasil kujunes välja praegune Tooma hüdrometeoroloogiajaam. 1911. a. sügisel võtab noor katsejaam juba osa Tsarskoje Seloos korraldatud põllumajandusnäitusest. Ühtlasi hakkab 1911. a. Tartus ilmuma Sooparanduse Seltsi ajakiri (saksakeelne) «Balti Sooparanduse Seltsi Teated» («Mitteilungen des Baltischen Moorvereins»), kus muu erialase materjali kõrval antakse üksikasjaline ülevaade katsete rajamisest ja esialgsetest tulemustest (12—15).

1912. a. jätkuvad kuivendustööd, hoonete ehitus ja remonttööd. Suurema ehitusena valmib katsejaama juhataja elumaja koos tööja raamatukoguruumidega (joonis 3).

1913. a. laiendatakse katsejaama naabruses asuva Kubja talu (joonis 1) rentimisega. Samal aastal asutatakse Riia lähedale Liivi- ja Kuramaa piirile Gräenhofi mõisa suurem soomajapidamine (15).



Joonis 2. Tooma Sookatsejaama maa-ala 1910. a.
Рис. 2. Территория болотно-опытной станции «Тоома» в 1910 г.



Joonis 3. 1912. a. valmis katsejaama juhataja elumaja koos tööruumidega.
Рис. 3. В 1912 г. был построен жилой дом с рабочими помещениями для заведующего опытной станции.

Gräenhofis nähti ette korrata mõningaid tootmisse minevaid katseid suurematel pindadel ning jälgida nende sobivust sealsetes mullastikulis-klimaatilistes oludes.

1914. ja 1915. a. laiendatakse kuivendustööd Tooma loodepiiril olevale kõrgsoole (joonis 2), kuhu kavatseti rajada rabade kultiveerimise, turbatootmise ja rabade metsastamise katsed. Seda tööd ei lasknud lõpetada 1914. a. alanud maailmasõda. Et sookatsejaama juhataja kutsuti sõjaväkke, siis tema kohuseid hakkas täitma katsejaama assistent G. Hammer.

1915. aastast alates sookatsejaama tegevus peaaegu lakkab. Mineraalväetiste, tööjõu jt. sõjaga kaasnevate puuduste tõttu niidukamarad hävisid, osaliselt riknesid ka kuivendussüsteemid.

1910/11. a. talvel kinnitati Sooparanduse Seltsi poolt katsejaama uurimistöö temaatika. See pidi haarama järgmisi probleeme: Baltimaade soode hindamine taimekasvatuse, alus- ja kütteturba tootmise eesmärgil; soode kuivenduskküsimuste selgitamine; otstarbekate juurimisvõtete ja -riistade, mullaharimisviiside ning -riistade ning väetusviiside selgitamine; kuivendatud soopindade kasutamise uurimine, eeskätt rohumaa otstarbekate rajamisviiside eesmärgil; turvasmuldadele sobivamate sortide aretamine ja paranda-

mine; soode ja rabade metsastamisviiside leidmine; umbrohtude, taimehaiguste ja -kahjurite vastu võitlemise efektiivsete võtete selgitamine ning soode kliimaolude uurimine. Kuid nende probleemide uurimise osas suutis katsejaam sõjaeelsel perioodil suhteliselt vähe korda saata.

Nendele lisaks tuli katsejaamal organiseerida Balti kubermangude eri osades sookultuuri-alaseid näidismajapidamisi ja korraldada vastavaid kursusi.

1911., 1912. ja 1913. a. rajati kuivendamise, väetamise, mullaharimise ja heinaliikide sordivõrdlus- ning selektsioonikatsed. Huvitav on märkida, et juba tol ajal rajati katse ka bakterväetisega «Azotogeen». Katsed olid rajatud veel soopinna savitamise ja liivatamise mõju selgitamiseks.

Esimesed soode kultiveerimise kursused mõisavalitsejatele korraldati 1912. a. suvel. Järgmisel suvel algasid katsejaamas geobotaanilised tööd, mis piirdusid esialgu taimede herbariseerimisega.

Mõne aastaga suudeti organiseerida üsna laialdaselt demonstratsioonkatseid tegelike sooharijate juures. Nii oli 1913. aastal neid Liivimaal 13, Kuramaal 8 ja Eestimaal 7.

Esimese maailmasõja algaastail jätkati katseandmete kogumist, kuid saadud materjalist osa hävis, osa on hilisemates töödes avaldatud (1, 21).

4. Eestimaa Sooparanduse Selts ja Tooma Sookatsejaama tegevus aastatel 1920—1944

Sõjajärgseil aastail, mil turule ilmusid mineraalväetised ja pandi alus heinaseemnekasvatusele, elustus sookultuur Eestis uuesti. 1921. a. moodustatakse endise Balti Sooparanduse Seltsi baasil (26) Eestimaa Sooparanduse Selts. Seltsi poolt määratakse 1921. a. Tooma Sookatsejaama juhatajaks agr. Leo Rinne. Ta täiendab ennast sookultuuri alal Saksamaal, Rootsis ja Soomes. 1927. a. kaitses Rinne doktoriväitekirja teemal «Eesti madalsoode kõlblikkusest põllumajanduslikuks taimekasvatuseks». 1924. a. alates töötas L. Rinne kohakaasluse alusel ka Tartu Ülikoolis maaparanduse ja geodeesia õppejõuna. 1927. a. omistatakse temale professori kutse.

L. Rinne teaduslik pärand on üsna rikkalik. Tema sulest on ilmunud õpik «Maaparanduse alused» (21) ning mitmed sookultuurialased teaduslikud tööd ajakirjas «Agronoomia». Ta oli Sookatsejaama juhatajaks kuni 1940. aastani.

1922. a. alates hakatakse Toomal laialdasemalt taastama kuivendusvõrku, rohumaade kamaraid, hooneid ja inventari. Järgmisel, s. o. 1923. a. hakkavad ilmuma Eestimaa Sooparanduse Seltsi (1929. a. muudeti Eesti Sooparanduse Seltsiks) toimetised «Sookultuur», kus valgustatakse Tooma katsejaama tööd ja uurimistule-

Joonis 4. 1928 a. avati Tooma Sookatsejaama juures Sookultuuri ja Maaparanduse Kool.

Рис. 4. В 1928 г. при болотно-опытной станции была открыта школа мелиорации и освоения болот.

musi ning teisi soode kultiveerimisega seotud küsimusi. Avaldatud artiklid olid saksakeelse resümeega.

«Sookultuuri» saadeti ka välismaistele soo-katseasutustele, kes omakorda saatsid vastu oma väljaandeid. Seega kujunes «Sookultuur» üheks sidepidamise ja kogemuste vahetamise vahendiks välismaiste vastavate katseasutustega.

1923.—1924. a. elustub katsejaama keemialaboratooriumi töö Tartus ning hakkab täienema Toomal ja Tartus olev raamatukogu. Keemialaboratooriumis analüüsitakse vastava tasu eest sooharijatepraktikute poolt saadetud proove. Need Eesti mitmesugustest osadest saadetud mullaproovide analüüsi andmed on üheks aluseks, mille järgi hinnati tol ajal Eesti soode väärtust põllumajandusliku taimekasvatuse seisukohalt. Iseseisvaid süstemaatilisi Eesti soode uurimisi ei olnud katsejaamal võimalik teha.

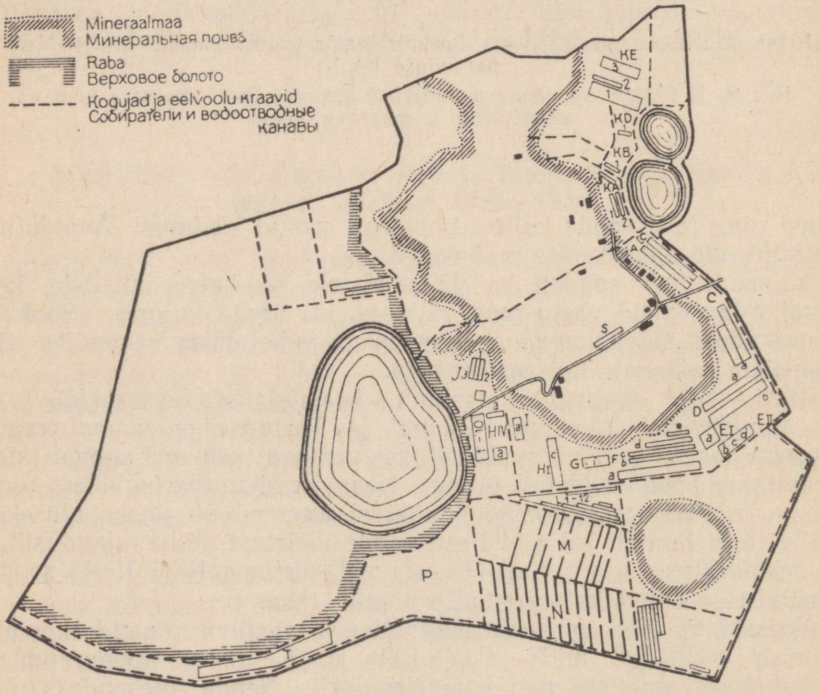
Katsejaama töökogemuste levitamise ja vastava nõuande korraldamise eesmärgil määratakse 1924. a. Eestimaa Sooparanduse Seltsi poolt ametisse neli sooinstruktorit. Nende ülesandeks oli peale tegelike soode kultiveerimistööde juhtimise veel katsete korraldamine maa eri osades, kursuste korraldamine ja sookultuurialaste ettekannete tegemine mitmesugustel põllumeeste kokkutulekutel.

Alates 1933. a. viiakse sooinstruktorid Eesti Sooparanduse Seltsi juurest üle Põllutöökoja juurde, kus nad jätkavad oma ülesandeid nõuandjatena ja katsete korraldajaina taludes. Olgu märgitud, et näiteks 1936.—1938. a. korraldati sooharijate juures ainuüksi vaskväetise efektiivsuse demonstreerimise katseid paarikümne ringis (30, 31).

1927. a. renditakse Tooma lõunapoolsel piiril asuvast riigi madalsoost 92 ha uute katsete rajamiseks. Selle tagajärjel ulatus katsejaama maa-ala 258 hektarile.

Edaspidisele sookultuuri arengule aitas tunduvalt kaasa 1928. a. Sooparanduse Seltsi poolt avatud Sookultuuri ja Maaparanduse Kool Toomal (joonis 4). Kooli lõpetajad siirdusid tegelike maaparandustööde juurde meistritena ja juhatajatena. Oma tegevuse jooksul (kuni 1944. a.) andis kool arvuka õppinud sookultiveerimise meistrite kaadri.

Mõningad suuremad katsed vajasid paralleelkatsete rajamist teistsugustes oludes kui Toomal. Seepärast asutati 1937. a. Lääne-



Joonis 5. Tooma Sookatsejaama plaan 1937. a. Tähed ja numbrid tähistavad katsete asukohta.

Рис. 5. План болотно-опытной станции «Тоома» в 1937 г. Буквы и цифры обозначают расположение опытных участков.

Joonis 6. 1957. a. toimus Toomal järjekordne vabariiklik maaparanduse ja sookultuuri päev. Osavõtjad jälgivad loodimisvõistlusi.

Рис. 6. В 1957 г. в «Тооома» состоялся очередной республиканский день мелиорации и освоения болот. Участники следят за соревнованием по нивелированию.

Eestis Oidremaale 56 ha suuruse maa-alaga katsepunkt (30,31). Järgmisel aastal avanes võimalus laiendada Tooma katsejaama maa-ala 52 ha võrra endise Kärde mõisa südamiku ostmise teel (joonis 1). See lubas laiendada karjapidamist (31), mis omakorda võimaldas kõige ökonoomsemalt kasutada kultuurniidu heina.

1922. a. alates hakati rajama peamiselt neid katseid, millede abil lahendati turvasmuldade harimise, väetamise, heinaseemnesegude, sobivate sortide, kultuurniitude rajamise ning kasutamise küsimusi. Paralleelselt katsete rajamisega jätkusid tööd ka soo geobotaanika alal. Samuti jätkati sõja ajal soikunud meteoroloogilisi vaatlusi.

Rahapuuduse tõttu saadi kuivenduse, dreenide vahelaiuse ja sügavuse selgitamise katsed rajada alles 1933.—1934. a. (joonis 5). Järgmine kuivenduskatse drenaažimaterjali kestvuse ja drenaaziliikide omaduste võrdlemiseks rajati 1935. a. (7). Samal ajal tehti algust kõrgsoo kuivendustöödega, et rabakatseid rajada.

Põhilised katsed tol perioodil rajati Riikliku Katseasjanduse Nõu-

kogu poolt kinnitatud temaatika kohaselt ning tulemused töötati ümber selleks kehtestatud ühtse metoodika alusel.

Katsete arv kodanliku Eesti perioodil kõikus Toomal 38—45 ümber. Nende paiknevus katsejaama territooriumil selgub jooniselt 5.

Katsejaama kogemuste ja katsete tulemuste levitamiseks hakati alates 1927. a. igal aastal juunis korraldama sooharijate päevi. Need muutusid traditsioonilisteks ja alati rahvarohkeiks.

Katsejaama külastasid suvekuudel arvukad ekskursioonid. Agronoomiateaduskonna (esimestel aastatel ka metsateaduskonna) üliõpilased sooritasid siin oma sookultuuri- ja maaparandusalase praktika jne.

Peale toimetise «Sookultuur» avaldasid katsejaama töötajad arvukalt kirjutisi teistes põllumajanduslikes ajakirjades. Ilmus rida erialaseid brošüüre ning 70 soode kultiveerimist käsitlevat lendlehte. Viimaseid saadeti jaoskonnakonsulentide kaudu otse talupidajaile.

Põhilise katsetöö kõrval jälgisid katsejaama töötajad sookultuuri tööde käiku ja tasuvust tegelike sooharijate juures. Selleks valiti vastavad majapidamised. Neist kogutud statistilise materjali põhjal saadi vajalikke andmeid järelduste tegemiseks soode kultiveerimise edukuse ja tasuvuse kohta. Üks suuremaid selletaolisi uurimusi viidi läbi Eesti Sooparanduse Seltsi ja Tooma Sookatsejaama poolt 1937. a. (23). Vastav materjal koguti konsulentide abiga 199 sooharija käest.

Ühe uuritud talu kohta tuli ülesharitud sood keskmiselt 7,3 ha, millest 4,6 ha oli jõutud viia kultuurrohumaade alla. Madalsoonitudelt saadi enne kultiveerimist keskmiselt 412 kg/ha heina. Pärast kultiveerimist oli keskmiseks heinasaagiks (koos ädalaga) 5218 kg/ha. Loomade arv oli tõusnud (keskmiselt ühe talu kohta) selle töö tagajärjel 1 hobuse, 4 veise, 3 sea ja 1 lamba võrra ning piimatoodang ühe lehma kohta 522 kg võrra. Karja suurenemise tagajärjel suurenes ka mineraalmaa põldudele antav sõnniku kogus, mistõttu nende viljakus tõusis umbes 35% võrra. Uuritud taludes tasus soode kultiveerimine end keskmiselt 5 aasta jooksul.

1935.—1936. aastal oli registreeritud enam kui 11 000 soohari-jat-põllumeest. Ülesharitud madalsoodele rajati neil aastail 1845 ha kultuurniitu (23). 1938. aastal muudeti Tooma Sookatsejaam Tooma Soouurimis- ja Katseinstituudiks ehk lühendatult — Tooma Sooinstituudiks. Selle muudatusega taheti rõhutada, et senise kitsama põllumajandusliku erialaga tegeleva katsejaama asemele pidi kujunema Toomale laiema profiiliga teaduslik uurimisasutus. Tegelikult jäi aga teaduslik uurimistöö Tooma Sooinstituudis kuni kodanliku korra lõpuni siiski endistesse kitsastesse piiridesse. Majanduslik olukord ei võimaldanud laiendada ega süvendada teaduslikku uurimistööd, eriti teoreetiliste küsimuste alal.

Nõukogude korra taaskehtestamine Eestis 1940. aastal avas ka Tooma Sooinstituudile avarad perspektiivid arenemiseks. Üldise uurimistöö plaani piirides määrati Sooinstituudile kindlad uurimisülesanded ja garanteeriti ka vahendid nende ülesannete täitmiseks. Esmakordselt asus Tooma Sooinstituut tööle kindla temaatilise plaani alusel, et oma uurimistööga kaasa aidata sotsialistliku põllumajanduse ülesehitamisele meie maal.

Selle hoogsa tööperioodi lõpetas aga 1941. aasta suvel alanud Teine maailmasõda ja Eesti NSV territooriumi ajutine okupeerimine saksa röövvallutajate poolt. Okupatsiooni ajal vaibus Sooinstituudis uurimistöö.

Teaduslike töötajate kaader valgus laiali. Äravoolukraavid ja dreenid ummistusid. Kuivendusolude halvenemise ja mineraalväetiste puudumise tõttu hävisid ka varem rajatud soo-kultuurrohumaad.

5. Tooma katsebaas alates 1944. aastast

Pärast Eesti NSV vabastamist saksa okupantidest algasid Toomal taastamistööd. Instituudi tegevust juhtis agr. J. Müür. Pärast viimase haigestumist 1946. a. määrati Toomale direktoriks A. Kalman, kes töötas sel kohal kuni 1954. a. sügiseni. Oma tegevuse kestel pööras ta erilist tähelepanu sordiaretuse küsimustele. 1946. a. sügisel viidi Tooma Soouurimise ja Katseinstituut Eesti NSV Teaduste Akadeemia alluvusse, kus ta moodustas Taimekasvatuse Instituudi Tooma filiaali.

1949. a. läbiviidud maakorraldusega laieneb Tooma filiaali pindala 1150 hektarile (joonis 1). Sellest on mineraalmaad umbes 250 ha ja järvede all umbes 23 ha. Ülejäänud pindala moodustavad madal- ja siirdesood ning rabad. Madalsoost on seni kultiveeritud ca 220 ha.

1949. a. muudetakse Tooma filiaal iseseisvaks Eesti NSV Teaduste Akadeemia Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudiks. Uurimistööd viis instituudis läbi soodeuurimise, maaparanduse ja söödatootmise sektor. Nende juurde kuulus veel keemialaboratoorium asukohaga Tallinnas ja instituudi katsemajandi baasil töötav tootmiskatsete grupp. Viimase ülesandeks oli katse- ja uurimistulemuste kontrollimine tootmistingimustes ning kultuurkarjamaa katsete korraldamine madalsoos ja soo- ning mineraalmaalt pärinevate söötade väärtuse selgitamine söötmiskatsete varal.

Aastail 1955—1956 oli instituudi direktoriks põllumajandusteaduste kandidaat I. V. Filippenko. Sel perioodil püüti kultiveeritud madalsoos laiendada teraviljakasvatust. See suund ei osutunud aga meie oludes õigeks. Pikaajalised katsed ja kogemused näitavad, et madalsoid on siiski kõige otstarbekohasem kasutada rohumaaviljeluseks.

Põllumajanduslike uurimisasutuste töö reorganiseerimisega 1956. a. kujunes Toomale Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaas. Reorganiseerimise tagajärjel liideti endine soodeuurimise sektor Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi mullauurimise osakonnaga. Endisest maaparanduse sektorist kujunes nimetatud instituudi juurde maaparanduse osakond. Ka keemialaboratoorium liideti uue instituudi keemia-kesklaboratooriumiga. Tooma katsebaasi jäi töötama sookultuuri osakond.

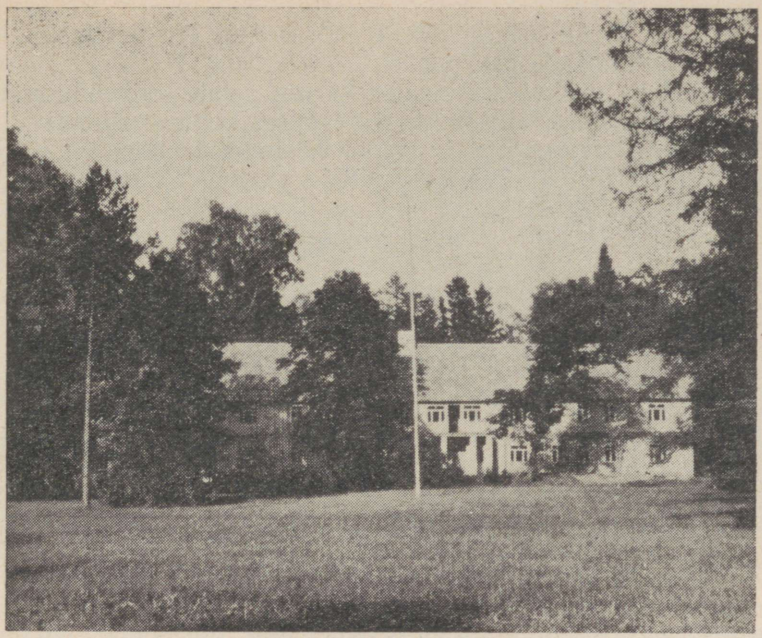
Katsebaasi juhatajaks määrati rohumaade eriteadlane agr. A. Raidla. Ta on tegelnud rohumaakultuuriga enam kui 30 aastat, olles ennast sel alal täiendanud Rootsis, Saksamaal ja Šveitsis. Tema sulest on ilmunud arvukalt rohumaakultuuri-alaseid töid mitmetes ajakirjades ja eriväljaannetes. Enne juhataja kohale määramist töötas A. Raidla Toomal 1950. a. alates tootmiskatsete grupi juhatajana. Tema juhendamisel on katsebaasis võrdlemisi lühikese ajaga saavutatud silmapaistvaid tulemusi kultuurkarjamaade süsteemi kujundamisel ja sellealasel uurimistööl. 1960. a. omistati A. Raidlale Eesti NSV teenelise agronoomi nimetus.

Kõrvuti kultuurkarjamaade süsteemi väljakujundamisega on tehtud suuri edusamme karja aretamisel. Katsebaasi piimakari kuulub nüüd I klassi tõufarmina eesti punase karja paremiku hulka vabariigis.

Maafondi suurenemine 1949. a. avas võimaluse katsebaas välja kujundada sotsialistlikuks suurmajapidamiseks. See omakorda nõudis uute pindalade ülesharimist, teedevõrgu korraldamist ja elamute ning tootmishoonete ehitamist. Nii näiteks rajati läbi soo Toomat ja Kärdet ühendav tee, mis liitis nad ühtseks tervikuks. 1950. aastast alates on ehitatud 5 neljakorterilist elumaja. Seniste tootmishoonete korrastamise ja mehhaniseerimise kõrval on ehitatud rida uusi objekte: mehaanikatöökoda, ajakohane sigala ja noorkarja laut. Katsetehnilised ruumid valmisid 1959. a.

Eriti suurt puudust tunti Tooma katsebaasis teaduslike töötajate ning administratiivpersonali tööruumidest. Puudusid klubiruumid ning saal nõupidamiste ja koosolekute korraldamiseks. Selle puuduse kõrvaldas 1959. a. valminud keskusehoone (joonis 7). 1960. a. tehti algust uue karjalauda ehitamisega, sest kultuurpinna laienemisega koos suureneb ka piimakari.

Sotsialistlikust suurpõllupidamisest tingitud uued ülesanded nõudsid suurte katsepindade rajamist, kust saadud katsetulemused vastaksid käesoleva aja nõudeile. Selleks oli vaja rajada uusi kuivendusvõrke ja uuendada vanu. Esmajoones tuli muidugi luua vee äravoolu võimalused, milleks senised väikesed magistraalkraavid tuli asendada uute suurte kanalitega. Viimane neist, kuni 9 m laiune ja 3 m sügavune 4 km pikkune kanal, valmis 1959. a. (joonis 8).



Joonis 7. 1959. a. valmis uus keskusehoone.
Рис. 7. В 1959 г. построили новое главное здание.

Vee äravoolu põhjalik ümberkorraldus võimaldas katsebaasis korda seada kõik seni kultiveeritud sood ja juurde harida uusi sooalasid ning nende baasil rajada ulatuslikke katsevälju. Nimetagem neist olulisemaid.

Põllu-, niidu- ja karjamaakultuuride niiskustarbe ning kuivendusnormi selgitamiseks rajati 1949. ja 1950. a. spetsiaalsed kuivenduskatsed 12 ha suurusele vähe kuni keskmiselt lagundunud turvasmullaga madalsoole (vt. artikkel «Kuivenduse intensiivsuse mõju turvasmullale ja taimekasvule» käesolevas kogumikus). 1958. a. rajati veel uued kuivenduskatsed hästilagundunud turvasmullaga madalsoole. Kultuurkarjamaade rajamise ja kasutamise uurimiseks on katsebaasis 100 ha suurune koplite süsteem. Kultuurniitude-alaseid küsimusi uuritakse 60 ha suurusel niidupindalal.

Lisaks Toomal olevatele katsepindadele uuriti sookultuuri-alaseid küsimusi veel Oidrema sovhoosis, kus töötas üks sookultuuri osakonna teaduslik töötaja.

Uurimistööd viib katsebaasis läbi peamiselt sookultuuri osakond, kuhu kuulub juhataja (ühtlasi katsebaasi juhataja) ja viis teadus-

likku töötajat. Peale nende töötab katsebaasis üks teaduslik töötaja kultuurrohumaade osakonnast.

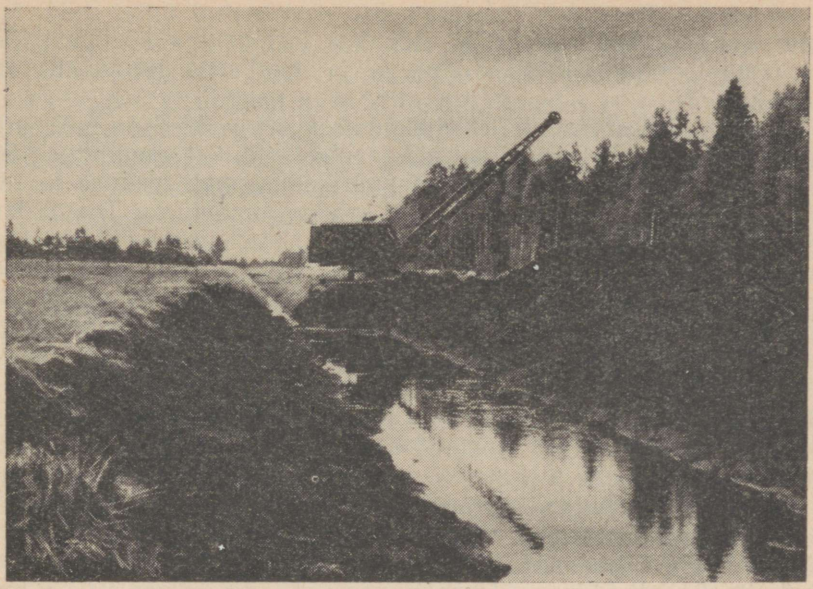
Tähtsamateks uurimistöö teemadeks on: soode kuivenduse, turvasmuldade harimise, kultuuride väetamise, kultuurrohumaade rajamise, heinaseemnesegude ja muud küsimused. 1959. a. hakkas sookultuuri osakond uurima Eesti NSV-s enamlevinud turvasmullaliikide viljelusväärtust. Osakonnal on tihe koostöö instituudi keemia-kesklaboratooriumi, mullauurimise, mikrobioloogia ja maaparanduse osakonnaga (vt. artikkel «Soode kuivendamine drenaažiga») ning Tartu Riikliku Ülikooli ja Eesti Põllumajanduse Akadeemiaga. Viimaste üliõpilastel on siinsete katsete põhjal valminud arvukalt kursuse- ja diplomitöid. Ka nende asutuste õppejõud on Toomal korraldanud katseid oma teadusliku töö raames.

Paralleelselt katsetööde mahu suurenemisega on muutunud ka uurimistöö sügavus. Varem piirdus katsetöö peamiselt mitmesuguste sooharimise ja kultuuride hooldusvõtete tulemuste fikseerimisega saagi näol. Praegu ei saa enam piirduda sellega, sest katsed on muutunud komplektseks. See nõuab katsete juures ka mitmesuguseid füüsikalisi ja keemilisi analüüse. Näiteks analüüsitakse kuivenduskatsete juures mulla vee- ja õhurežiimi, toiteelementide- ja temperatuurirežiimi kujunemise iseärasusi sõltuvalt kuivenduse intensiivsusest. Selgitatakse turvasmuldade füüsikalisi omadusi, kapillaarsuse nähte neis jne. (vt. artikkel «Taimekasvutingimuste iseärasustest keskmiselt ja hästilagundunud turvasmullal»). Väetus- ja mullaharimise katsete juures analüüsitakse liikuvate toiteelementide dünaamikat mullas, saagi keemilist koostist, taimede juurestiku ja mikroobide arengut jne.

Eespooltoodu heidab vaid põgusa pilgu katsebaasis tehtavale uurimistööle. Kui arvestada aga uuritavate küsimuste ulatust ja seda, et kõiki neid küsimusi lahendatakse ainult kuue teadusliku töötaja juhtimisel, siis nähtub, et uurimistöö katsebaasis on üsna pingeline.

Katsebaasi teaduslikud töötajad populariseerivad ja juurutavad praktikasse sookultuuri-alaseid kogemusi ning katsete tulemusi ajakirjade, ajalehtede ja eriväljaannete kaudu. Kokku on viimaste aastate jooksul nende sulest ilmunud üle 70 teadusliku ja populaarteadusliku artikli. Neile lisanduvad veel loengud raadios, koosolekutel, maaparanduspäevadel jne. Katsebaasi kollektiivil on kavas edaspidi perioodiliselt välja anda ka sookultuuri-alaseid artiklite kogumikke. Käesolev kogumik on esimene neist.

Rõõmustav on asjaolu, et katsebaasi kollektiivi poolt juurutatavad teemad leiavad praktikas laialdast hindamist. Nii on tänu kuivenduskatsete tulemuste juurutamisele hakatud seni kasutusel olnud kuivendusnormidesse suhtuma kriitiliselt. Vaskväetise katsete tulemuste juurutamine on kaasa toonud laialdase vaskväetise kasutamise soode kultiveerimisel nii vasevitrioli kui ka Maardu Keemiakombinaadi püriidijääkide näol. Edukalt levivad prakti-



Joonis 8. 1959. a. rajati Kärdest Endla järveni 4 km pikkune ja 9 m laiune eelvoolukanal.

Рис. 8. В 1959 г. был выкопан от «Кярде» до озера Эндла водоотводный канал длиной в 4 км и шириной в 9 м.

kas ka katsebaasi kogemused kultuurniitude ja kultuurkarjamaade alal.

Kõik see aitab kaasa loomade söödabaasi kindlustamisele ja on seega eelduseks seitseaastaku plaani edukale täitmisele.

Mõni sõna veel teaduslikust kaadrist. Kõik sookultuuri osakonna teaduslikud töötajad on Toomal töötanud rohkem kui 10 aastat. Selle aja jooksul on üks teaduslik töötaja kaitsnud kandidaadiväitekirja. Kahel teaduslikul töötajal on väitekirjad valmimas. Osakonna teaduslikule töötajale T. Nõgesele on antud Eesti NSV teenelise agronoomi austav nimetus.

6. Uurimistöö olulisemaid tulemusi

Uurimistöö temaatika on viiekümne aasta jooksul olnud Tooma katsebaasis väga mitmekesine ja haaranud üle 100 mitmesuguse küsimuse. Käesolev lühiülevaade ei võimalda kõigi nende juures peatuda ega neid isegi loetleda. Seepärast mainime uurimistöö tu-

lemustest vaid olulisemaid ja üldisema iseloomuga küsimusi, jättes puudutamata vähema ulatusega ja detailsena tunduvad tööd ning katsed.

Teiseks tuleb arvestada, et viiekümne aasta jooksul on meie maa üle elanud põhjalikke sotsiaalseid ja ühiskondlikke muudatusi. Samuti on selle aja jooksul teinud suuri edusamme teaduse ja tehnika areng. Kõik see on avaldanud määravat mõju ka Tooma katsebaasi uurimistöö suunale ja uuritavate küsimuste valikule. Ühtlasi on seetõttu osa uurimistöö materjali vananenud ning omab praegu veel vaid ajaloolist väärtust. Nii näiteks ei ole praegusel ajal enam vajadust meenutada sooharimise võtteid hobujõul. Ühes hobutööga on läinud ajalukku ka sooharimisel ornal ajal möödapääsmatult vajalikud hobuste sookingad ja teised sellelaadilised abinõud. Samuti on muutunud väetiste nomenklatuur, mistõttu ei ole enam rakendatavad toomasjahu ning kainiidi katsete tulemused jne.

Osa varem läbiviidud uurimistöö tulemusi omab aga ka käesoleval ajal suurt teoreetilist ning praktilist väärtust. Nendest ja eriti pärast Suurt Isamaasõda tehtud uurimistöö tulemustest püüamegi anda järgnevalt põgusa ülevaate.

Ühe olulise osa Tooma katsebaasi senises töös moodustavad soode uurimise tööd.

Soode uurimise ülesandeks on selgitada Eesti NSV turbafondi suurust ja üksikute sootüüpide kõlblikkust põllumajanduslikuks taimekasvatuseks ning alus- ja väetusturba tootmiseks. Seniste uurimuste ja olemasoleva kaardimaterjali andmeil on Eesti NSV-s suuremaid soid ümmarguselt 700 000 ha. Neist on seni uuritud ligemale 60%. Uuritud soodest moodustab madalsoo 59%, siirdesoo 11% ja raba 30%. Enamik vabariigi madalsooturvasmuldi on pärast kultiveerimist kõrge viljelusväärtusega.

Uurimistöö käigus kogutud materjali põhjal koostatakse Eesti NSV soode (turbafondi) kaart ja sinna juurde vastav teatmik. Lähemalt iseloomustavad soodeuurimise töid käesolevas kogumikus avaldatud K. Veberi ja A. Truu artiklid.

Põhilisemaks ja vastutusrikkamaks tööks soode kultiveerimisel on nende kuivendus. Õigest ja otstarbekohasest kuivendusest sõltub kogu sookultuuri edukus. Seepärast on kuivendusküsimused olnud Tooma katsebaasis keskseteks uurimistöö teemadeks juba katsebaasi asutamisest peale. On uuritud kuivendusviise, kuivenduse intensiivsuse astet ja võrreldud üksikuid drenaažimaterjale. Senised katse- ja uurimistulemused tõendavad, et meie klimaatilistes tingimustes on vaja soid intensiivsemalt kuivendada kui seda soovitatakse sageli vastavas erialases kirjanduses. Kuivendusküsimuste teoreetiliste ja praktiliste aluste uurimisel on selgunud, et kuivendusvõrk peab kindlustama vegetatsiooniperioodil vähemalt 75—80 sm sügavuse põhjaveeseisu. Seejuures ei või põhjavee sügavus vegetatsiooniperioodi esimesel kuul olla 65—75 sm-st kõrge-

mal. Nimetatud kuivenduse intensiivsuse aste tagab künnikihis optimaalse vee- ja õhurežiimi, rahuldab kõigi põllumajanduslike kultuuride niiskuse nõudluse ja tagab maksimaalsed saagid. Seejuures selgus, et üldiselt meie kliimatingimustes ei esine soode ülekuivendust, heintaimed ei tunne intensiivsetes kuivendusoludes veepuudust. Lähemalt selgitavad kuivenduse intensiivsusega seoses olevaid küsimusi käesolevas kogumikus I. Eiseni artiklid.

Kuivenduse intensiivsuse küsimuste kõrval on selgitatud ka neid tegureid, mis mõjutavad kuivenduse iga, samuti on uuritud kuivendusvõrgu ehitamiseks sobivaid drenaažimaterjale. Tooma katsebaasi külastajate poolt esitatakse sageli küsimusi, kui pikk on ühest või teisest materjalist valmistatud dreenide iga. Meie katsed ja tähelepanekud aga näitavad, et kuivenduse iga sõltub eelkõige drenaaži rajamise sügavusest ja kuivendusjärgsest soo vajumise intensiivsusest. Katsepinnal, kus dreenid olid asetatud 135 sm sügavusse, ulatus nende kuivenduse iga 45—50 aastani. Selle aja jooksul vajus soopind kuni 140 sm võrra ja dreenid keskmiselt 30—50 sm võrra (sõltuvalt turbalasundi tüsedusest). Seejuures jäid dreenid ikkagi veel enam-vähem vastuvõetavale sügavusele. 95 sm sügavusse rajatud dreenide kuivenduse iga oli aga soo vajumise tõttu vaid 8—12 aastat. Ka drenaažimaterjali iga on seda pikem, mida sügavamale dreenid asetatakse.

Kuivendava mõju poolest on senistel andmetel osutunud kõige paremaks freestorudest valmistatud dreenid.

Katsed ja uurimistulemused tõendavad, et soos kasvatatavate kultuurtaimede talvitumine oleneb suurel määral turvasmulla külmumise ja sulamise dünaamikast ning jäätunud mullakihi füüsikalistest omadustest. Jäätunud mullakihi tüsedus on intensiivsetes kuivendustingimustes suurem kui puuduliku kuivenduse puhul. Intensiivse kuivenduse juures on aga jäätunud mullakiht urbse ehitusega, mistõttu ta juhib vett ja õhku. Ka ei suurene hästikuivendatud turvasmulla maht külmumisel. Seetõttu kujunevad intensiivsetes kuivendusoludes kultuurtaimede talvitumistingimused soodsamaks. Puudulikes kuivendusoludes on külmunud turba kiht tihe (jäätaoline), ei juhi vett ega õhku ning rohke veesisalduse tõttu suureneb mulla maht külmumisel tunduvalt.

Pikema aja jooksul on Tooma katsebaasis uuritud soo mikrokliimat seoses põllumajanduskultuuride kasvatamisega. On üldiselt teada, et looduslike soode kohal on mikrokliima tunduvalt karmim kui mineraalmaal. Võiks arvata, et soode kultiveerimise tagajärjel seal kliimatingimused paranevad. Uurimistulemused aga näitavad, et kultiveeritud turvasmuldadel kujunevad mikroklimaatilised tingimused veelgi karmimaks kui looduslikus soos. Seepärast kujuneb nimetatud küsimuste uurimine väga oluliseks soode kultiveerimisel. Eriti karm on turvasmullal temperatuurirežiim. Nii võivad ööpäevased temperatuuri amplituudid mullapinnal ulatuda —8°-st kuni +48°-ni. Öökülmad temperatuuri languse võimalusega

kuni —15°-ni esinevad turvasmullal kuni juuni II dekaadini 100%-lise tõenäosusega. Kõige vähem (14%-lise tõenäosusega) on neid juuli III dekaadil. Juba augustikuu III dekaadil suureneb jällegi öökülmade tõenäosus 62%-le. Tingituna turvasmulla halvast soojusejuhtivusest soojeneb ta kevadel aeglaselt. Meie oludes esineb 35% selliseid aastaid, mil mai I dekaadi õhutemperatuur jääb alla 7°. Sel juhul on turvasmulla temperatuur 5 sm sügavuses 4—5° piires ja 20 sm sügavuses ainult 0° piires. Tavaliselt on need halvad heina-aastad, kuna madala temperatuuri tõttu ei saa heintaimed mullast vajalikul hulgal toiteelemente. Ligikaudu 35% aastail on mai I dekaadi õhutemperatuur 9,5°-st kõrgem. Sel juhul on mullatemperatuur 5 sm sügavuses 7°-st kõrgem ja 20 sm sügavuses üle 5°. Need aastad on väga head heina-aastad.

Kultiveeritud soode temperatuurirežiimi parandamiseks on tehtud katseid turvasmulla liivatamise, savitamise ja tuulekaitsevööndite-ga. Seni ei ole need katsed märkimisväärseid positiivseid tulemusi andnud.

Kirjeldatud temperatuurirežiimi tuleb tõsiselt arvestada soos kasvatatavate kultuuride valikul. On teada, et hästilagundunud turvasmullad on kõrge viljakusega ning ei vaja orgaanilist ega lämmastikväetist, mistõttu nad hästi sobivad köögiviljade kasvatamiseks. Mainitud kultuurid on aga enamasti külmaõrnad. Põllukultuuridest on külmaõrnad mais ja kartul. Soodsatel suvedel, kui esineb vähem öökülmi, on turvasmuldadelt saadud üle 500 ts ulatuvaid kartulisaake hektarilt. Öökülmade sageda esinemisega aastatel jäävad aga kartulisaagid 100—120 ts piiridesse. Maisi kasvatamine turvasmuldadel on veelgi juhuslikum, kuna ta öökülmade suhtes on kartulist õrnem. Soodes kasvatamiseks on sobivamad söödakapsas, naeris, kaalikas, sööda- ja suhkrupeet, peakapsas, sibul, porgand, kanep, päevalill ja teravili. Kõige paremini aga taluvad turvasmuldade temperatuurirežiimi heintaimed. See ongi kaaluvaks põhjuseks, miks turvasmuldi tuleb esmajärjekorras kasutada kultuurrohumaade rajamiseks. Heintaimedele on hästi vastuvõetavad ka turvasmulla rohke lämmastikusisaldus ja niiskuseolud. Kultiveeritud soodes jätkub heintaimedele ka pikematel põuaperioodidel vajalikul hulgal vett. Seetõttu on kultuurrohumaade saagid hästilagundunud turvasmuldadel stabiilsed ja kõrged, ulatudes kuni 5000 sü-ni hektarilt. Sellest olenevalt on ka Tooma katsebaasi uurimistöö teravik pööratud kultuurrohumaade rajamise ja kasutusviiside efektiivsete võtete väljatöötamisele. Märgime siia juurde, et alles kümmekond aastat tagasi kaheldi turvasmuldadelt saadud sööda, sealhulgas ka heina söödaväärtuses. Seejuures peeti nn. soosöötasid loomade mitmete haiguste, eeskätt soohaiguse põhjustajaks. Arvukad söötmiskatsed näitasid, et õigesti kultiveeritud turvasmuldadelt kogutud söödad on täisväärtuslikud. Seda tõendavad ka tabelis esitatud andmed, kust nähtub, et soost saadud söötadega on võimalik saada väga kõrget piimatoodangut.

Söödabaasi struktuuri, veiste arvu ja piimatoodangu tõusu olenevus kultuurrohumaade pindala kasvust Tooma katsebaasis

	Aastad							
	1928	1939	1947	1950	1953	1956	1959	1965 (plaan)
Põllumajanduslik maa (ha)	63	140	145	240	302	334	351	500
sellest kultuurrohumaid (ha)	20	52	52	65	127	156	180	350
Rohumaasööta* lehma kohta (sü)	1472	1354	1248	1388	2138	2466	2836	3600
Rohumaasööda osa üldisest söödakulutusest %	50,0	57,6	50,0	48,2	55,4	62,8	65,7	80,0
Veiseid 100 ha põllumajandusliku maa kohta	25	30	28	38	44	48	50	100
Piima kogutoodang (tonni)	33	49	43	126	286	342	370	1000
Piima 100 ha põllumajandusliku maa kohta (ts)	520	350	296	525	923	1024	1056	2000

* Rohumaasööda moodustavad mitme- ja üheaastased heintaimed karjatatult, kuiva heinana ja sileeritult.

Kultuurrohumaade rajamisvõtete väljatöötamisega käsikäes on Tooma katsebaasis uuritud kõiki aktuaalseid soo-kultuurrohumaade küsimusi: otstarbekat heintaimede valikut turvasmullale, mitmesuguseid heinaseemnesegusid lühema ja pikaajalise kestusega kultuurrohumaade rajamiseks. Samuti on selgitatud heinaseemne külviviise ja külvimäära ning optimaalseid külviaegu. Huvitav on märkida, et varemail aastail püüti lühema või pikaajalise kestusega kultuurrohumaade rajamise küsimusi lahendada peamiselt vastavate seemnesegude valikuga. Viimaste aastate uurimised aga näitavad, et seemnesegude valik üksi seda küsimust siiski ei lahenda. On selgunud, et kultuurniidu saagikus kui ka rohukamara kestus sõltub peamiselt turvasmulla omadustest. Seepärast tuleb heintaimede viljelemisel teha ranget vahet madalsooturvasmuldade kahe suure rühma vahel. Esimese rühma moodustavad tarnast, pilliroost, lehtsamblast ja teistest sambla ning rohttaimede esindajatest moodustunud turvasmullad, mille lagundumisaste on alla 35%. Need turvasmullad on kõrreliste heintaimede kasvatamiseks madala viljelusväärtusega ning ilma lämmastikväetisi andmata nendele pikaajalisi kultuurrohumaid rajada ei saa.

Teise rühma moodustavad turvasmullad, millede lagundumisaste on üle 35% ning mis sisaldavad teiste turbamoodustajate kõrval rohkel või valitseval määral puuturvast. Sellistele turvasmuldadele on võimalik rajada kõrreliste heintaimede rohkeid kultuurniite ja need püsivad kõrgesaagilistena pikemat aega.

Vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmuldadel kujuneb 2—3 aasta jooksul pärast kultuurniidu rajamist heintaimedele ebasoodus lämmastiku toiterežiim ja heinasaagid hakkavad järsult langema. Neil muldadel tekib küll lämmastikuühendeid, kuid sellisel kujul, mida heintaimed ei suuda omastada.

Arvutused näitavad, et vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmullale rajatud kultuurniidu mullast läks 43 aasta jooksul taimedele kaduma vähemalt 66 ts/ha lämmastikku ehk aastas keskmiselt 150—160 kg/ha. See näitab, et vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmullast läheb kaduma kolm kuni neli korda rohkem lämmastikuühendeid, kui neid ära viiakse heinasaagiga. Selliste turvasmuldade otstarbekamaks ekspluateerimiseks töötati välja vastav kasutuse süsteem, kus lühema kestusega (3—4 a.) ristikurohked niidud vaheldusid 1—2 aasta pikkuste vahekultuuride perioodiga.

Hästilagundunud turvasmullas vabaneb aga lämmastik heintaimedele omastataval kujul. See kindlustab neilt fosfor-kaali-vaskväetiste foonil kõrgeid heinasaake pikema aja vältel. Ebaproduktiivne lämmastikukadu on hästilagundunud turvasmullast väike. Senised katsed ja kogemused näitavad, et hästilagundunud turvasmuldadele on soovitav rajada rohumaid ilma eel- ja vahekultuuride kasvatamiseta. Vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmuldadel tuleb aga enne rohumaa rajamist kasvatada eelkultuure ja rohumaade uuendamisel vahekultuure.

Joonis 9. Turvasmullale rajatud kultuurkarjamaa Tooma katsebaasis.
Рис. 9. Культурное пастбище, заложенное на торфяной почве на опытной базе «Тоома».

Madalsoo kõrval on kultuurniitude rajamise võimalusi uuritud ka kõrgsoos (rabas). Võib öelda, et hästikuivendatud ning lubjatud kõrgsoos on eriti efektiivsed ristiku puhaskultuurid. Tooma katsebaasi katsetulemusi kinnitavad Harju rajooni Kostivere sovhoosi kogemused, kus mitukümmend hektarit kõrgsoopinda on viidud ristikute alla. Teaduslikust seisukohast väärib erilist tähelepanu see, et kõrgsoomuldadel on ristiku iga pikem kui teistel muldadel.

Kultuurniitude rajamisega seoses olevad katsetulemused leiavad üksikasjalisemat käsitlust käesolevas kogumikus T. Nõgese artiklis.

Nagu eespool juba mainitud, tuleb vähelagundunud turvasmuldadel enne kultuurniitude rajamist kasvatada eelkultuure. Samuti on niitude uuendamisel soovitav kasvatada siin 1—2 aasta jooksul vahekultuure. Sobivate eel- ja vahekultuuride selgitamise eesmärgil on korraldatud ulatuslikke katseid teraviljade, segatise, kartuli, juurviljade, kanepi jt. kultuuridega. Katsetes selgitati nimetatud eelviljade mõju turvasmulla omadustele ning heinasaagile. Ühtlasi uuriti üheaastaste kultuuride kasvatamise agrotehnikat ning korraldati rida sordivõrdluskatseid. Eel- ja vahekultuuridest avaldavad kõige soodsamat mõju vähelagundunud turvasmulla omadustele kartul ning juurviljad. Varajaste öökülmade tõttu on osutunud saagirikkamaks lühema kasvuajaga kartulisordid. Häid tulemusi on saadud eel- ja vahekultuuride perioodil ka söödajuurvilja-

dega. Nende kasvatamistehnikat ning mõju mullale käsitletakse lähemalt käesolevas kogumikus V. Kruusi artiklis.

Silokultuuridest on saagirikkamaks ja -kindlamaks osutunud söödakapsas (3704 sü/ha). Köögiviljadest on turvasmuldadel perspektiivsemaks osutunud peakapsas, andes 600—700 ts/ha. Suuri ja küllalt kindlaid saake annab ka porgand (750 ts/ha) ja söögipeet (375 ts/ha). Nimetatud saagid on saadud parematelt madalsoopõldudelt.

Suurematel pindadel tuleb eel- ja vahekultuuride perioodil kasvatada segatist kas siloks või heinaks. Segatise heina- või haljasmassisaagi omahind on aga küllalt kõrge. Viimastel aastatel on Tooma katsebaasis vähelagundunud turvasmuldadel kasvatatud eelviljana ristikut puhaskülvis, mis näib olevat perspektiivne.

Sookultuuride väetamise osas on tehtud arvukaid katseid fosfor-, kaali- ja lämmastikväetiste andmise aegade, normide ja viiside kohta. On selgitatud mikroväetiste (Cu, B, Mn, Co jt.) efektiivsust.

Et kodanlikus Eestis oli väetiste hind kõrge, siis püüti katsetes sageli leida mitte optimaalseid, vaid minimaalseid mõeldavaid väetisnorme. Hilisemad katsed on näidanud, et kõrgete saakide saamiseks kultuurrohumaadelt on vaja igal aastal anda turvasmullale 45—60 kg P_2O_5 ja 90—120 kg K_2O hektarile. Fosforväetistest võib turvasmuldadel kasutada hea eduga ka fosforiidijahu. Kultuurniitude rajamise eel antud suured varuväetise kogused pole ennast õigustanud.

Mikroväetistest on turvasmuldadel osutunud kõige efektiivsemaks vaskväetis. Vastavad uurimused näitasid, et valdav osa Eesti NSV turvasmuldi ei sisalda normaalseks taimekasvuks vajalikul määral vaseühendeid ja vaskväetise andmine 3—4 aasta järel on vajalik. Lähemalt on mainitud küsimust käesolevas kogumikus käsitletud E. Hirmo artiklis.

Lupjamise katsete tulemused näitavad, et meie madalsood tavaliselt ei vaja lupjamist, kuid möödapääsmatult vajalikuks osutub see kõrgsoos.

Viimase kümne aasta jooksul on Tooma katsebaasis tehtud ulatuslikke uurimistöid kultuurkarjamaade alal. Senised uurimised tõendavad, et hästikuivendatud turvasmuldadele võib edukalt rajada kultuurkarjamaid. Ühtlasi näitavad senised andmed, et meie kliimaoludes, kus suvine põud mineraalmuldadel sageli tõsiselt pidurdab rohukasvu, on soo-kultuurkarjamaad loomade häireteta suviseks söötmiseks väga vajalikud. Turvasmuldadel põud rohukasvu ei takista ja seetõttu kindustavad need karjamaad ka põuaperioodil rikkaliku sööda.

Soo-kultuurkarjamaade iseärasustest, rajamisest ja kasutussüsteemist annab üksikasjaliku ülevaate A. Raidla artikkel käesolevas kogumikus.

Lõpuks tuleb mainida veel seda, et teaduslik uurimistöö ja tootmistegevus on Tooma katsebaasis üksteisega tihedalt seotud. Uurimistöö tulemusi kontrollitakse esijoones katsebaasi tootmistingi-

mustes. Seega osutuvad kõik tootmispinnad ühtlasi katsepindadeks. Nii näiteks moodustab enam kui 100 ha suurune kultuurkoplite süsteem selle ala uurimistöö baasi ning ümmarguselt 80 ha suurusel madalsoo-kultuurniitude pindalal toimuvad niitude-alased uurimistööd. Seejuures olgu mainitud, et paralleelselt agrotehniliste küsimuste uurimisega selgitatakse ka kultuurrohumaade majanduslikku osa söödabaasi kindlustamisel ja loomade söötmise organiseerimisel.

Nii Tooma katsebaasi kui ka teiste majandite kogemused tõendavad, et kõige odavamat ning ühtlasi väärtuslikumat sööta saadakse kultuurrohumaalt. Et turvasmullad Eesti NSV oludes on sobivad esijoones heintaimede viljelemiseks, siis pannakse Tooma katsebaasis söödabaasi organiseerimisel pearõhk kultuurrohumaadele. Sellele vastavalt suureneb kultuurrohumaade pindala ja tõuseb sealt saadavate söötade osatähtsus karja söödakulutuses aastaaastalt, nagu nähtub tabelist.

Rohumaadelt saadava sööda osatähtsuse tõusu loomade söödabilansis on eriti silmas peetud käesoleval seitseaastakul. Vastavalt Eesti Maaviljeluse Instituudi plaanidele peab Tooma katsebaas kujunema seitseaastaku lõpuks intensiivseks spetsialiseeritud veisekasvatuse majandiks, kusjuures karja söödatarbest kaetakse kuni 80% mitmeaastaste heintaimede arvel. Selle eesmärgi kohaselt moodustavad 1965. a. kultuurrohumaad põllumajanduslikust maast 70% ja põllumaa 30%. Iga hektar põllumajanduslikku maad peab sealjuures tootma vähemalt 3000 söötühikut, mis võimaldab 100 ha kohta pidada 100 veist. Loomakasvatussaaduste toodang kujuneb 100 ha põllumajandusliku maa kohta: 2000 ts piima ja 120 ts liha (mõeldud müüdavate tõuloomade eluskaalus). Selline intensiivne tõukarjakasvatus rohumaasöötade baasil nõuab söötade tootmisel ja säilitamisel mitmete uute küsimuste uurimist ja selgitamist. Juba lähemad aastad peavad andma vastuse, mis kujul sööta toota ja säilitada, et kõrgetoodanguline piimakari oleks võimeline kasutama maksimaalsed kogused karjamaasööta, heina ja heintaimedest valmistatud silo ning nende söötade arvel tootma vähemalt 80% piima kogutoodangust, s. o. kuni 1600 ts iga 100 ha põllumajandusliku maa kohta.

Sookultuuri-alase uurimistöö rakendamine praktikasse pakub elavat huvi meie ja vennasvabariikide põllumajanduse töötajatele. Selle tööga tutvumise eesmärgil külastab Toomat igal aastal arvukalt ekskursioone.

Käesolev lühike ülevaade suutis anda vaid põhilisi jooni Tooma katsebaasi kujunemisest ja tema tegevusest. Juubeliaastaks on katsebaasil küllalt ulatuslikult katsevälju ja kogemustega kaader, mistõttu võib loota, et n.-ö. meheikka jõudes suudab ta oma uurimistulemuste juurutamisega anda vabariigi sovhoosidele ja kolhoosidele tõhusat abi soode kultiveerimise ja söödatootmise organiseerimise alal.

KIRJANDUS

1. «Agronoomia» nr. 3. Tartu, 1921.
2. «Agronoomia» nr. 4. Tartu, 1921.
3. «Agronoomia» nr. 6. Tartu, 1943.
4. Eesti NSV ajalugu. Tallinn, 1957.
5. I. Eisen. Põhjavee sügavuse mõju soomulla viljakusele. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised, II kd., nr. 2. Tallinn, 1954.
6. I. Eisen. Öökülmade sagedus ja tugevus kultuuristatud madalsoos ning mineraalmaal. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised, IV kd., nr. 4. Tallinn, 1957.
7. I. Eisen. Dreeniliikide võrdluskatse tulemusi madalsoos. «Sotsialistlik Põllumajandus» nr. 5. Tallinn, 1958.
8. I. Eisen, J. Kuum. Õpetlikke momente Eesti kultuurniitude ajaloost. «Sotsialistlik Põllumajandus» nr. 8. Tallinn, 1957.
9. Т. Н. Годнев, В. М. Терентьев. Влияние уровней грунтовых вод и влажности торфяной почвы на рост хлебных злаков и устойчивость их к полеганию. Биологические основы орошаемого земледелия. Изд. АН СССР. Москва, 1957.
10. J. C. Johanson. Ältere und neuere Graslandkulturmethoden. «Mitteilungen des Baltischen Moorvereins» 1—2. Dorpat, 1913.
11. V. Kruus. Mahlakate söötade tootmisest turvasmuldadel. «Sotsialistlik Põllumajandus» nr. 3. Tallinn, 1959.
12. «Mitteilungen des Baltischen Moorvereins» nr. 1. Dorpat, 1911.
13. «Mitteilungen des Baltischen Moorvereins» nr. 3. Dorpat, 1911.
14. «Mitteilungen des Baltischen Moorvereins» nr. 1—4. Dorpat, 1912.
15. «Mitteilungen des Baltischen Moorvereins» nr. 1—5. Dorpat, 1913.
16. Fr. Moller. Über Moorkultur in Livland. Livländische Jahrbücher der Landwirtschaft. Bd. 14, H. 4. Dorpat, 1861.
17. Г. Першин. К изучению географии аграрных отношений периода развития капитализма в России. Воронеж, 1941.
18. «Põllutööleht» nr. 19/20. Tartu, 1915.
19. A. Raidla. Kultuurkarjamaade rajamise ja kasutamise kogemusi turvasmuldadel. Tallinn, 1955.
20. L. Rinne. Madalsoo-heinamaa fosforhappeväetis, eriti Eesti fosforiit väetisena. Katseasjanduse Nõukogu Toimetised nr. 4. Tartu, 1928.
21. L. Rinne. Maaparanduse alused. Tallinn, 1931.
22. L. Rinne. Tooma Sookatsejaama tegevusest 1921.—1932. a. «Agronoomia» nr. 12. Tartu, 1932.
23. L. Rinne Sooparandusest Eesti taludes. Tartu, 1937.
24. L. Rinne. Sooniidu kaaliväetus. «Agronoomia» nr. 5. Tartu, 1938.
25. «Sookultuur» XI. Tartu, 1932.
26. «Sookultuur» XII. Tartu, 1933.
27. «Sookultuur» XIV. Tartu, 1935.
28. «Sookultuur» XV. Tartu, 1936.
29. «Sookultuur» XVI. Tartu, 1937.
30. «Sookultuur» XVII. Tartu, 1938.
31. «Sookultuur» XVIII. Tartu, 1939.
32. «Sookultuur» XIX. Tartu, 1940.
33. J. Toots. Moorkultur auf dem Gute Testama. «Baltische Wochenschrift» nr. 33. Dorpat, 1902.
34. A. Truu. Kanepi kasvatamisest turvasmuldadel. «Sotsialistlik Põllumajandus» nr. 1. Tallinn, 1957.
35. A. Truu. Eesti NSV sood ja nende põllumajanduslik kasutamine. Tallinn, 1958.
36. Tooma katsebaasi teadusliku uurimistöö aastaaruanded. 1944.—1959. a.

ОБ ОСНОВАНИИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЫТНОЙ БАЗЫ «ТООМА»

Резюме

В шестидесятых годах прошлого столетия в сельском хозяйстве прибалтийских губерний (Эстляндия, Лифляндия и Курляндия) создались предпосылки к развитию молочного хозяйства. Этому способствовали почвенно-климатические условия, развитие капиталистического сельского хозяйства, быстрый рост промышленности и т. д.

Благодаря применению сепаратора открылась возможность обрабатывать молоко на месте. Сравнительно густая сеть железных дорог создавала благоприятные условия для сбыта масла и сыра на рынках Петербурга и Таллина. Кроме названных рынков спрос на молочные продукты имели и другие промышленно более развитые страны. До первой мировой войны вывоз молочной продукции из трех маленьких прибалтийских губерний составлял 29% от всего экспорта молочной продукции Европейской части России. В то же время молочный скот прибалтийских губерний составлял только 2,3% от молочного скота Европейской части России.

Такое, относительно интенсивное содержание молочного скота требовало прочную кормовую базу, поэтому в 1860 годах стали улучшать естественные луга на низинных торфяниках. По примеру Германии и Финляндии применялись такие способы, как обжигание, пескование, глинование и затопление.

В 1883 г. на работу в Эстонию прибыл мелиоратор датчанин П. Р. Вёльдике. По примеру Швеции он стал осушать луга на низинных торфяниках закрытым дренажем. Вёльдике предложил так называемый экономный дренаж, из которого позднее образовался поперечный дренаж, применяемый и в настоящее время.

Существенный поворот в деле мелиорации лугов и закладки культурных сенокосов и пастбищ произошел в 1892 году с прибытием в Прибалтику датского мелиоратора И. Иохансона. Взяв в основу опыт Дании, он приступил к интенсивному осушению низинных болот для закладки на них культурных сенокосов. Расширение работ по интенсивному осушению низинных болот, применение минеральных удобрений и возделывание много-

летних трав требовали сознательного и организованного руководства работами по освоению болот. С этой целью в 1908 г. в Тарту (Юрьеве) помещиками было основано Общество поощрения культуры болот и в 1910 году в Тоома — опытная болотная станция (рисунок 1 и 2). В том же, 1910 г. был назначен заведующий опытной болотной станцией и одновременно с осушительными и геоботаническими работами началась застройка «Тоома». В 1911 г. были начаты сравнительно широкие опыты по осушению и удобрению; в Тарту была организована химическая лаборатория и библиотека. Последние были уничтожены во время войны в 1944 г.

Главнейшая задача молодой опытной станции состояла в выявлении научно-обоснованных способов целесообразного создания и использования высокопродуктивных культурных лугов на низинном болоте. Необходимо отметить, что это направление осталось в основе работы опытной станции и до сих пор.

В период первой мировой войны работа опытной станции приостановилась. В 1920 г., в условиях буржуазной Эстонии, на базе Балтийского Общества поощрения культуры болот было создано Эстляндское Общество культуры болот. Последнее возобновило деятельность опытной болотной станции «Тоома». В 1921 г. был назначен новый заведующий опытной станцией и в 1922 г. начались опытные работы. В 1923 г. оживилась работа находящейся в Тарту химической лаборатории болотной станции и пополнились библиотеки в Тарту и Тоома. В этом же году был опубликован первый ежегодник Эстляндского Общества культуры болот — «Соокультуур». Ежегодник издавался регулярно до 1940 года и отражал работу и достижения опытной станции. Результаты работы станции обобщались также листовками, специальными курсами, экскурсиями, опубликованием статей в разных журналах и т. д.

В 1928 г. при опытной станции была основана школа мелиорации и культуры болот «Тоома», просуществовавшая до 1944 года. Учащиеся, получив теоретические и практические знания на базе опытной станции, направлялись на производственную работу мастерами мелиорации.

Постепенно увеличивалась площадь опытной станции. В 1927 г. из государственного земельного фонда было арендовано 92 га низинного болота. В 1938 г. Эстляндское Общество культуры болот купило центр имения «Кярде» (рисунок 1), находящегося в непосредственной близости от опытной станции. Это создало более широкие возможности для развития дойного стада. В том же году в Ойдрема (Лихулаский район) был организован опорный пункт Тоомаской опытной болотной станции. Здесь проверялись результаты опытов в почвенно-климатических условиях западной Эстонии.

Большинство опытов в период буржуазной Эстонии было направлено на выявление подходящих травосмесей для культурных

лугов. Довольно основательно изучались также вопросы удобрения возделываемых культур на торфяных почвах. При материальных условиях опытной станции было не по силам организовать обширное исследование болот, поверхностно проводилось и изучение вопросов мелиорации.

Немецко-фашистская оккупация прервала опытные работы в Тоома на 3—4 года. В послевоенный период, благодаря помощи Народного Комиссариата земледелия Эстонской ССР, опытная работа в сравнительно короткий срок была возобновлена и поставлена на совсем новую, более широкую, основу. Перед сотрудниками опытной станции были поставлены большие задачи, всю научно-исследовательскую работу необходимо было реорганизовать согласно требованиям крупного социалистического сельского хозяйства.

Вследствие проведенного в 1949 г. землеустройства площадь опытной станции увеличилась до 1150 га (рисунок 1), в том числе минеральной почвы — 250 га. Из низинных болот освоено около 220 га.

В 1949 году в Тоома был создан Научно-исследовательский институт мелиорации и освоения осушенных земель Академии наук Эстонской ССР. Научно-исследовательская работа в институте была распределена между секторами исследования болот, мелиорации и кормодобывания. Сюда относились и химическая лаборатория, находящаяся в Таллине, и производственно-опытная группа, работающая на базе хозяйства института. Программа работы опытной группы состояла из организации опытов на болотных культурных пастбищах и выявления достоинств кормов, выращенных на болотных и минеральных почвах.

После реорганизации сети сельскохозяйственных научно-исследовательских учреждений в 1956 г. в Тоома была создана опытная база «Тоома» Научно-исследовательского института земледелия и мелиорации Министерства сельского хозяйства Эстонской ССР.

Исследовательская и опытная работа опытной базы «Тоома» построена в основном на отделе культуры болот. Этот отдел состоит из заведующего и пяти научных сотрудников. Изучаются вопросы осушения низинного болота, обработки и удобрения торфяных почв и закладки культурных сенокосов и пастбищ. В сравнительно короткий срок достигнуты крупные успехи по закладке и изучению культурных пастбищ в разведении молочного стада. Племенное молочное стадо опытной базы заняло одно из первых мест в республике. Вопросы культуры болот изучаются не только на опытных площадях базы «Тоома», но и на низинном болоте совхоза «Ойдрема», где работает один из сотрудников отдела культуры болот.

Через журналы, газеты и специальные издания научные сотрудники опытной базы «Тоома» популяризируют и внедряют в практику результаты опытов. За последние годы ими опублико-

вано свыше 70 научных и научно-популярных статей. Сюда относятся также лекции по радио, на собраниях и т. д.

Исследовательская работа неотделима от работы опытного хозяйства «Тоома»; результаты опытов проверяются в первую очередь в производственных условиях своего хозяйства. Внедрение в практику исследований по освоению болот представляет большой интерес для сельскохозяйственных работников не только Эстонии, но и братских республик. Об этом свидетельствует тот факт, что для ознакомления с этой работой опытную базу посещает ежегодно 35—45 экскурсий.

Развитие опытной базы происходит на основании рациональной сельскохозяйственной системы. Уже в настоящее время, при соотношении пахотной земли и культурных лугов 1:1, на каждом гектаре сельскохозяйственных угодий производится 2500 кормовых единиц. При хорошем осушении культурные пастбища дают в среднем 4000, а в лучших случаях 5000 кормовых единиц с га. Средний урожай сена культурных сенокосов от первого укоса 40 ц/га. Урожайность же лучших культурных сенокосов от первого укоса — 60 ц/га сухого сена.

Дальнейшее развитие опытной базы имеет в виду не столько увеличение площади пахотной земли, сколько повышение урожаев с гектара. Это, в свою очередь, дает возможность для более интенсивного развития нашей основной сельскохозяйственной отрасли — молочного скота и производства молока. Так, например, в 1959 г. на каждые 100 га сельскохозяйственных угодий приходилось 1056 ц молока. К концу семилетки эта продукция поднимается до 2000 ц. Потребность скота в кормах будет покрыта кормами культурных сенокосов и пастбищ на 80%.

Приведенные данные показывают, что низинные болота Эстонии при правильном освоении являются ценным резервом для укрепления и расширения кормовой базы животноводства.

ENDLA SOOSTIKU LOODUSLIKUD TINGIMUSED

K. VEBER,
Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi teaduslik töötaja

Eesti NSV keskosas, Pandivere kõrgustiku edelanõlval, asub Endla järv, mis alles hiljuti kuulus Eesti suuremate siseveekogude hulka. Järv ja seda ümbritsevad sood on juba ammu köitnud paljude loodusuurijate tähelepanu. Suurte rabade loodusliku omapära kõrval äratasid siin tähelepanu ka muud juhuslikud tegurid. Lähedal asuvas Piibe mõisas sündis näiteks 1792. a. üks XIX sajandi kuulsamaid loodusteadlasi K. E. Baer, kes tegi oma esimesi botaanilisi ekskursioone just Endla sooaladele. 1840. a. paiku tegi samas taimefenoloogilisi vaatlusi agronoom Baumann. Endla soodest on materjale kogunud ka tuntud botaanikud G. K. Girgensohn, A. Bruttan ja professor A. Bunge (3).

Huvist botaanika vastu tegi Kärde mõisnik V. Stackelberg rea aklimatisatsioonikatseid. Ta tõi Tooma ja Kärde ümbruse soodesse taimi, nagu mudakanarbik *(Erica tetralix)*, soomurakas *(Rubus arcticus)* ja mõõkrohi *(Cladium mariscus)*, mis varem siin ei kasvanud (13). Ka hilisemal ajal on Tooma töötajad teinud mõnede taimeliikide aklimatiseerimiskatseid.

Sookultuuri-alaste katsete korraldamiseks asutati 1910. a. Endla soostiku idaservale Tooma Sookatsejaam, millest on välja kujunenud Tooma katsebaas. Enne soo kultuuristamist tehti siin oma aja kohta põhjalikke soo stratigraafilisi, botaanilisi, agrokeemilisi ja meteoroloogilisi uurimistöid, mille tulemused avaldati vene ja saksa keeles (4, 12). Seega sai Endla soostiku idaosas asetsev Männikjärve ümbruse sooala esimesena Eestis asjatundliku uurimise osaliseks.

Pikemat aega pärast Esimest maailmasõda töötas Tooma Sookatsejaamas tuntud botaanik ja palinoloog P. W. Thomson, kes avaldas rea õietolmu analüüsil põhinevaid töid ka Endla soostiku geneesi kohta (7, 8, 9).

Kuni 1945. aastani Tooma katsejaam soid komplektselt ei uurinud. Põhiline uurimistöö oli suunatud soode põllumajanduslike kasutusviiside selgitamisele. Põhjalikum soode uurimine algas pärast nõukogude võimu taaskehtestamist Eestis. Kui algas vabariigi soode

marsruut- ja rekognoos-uurimine, sai Endla soostik Tooma Sookatsejaama asukoha tõttu üheks esimeseks uurimisobjektiks. 1947.—1948. a. uuriti Tooma soo-uurijate (G. Isotamm, J. Känd, J. Müür, A. Truu) poolt soostiku kesk- ja idaosa. Uurimist jätkati 1952. a. (N. Evert, S. Talts) ja 1957. a. (H. Kurm, K. Veber) ning see viidi lõpule 1958. a. (H. Kurm, L. Rätsep, K. Veber).

Endla soostik on üks kõige mitmekülgsemalt uuritud sooalasid Eesti NSV-s. Siin on tehtud botaanilisi (T. Lippmaa, V. Masing, A. Miljan, V. Sirgo, G. Vilbaste, A. Üksip jt.), ornitoloogilisi (M. Härms, E. Kumari, J. Lepiksaar jt.) ja entomoloogilisi (H. Kauri, V. Maavara, A. Vilbaste) uurimisi. Alates 1922. a. on Endla soostiku idaosa madalsoos tehtud statsionaarseid mikroklimaatilisi vaatlusi. 1950. a. rajati Endla soostikule Hüdrometeoroloogiateenistuse Valitsuse poolt esimene soo-hüdrometeoroloogiajaam Eesti NSV-s. Tooma Sookatsejaama ja katsebaasi töötajad on 50 aasta vältel uurinud ja kogunud hulgaliselt andmeid soomulla agrofüüsikaliste ja -keemiliste omaduste kohta, samuti hüdroloogilisi andmeid (põhjaveetaseme kõikumised, pinnase külmumine jne.). Endla soostiku uurimisel tehtud käikude (sihtide) arv ulatub kaheksakümneni, sondeerimis- ja puurimispunktide arv ligikaudu kahe tuhandeni. Tooma katsebaasi alalt soomulla füüsikaliste ja keemiliste omaduste määramiseks võetud proovide arv küünib tuhandetesse.

Peamiselt Endla soostikult kogutud materjalidel põhinevad 20 üliõpilase diplomitööd, 6 kandidaadiväitekirja ja rida teaduslikke töid.

I. Soostiku ulatusest ja liigestusest

Endla soostiku ulatuse kohta puudusid senini usaldusväärsed andmed. Esimesed teadaolevad andmed Endla soostiku suuruse kohta pärinevad H. Prechtilt (4), kes hindab selle pindala 350 ruutkilomeetrile.

Olemasolevate kaardimaterjalide (aerofotode) läbitöötamise kui ka looduses kindlaksmääratud soo piiride ja põhitüüpide andmete järgi on koostatud Endla soostiku kaart. Selle kohaselt on soostiku pikkus 27 km, laius 18 km ja pindala 245 km^2. Sellest madalsood 12 100 ha, siirdesood 2 800 ha ja raba 5 400 ha. Mineraalmaasaarte all on üle 16% ja veekogude all ligi 1% soostiku pindalast. Varem avaldatud andmed (10) soostiku leviku kohta on ligikaudsed, sest soostiku piiride lõplik täpsustamine toimus hiljem.

Moreensest reljeefist tingituna on Endla soostiku kontuurid tugevasti liigestatud, mistõttu soo piirjoone kogupikkus ulatub 250 kilomeetrini (sellest Tooma katsebaasi piires 11 km). Peale liigestatud piirjoone toovad soo ilmesse vaheldust ligi 150 soosaart. Neist enamik on väikesed — mõnehektarilise pindalaga, kuid soostiku lõunaosas leidub ka mõnesajahektarilise pindalaga soosaari.

Nendest suurimal (970 ha) asub kolhoos «Endla». Tooma katsebaasi piires on 12 soosaart.

Endla soostikus on 20 erineva suuruse ja ilmega rabamassiivi, mida lahutavad üksteisest siirde- ja madalsooalad. Soostiku eri osadele ja rabamassiividele on antud kohapeal nimetused. Tooma katsebaasile kuulub Teosaare raba ning osa Männikjärve ja Kaasikjärve rabast.

Üksikutest soo põhitüüpidest moodustab Endla soostikul madalsoo 60%, raba 26% ja siirdesoo 14%.

Administratiivselt on Endla soostik jagatud Paide, V.-Maarja, Jõgeva ja Põltsamaa rajoonide vahel. Kaks kolmandikku soostikust kuulub riigimetsa fondi.

II. Pinnaehitus

Endla soostiku aluspõhja moodustavad raikküla (G_3) lademe lubjakivid ja dolomiidid. Aluspõhja pealispinna absoluutne kõrgus on 72—74 m üle merepinna. Üksikutel juhtudel tõuseb see 80 m või langeb 65 m piiridesse.

Pinnakatte moodustavad soostiku ümbruses põhimoreensed ja oos-kuhjatised. Põhimoreen koosneb üldiselt tugeva räha lisandiga kollakaspruunist kruusakast karbonaatsest liivsavist. Põhimoreenialadel esineb rändrahne ja paiguti ka kivikülve.

Soostiku ümbrus on pinnamoelt lainjas tasandik üldise langusega kirdest edelasse. Positiivsete pinnavormide — kühmude, künniste või seljakute — relatiivne kõrgus ei ulatu tavaliselt üle 10 m. Soostikust ida ja kagu pool on maastik voorjas, kusjuures kagus on voored suuremad kui idas.

Üksikasjalisemaid andmeid Endla soostiku ja selle ümbruse aluspõhjast ning pinnakattest on avaldatud varem (10), seepärast peatume allpool ainult mõningatel täiendavatel andmetel soostiku kohta üldse, eriti aga Tooma katsebaasi piiridesse jäävalt alalt.

Pinnakatet moodustavatest setetest on soostiku ümbruses esikohal liustikulised ja jää sulavete setted, kusjuures esimesed on enam levinud soo lõunaservas, viimased põhja- ja idaservas. Soostiku lõunaserva piirav pinnakate koosneb suhteliselt õhukesest (kuni 1,5 m paksusest) põhimoreenist, moodustades lainja põhimoreentasandiku.

Oosid koosnevad jää sulavete liivadest ja kruusadest. Üks oosidest läbib soo lõuna-, teine põhjaosa ning palistab idaserva ja kulgeb Vägevalt alates väljaspool soostiku piiri viimasega rööbiti lõuna poole. Nagu nähtub soostiku kaardilt, esineb lõunapoolne oos katkendliku seljakute reana, mis soostiku läänepoolses osas, Kauru ja Tapiku raba naabruses, on orienteeritud läänеida, soostiku idapoolses osas loode-kagu suunas. Soostiku põhjaosa

läbiv oos katkeb ainult kahes kohas — Piibe jõe kohal ja sellest mõni kilomeeter kagu pool.

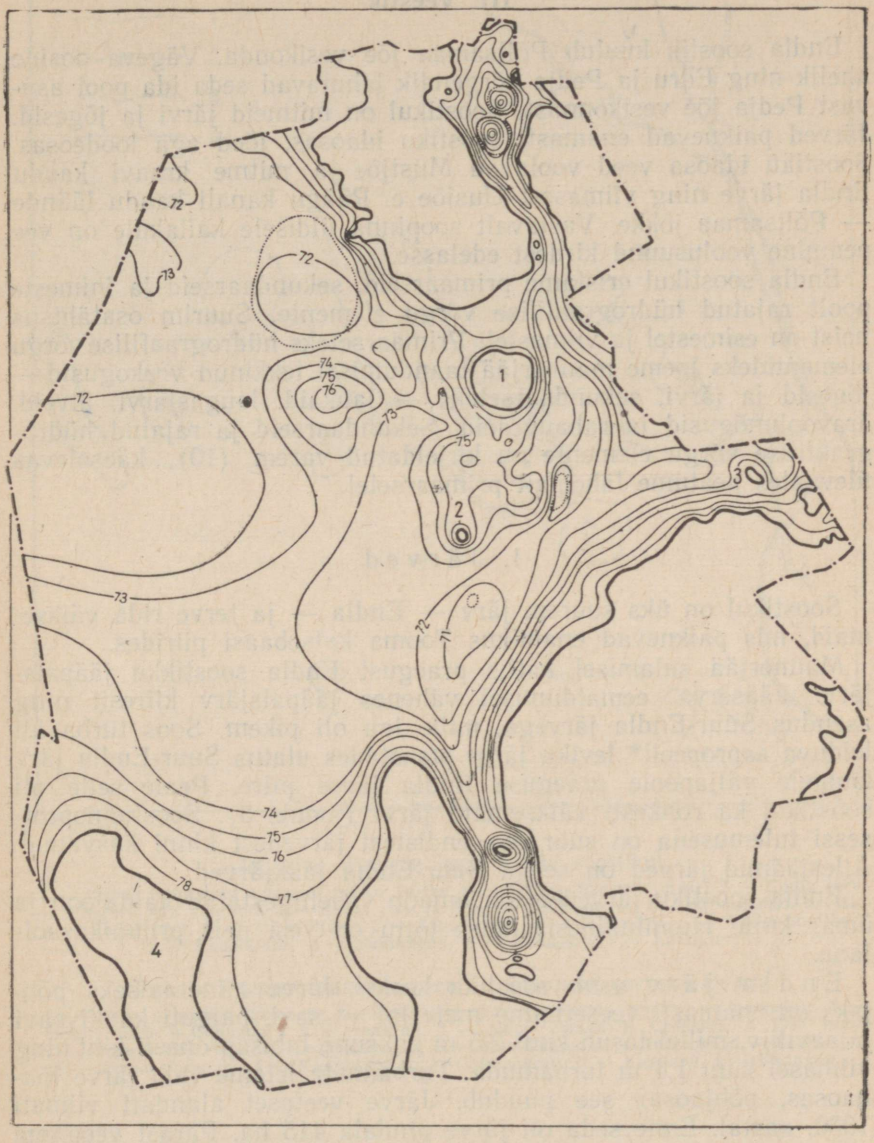
Tooma katsebaasi kaguserval asuv peamiselt kruusast koosnev Kärde mägi on soostiku lähema ümbruse silmapaistvamaid pinnavorme. Selle idapoolsele jalamile ulatub Vägevalt lõunasse suunduv oos, mis Kärdest lõuna pool, Vaimastvere kohal, muutub lamedaks, kuid Kuristal on oos jälle selgeilmeline. Sama oos-süsteem jätkub veelgi lõuna pool, ristab Jõgeva-Põltsamaa maanteed, ent asendub seejärel Siimusti mõhnastikuga. Kirjeldatud oosid tekkisid viimasel jääajal, kuid Kärde mäe koostisse kuuluvad kruusad on pärit arvatavasti eelviimasest jäästumisest.

Soostiku ümbruses ja soosaartel levivad peamiselt leostunud ja leetunud kamar-karbonaat- ja küllastunud kamar-gleimullad.

Tooma katsebaasi kasutada oleva ala mullastikus on rõhuv ülekaal (75%) soomuldadel. Mineraalmullad levivad soosse ulatuvatel poolsaartel ja soosaartel. Põhjapoolne soosse lõuna suunas ulatuv poolsaar — Tooma — koosneb kolmest kühmust, mis ulatuvad kuni 12 m soo pinnast kõrgemale. Eelmistega samal joonel asub veel neljas kühm —Sütesaar. See on eelmiste kühmudega seotud lameda, turba alla mattunud künnise kaudu (joonis 2). H. Precht (4) peab neid kõiki ühtseks voorjaks moodustiseks. Hilisemate andmete kohaselt jätkub künnis Sütesaarest lõuna poolegi ning lõpeb Haaviksaarega, et kaugemal lõuna pool (Veldingsoo idaserval) jätkuda suurema, soopinnast kuni 4 m kõrgemale tõusva kruusast koosneva künnisena.

Kühmud koosnevad rähksest põhimoreenist, mille paksus võib ulatuda 25 meetrini (sellise sügavuseni ulatub endise Tooma Sookultuuri ja Maaparanduse Kooli kaev), Männikjärve äärde välja ulatuv maasäär koosneb aga liivast. Linajärvest ida- ja kagupoolne ala (Tagametsa ümbrus) kujutab endast loode-kagu suunalist ülekaalukalt liivadest ja kruusadest koosnevat poolteise kilomeetri pikkust künnist, mis tekkis nähtavasti samaaegselt Vägevalt lõunasse suunduva ooside ahelikuga. Künnist piirab lõuna poolt üks itta suunduv soostiku sopp. Viimases leiduvad soosaared koosnevad samuti glatsifluviaalsest veerisest ja kruusast. Läänepoolset neist saartest (Rebassaar) kasutati 1959. a. suvel maantee ehituseks, mistõttu sellest on säilinud vaid väike osa. Lõuna poole, katsebaasi keskuse — Kärde — suunas, levib veel piiratud ulatusel kruusadest koosnev pinnakate. Peagi asendub see suhteliselt õhukese põhimoreeniga, mis katab Kärde mäge (10).

Katsebaasi ülejäänud mineraalmaa ja teised soosaared koosnevad karbonaatsest põhimoreenist. Tooma katsebaasi piirides tõuseb maapind 77,5—111,5 m kõrgusele üle merepinna, kuid katsebaasist 8 km kirdes asub Põhja-Eesti kõrgustiku kõrgeim tipp — Emumägi, mille absoluutne kõrgus on 166 m.



Joonis 2. Soo põhja reljeef Tooma katsebaasi piires.
1 — Sütesaar, 2 — Haaviksaar, 3 — Rebassaar, 4 — Saare.

Рис. 2. Рельеф минерального грунта болота в границах опытной базы «Тооома».
Минеральные острова: 1 — Сютесаар, 2 — Хаавиксаар, 3 — Ребассаар, 4 — Сааре.

III. Veestik

Endla soostik kuulub Põltsamaa jõe vesikonda. Vägeva ooside ahelik ning Edru ja Pedja kõrgendik lahutavad seda ida pool asuvast Pedja jõe vesikonnast. Soostikul on mitmeid järvi ja jõgesid. Järved paiknevad enamasti soostiku idaosas, jõed aga loodeosas. Soostiku idaosa veed voolavad Mustjõe ja mitme kraavi kaudu Endla järve ning viimasest Uusjõe e. Rääga kanali kaudu läände — Põltsamaa jõkke. Vastavalt soopinna üldisele kallakule on vee peamine voolusuund kirdest edelasse.

Endla soostikul eristame primaarseid, sekundaarseid ja inimeste poolt rajatud hüdrograafilise võrgu elemente. Suurim osatähtsus neist on esimestel ja viimastel. Primaarseteks hüdrograafilise võrgu elementideks loeme mannerjää taandumisel tekkinud veekogusid — jõgesid ja järvi, sekundaarseteks — laukaid, laugasjärvi, älveid, äravoolunõgusid ja rabauurdeid. Sekundaarseid ja rajatud hüdrograafilise võrgu elemente on kirjeldatud varem (10), käesolevas ülevaates peatume lähemalt primaarsetel.

1. Järved

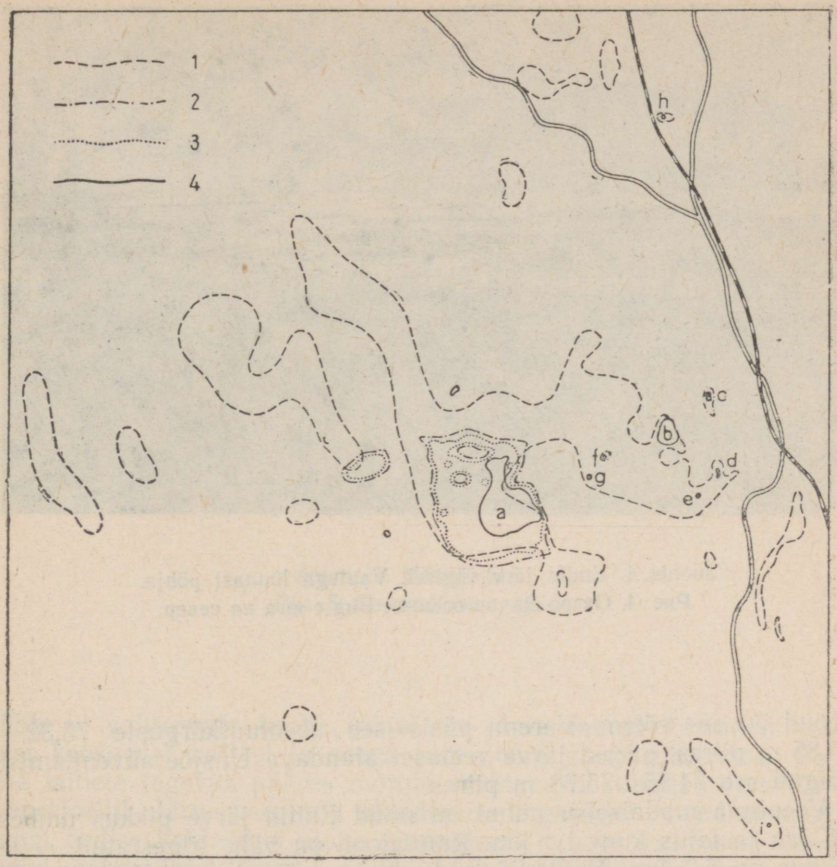
Soostikul on üks suurem järv — Endla — ja terve rida väiksemaid, mis paiknevad enamikus Tooma katsebaasi piirides.

Mannerjää sulamisel kattis praegust Endla soostikku jääpaisjärv. Jääserva eemaldumisel vähenes jääpaisjärv kiiresti ning asendus Suur-Endla järvega, mille iga oli pikem. Soos turba all leiduva sapropeeli* leviku järgi otsustades ulatus Suur-Endla järv kaugele väljapoole praeguse Endla järve piire. Peale selle oli soostikul ka rohkesti väiksemaid järvi (joonis 3). Soostumisprotsessi tulemusena on suur osa endistest järvedest kinni kasvanud. Allesjäänud järved on seega Suur-Endla jääkjärved.

Endla soostiku järvedele on omane väheliigestatud kaldajoon ja ümar kuju. Humiinainesisalduse tõttu on vesi neis pruunikaskollane.

Endla järv asub soostiku keskel. Järve mineraalseks põhjaks on enamasti veesetteline materjal — savi, paiguti ka liivsavi ja saviliiv, millel lasub kuni 2,5 m paksune lubisapropeeli kiht ning viimasel kuni 1,4 m turbamuda. Turbamuda leiame vaid järve lõunaosas, põhjaosas see puudub. Järve veetaset alandati viimati 1950. aastal. Enne seda oli järve pindala 415 ha. Pärast veepinna alandamist vähenes järve suvine pindala 70% võrra ja veetase alanes 0,8 m. Seetõttu kadus vesi järve saarte (arvult 6) ümbert ja need liitusid kallastega. Kevaditi pärast lume sulamist ja sügiseti

* Sapropeelikihi paksus Endla soostikul ulatub mõnest sentimeetrist 6,2 meetrini (Kemba soos). Sapropeelidel lasub tavaliselt 2—4 m paksune turbakate, seega võib soo üldsügavus ulatuda 10 meetrini.



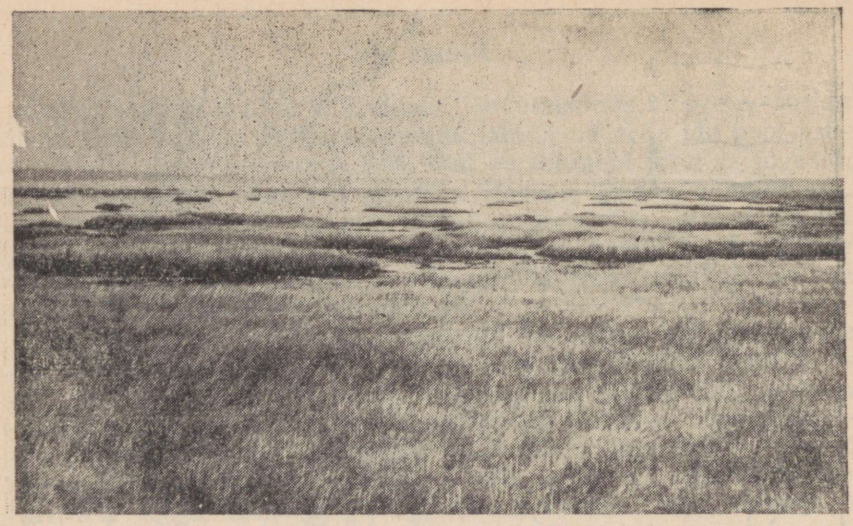
Joonis 3. Järvede levik Endla soostikul.

1 — järved holotseeni esimesel poolel (turba all leviva sapropeeli järgi), 2 — Endla järv ja Sinijärv XIX sajandil, 3 — Endla järv ja Sinijärv 1950. aastal, 4 — järved 1960. aastal: a — Endla järv, b — Männikjärv, c — Linajärved, d — Kõrtsjärv, e — Väike-Linajärv, f — Kaasikjärv, g — Sinilaugas, h — Kaanjärv, i — Kaanjärv.

Рис. 3. Распространение озер на болотной системе Эндла.

1 — озера в первой половине голоцена (по подстилающему торфу сапропелю), 2 — озеро Эндла и Синиярв в XIX столетии, 3 — озеро Эндла и Синиярв в 1950 году, 4 — озера в 1960 году: a — озеро Эндла, b — Мянникярв, c — Линаярв, d — Кыртсярв, e — Вяйке-Линаярв, f — Каазикярв, g — Синилаугас, h — Каанярв, i — Каанярв.

suuremate sadude järel laieneb järve veepind vahetevahel peaaegu endiste piirideni, kuid taganeb seejärel võrdlemisi kiiresti. Suvel on veeseis järves aga niivõrd madal, et endist järve põhja, mis kujutab endast õõtsmikku, võib paiguti kasutada heinamaana. Veetaseme alanemisega suurenes Endla järve veepinna kõikumiste amp-



Joonis 4. Endla järv sügisel. Vaatega lõunast põhja.
Рис. 4. Озеро Эндла осенью. Вид с юга на север.

lituud 70 sm võrra. Varem püsis see absoluutkõrguste 75,32—75,85 m piires, pärast järve veetaset alandava Uusjõe süvendamist kõigub see 74,55—75,78 m piires.

Veepinna madalseisu puhul on nüüd Endla järve pikkus umbes 1,7 km ja laius kuni 1,4 km. Rannajoon on vähe liigestatud, selle pikkus on 5,7 km. Endla järve keskmine sügavus E. Rosenbuschi andmetel* 1951. a. suvel oli 1,6 m, suurim sügavus 2,4 m. Järve põhi on tasane ja see on kaetud mudaga, ainult idakaldal ulatub järve mineraalküngas, millel asub umbes 2 m läbimõõduga rändrahn (muistendi järgi tuntud «Juta kivi»). Järve põhi on siin kruusane ja kivine.

Endla on läbivoolujärv — ta on eelvooluks soostiku idaosa kuivendussüsteemidele. Järve voolavad Mustjõgi, Endlaküla peakraav, Koiduküla peakraav ning mõned väiksemad kraavid. Väljavooluks on endisele järve põhjale kujunenud oja, mis ühendab järve Uusjõe e. Räägu kanaliga.

Praegune Endla järv on kunagise Suur-Endla kõige suurem jääkjärv, mis aegade jooksul kinnikasvamise tagajärjel pidevalt väheneb. Endla järve kaldajoon on seega olnud pidevalt regressiivne, välja arvatud idakallas, millel on näha hiljutisi transgressiooni-

* E. Rosenbusch, «Endla sooala hüdrograafia.» Diplomitöö, 1953. Käsikiri TRÜ geograafia kateedris.

Joonis 5. Männikjärv.
Рис. 5. Озеро Мянникярв.

nähte — valitsevate tuulte mõjul on järve lained lõhkunud turbast koosnevat kallast ja seega rannajoont edasi nihutanud. Selline lainete tegevus pääses mõjule arvatavasti subatlantilisel kliimaperioodil. Järve veepinna alandamise tagajärjel lained peaaegu enam endise kaldani ei ulatu. Kunagisest lainete tegevusest kõnelevad mahajäänud kännud, mida leidub nimetatud piirkonnas üsna rohkesti.

Männikjärv asub soostiku idaserval. Põhjast ja läänest piirab seda raba, lõunast ja idast madalsoo. Järve pindala on 19,5 ha ning vaba vee sügavus kuni 3 m. Järve ja selle ümbruse stratigraafiline uurimine toimus vahetult pärast Tooma Sookatsejaama asutamist (12). Nende andmete järgi katab järve põhja kuni 2 m paksune limuste kodasid sisaldav lubisapropeeli kiht, millel omakorda lasub 1—2 m turbamuda. Mõni aeg hiljem uuriti järve õietolmu analüüsi meetodil (8).

Männikjärve piirab lääne poolt raba, mille tekkimine algas subboreaalsel kliimaperioodil (10). Kiire arengu tõttu hakkas raba Männikjärvele läänest peale tungima, mistõttu veetase järves tõusis. Seda soodustas omakorda ka järgnev subatlantiline niiskem kliima, mis põhjustas kõigis järvedes veetaseme tõusu. Männikjärv laienes madalsoo arvel ida poole. Selle tõendiks on järve idaosas 1,5 m sügavusel vee all esinev 1,5—3 m paksune turbakiht.

Kaasajal järvel sisse- ega väljavoolu ei ole. Järve veevarusid

täiendavad järve põhjakaldas asuvad allikad ja kõrval oleva raba veed.

Varematel aegadel oli Männikjärv kraavi kaudu ühenduses kõrgemal asetseva Linajärvega. Suurtarnade tihedamat levikut kraavisuudme lähedal seletab H. Precht (4) Linajärvest sisse voolava lämmastikurikkama veega.

Männikjärves esinev taimestik ei ole eriti liikiderohke. Kalda läheduses levivad *Carex stricta* ja *C. inflata, Typha latifolia,* sügavamal vees esinevad *Phragmites communis, Equisetum limosum, Nuphar luteum, Stratiotes aloides, Potamogeton natans* ja *P. perfoliatus*. Peale selle leidub järves mõningaid mändvetikate liike.

Valitsevatest läänetuultest põhjustatud lainetus abradeerib järve idakallast, mistõttu selle rannajoon on sopiline. Tuulealusel läänekaldal toimub aga järve soostumine ja kinnikasvamine. Esineb kuni 10 m laiune õõtskamar. Järvest lõuna pool tehtud kuivendustööd alandasid järve pinda, mis omakorda kutsus esile loodekalda piirkonnas raba murdumisnähtusi (4). Käesoleval ajal on Männikjärve veepinna kõrgus ligikaudu 76,9 m üle merepinna.

Männikjärve lähedal asuvasse madalsoosse rajati Toomal esimesed katsed. Katsete rajamise eel kaevati peakraav piki Männikjärve ida- ja lõunakallast kuni Mustjõeni. Et Männikjärvest vett kraavi ei lastud, siis veepinna kõrgus järves palju ei muutunud.

Soo kuivendamine kutsub esile soopinna vajumise. Olemasolevate nivellimisandmete kohaselt on madalsoo Männikjärve ümbruses 40 aasta jooksul kuni 1 m võrra vajunud, kusjuures järve veepind asub ainult 30—40 sm madalamal kui 1910. aastal. Seetõttu osa Männikjärve lähedal levivast madalsoost (Kaasikjärve heinamaa) asetseb praegusest järve pinnast 0,3 m allpool.

Linajärved asuvad soostiku idasopis Toomal ning moodustavad 15 m pikkuse kraaviga ühendatud kaksikjärve. Lõunapoolne järv (pindala 2,57 ha) on põhjapoolsest suurem (pindala 1,39 ha). Mõlemad järved on vaatamata väikesele pindalale võrdlemisi sügavad. 1952. a. uuriti Linajärvede sügavust, mille järgi põhjapoolses järves veesügavus ulatub kuni 7 m ja lõunapoolses järves kuni 11,5 m. Järvede sügavus mineraalse põhjani on veelgi suurem. Järve mineraalseks põhjaks on põhimoreen. Seda katab umbes 6,5 m paksune settesavi ja järvemuda kiht. Seega võib põhjapoolse järve sügavus küündida 13—14 m, lõunapoolse oma aga isegi 18 m piiridesse.

Linajärved on süvendjärved, mis asuvad ülempleistotseeni ajastikul välja kujunenud ning holotseeni vältel järve- ja soosetetega (turbaga) täitunud oru sügavates lohkudes (joonis 2). Org algab Linajärvedest, kulgeb lõuna suunas Kõrtsjärve ja Väike-Linajärve kaudu Kärde nõkku ning lõpeb süvendiga, milles samuti leidus pärastjääaegne järv, mis nüüd on juba sooks muutunud.

Põhjapoolsesse Linajärve suubub kirdest kraav, mis täiendab järve veevarusid kirde pool asuvatelt soostunud aladelt koguneva

veega. Peale selle leidub järvedes allikaid, mida tõendavad «külmad kohad» järve vees suvel, talvel aga samades kohtades jäässe sulanud augud. Tegemist on järve põhjas esinevate tõusuallikatega, mis nähtavasti on aluspõhjalise päritoluga, sest vee kaltsiumisisaldus on kõrgem kui Männikjärves (tabel 1).

Linajärve veepinna esmakordne alandamine toimus kraavi kaudu, mis ühendas Linajärve Männikjärvega. 1910. a. loodimisandmetel selgus, et Linajärve ja Männikjärve vahelisel alal esinev künnis tõuseb ainult 30 sm võrra kõrgemale Linajärve lõunakalda ümbruse soost. Linajärvest lõuna poole ei olnud aga märgata mingeid vee äravoolu jälgi, mistõttu H. Precht (4) arvas, et esialgne looduslik äravool Linajärvest toimus läände — Männikjärve. Kraav Linajärvest lõunasse kaevati alles hiljem.

Linajärved on eraldatud teineteisest kitsa, holotseeni teisel poolel tekkinud sooribaga. Selle all 5 m sügavusel asub kruusakünnis, mis põhjustaski järvede eraldumise. Sooriba koosneb 1,5 m paksusest turbakihist, mille lamamiks on 2,5 m turbamuda ning viimase all 1 m paksune kiht savisapropeeli. Sapropeeli leidub turba all ka järvedest lõuna poole kuni Tooma sissesõiduteeni, mis on tõendiks järve pärastjääaegsest laialdasemast levikust. Järve põhja katvat sapropeeli uuris palinoloogiliselt P. Thomson (9). Järve ümber paikneva sooala kuivendamine ja kultuuristamine on põhjustanud järve ja soopinna kõrguse vähenemise. 1910. a. oli Linajärve veepind 2,4 m, 1924. a. — 1,9 m ja 1948. a. — 1,6 m võrra kõrgemal Männikjärve veepinnast. Nende järvede nivoo vahe on vähenenud 0,8 m võrra, kusjuures Linajärve pind on alanenud 1,2 m ja Männikjärve pind 0,4 m võrra. Linajärvede soostumine on kiirenenud kaldataimestiku pealetungi tõttu. Ohtralt esinevad järveäärsel õõtskamaral *Dryopteris thelypteris, Menyanthes trifoliata, Calla palustris, Equisetum limosum, Comarum palustre.* Kaldalähedases vees on sagedamad *Carex stricta, C. inflata, C. pseudocyperus.* Kaugemal vees levivad *Nymphaea candida, Nuphar luteum, Stratiotes aloides, Typha latifolia, Potamogeton alpinus* ja sammaldest *Fontinalis antipyretica. Phragmites communis* levib peamiselt lõunapoolse järve lõunakalda, *Scirpus lacustris* — põhjakalda läheduses. Kaldalähedasel veepinnal esineb varjatud kohtades *Lemna minor.*

Kõrtsjärv on soostikus idapoolseim. Pindala 2 ha. Selle põhja katab paks mudakiht, mistõttu vee sügavus ulatub ainult 2 meetrini. Järv asetseb 1,5 m võrra madalamal Linajärvest (77 m kõrgusel üle merepinna). Lähem ümbrus asub veidi kõrgemal järve kaldast.

Sellised tingimused võimaldasid Kõrtsjärvest lääne poole rajada Nõukogude Liidus ainulaadse katse taimede niiskusetarbe selgitamiseks. See on tuntud veeolude reguleerimise katse nime all. Katse lähem kirjeldus on avaldatud käesolevas kogumikus I. Eiseni artiklis «Kuivenduse intensiivsuse mõju turvasmullale ja taimekasvule».

Kõrtsjärvest välja voolavale kraavile ehitati pais ning tõsteti seega järve veepinda kuni 1,25 m võrra. Järve pindala suurenes selle tagajärjel tunduvalt, veetaimestik levis endisele maismaale, seal varem kasvanud puud ja põõsad aga hävinesid.

Pärast kolm aastat kestnud katse lõpetamist võis järve kaldapiirkonnas märgata vastupidist nähet: vee alt vabanenud alal algab paju *(Salix rosmarinifolia)* ja madalkase põõsaste *(Betula humilis)* kiire kasv, kuna mõned veetaimed *(Typha latifolia)* püsisid veel mõne aja kuival, kuni lõpuks hävinesid. Käesoleval ajal toimub Kõrtsjärve kiire kinnikasvamine. Järves esineb tihedalt *Stratiotes aloides* kogumikke, millele lisanduvad *Typha latifolia, Scirpus lacustris* ja *Nuphar luteum. Carex stricta* ja *C. inflata, Menyanthes trifoliata* jt. on vallutanud kaldalähedased alad, mistõttu lahtist vett on võrdlemisi vähe järele jäänud.

Väike-Linajärv ehk Akenjärv asub Kärde-Tooma tee ääres. See on ümmarguse kujuga, kinnikasvav, umbes poolehektarilise pindalaga soojärv, mille sügavus ulatub kuni 10 meetrini. Järve kaldalähedases vees sagedamini esinevatest taimeliikidest võib märkida *Typha latifolia, Nuphar luteum, Potamogeton Friesii* ning üksikute *Lemnaceae* liikide esinemist. Kalda õõtskamaral esineb *Dryopteris thelypteris*'t ning mõningaid tarna liike.

Kaasikjärv on raba piiril asuv soojärv (Männikjärve ja Endla järve vahemikus), mis käesolevaks ajaks on juba peaaegu kinni kasvanud. Lahtist veepinda on näha vaid endise järve lõunaosas mõnesajal ruutmeetril. Kinnikasvanud järve põhjaosa on rohusooks muutuv õõtsmik, kus rohurinde moodustavad peamiselt lõikheinalised. Puurinne peaaegu puudub. Leidub üksikuid pilliroogumikke. Endise järve keskosas kasvab tihe roostik. Märjemates kohtades esineb *Typha latifolia,* millele vees lisandub *Nyphar luteum.* Kaasikjärve kinnikasvamist soodustas möödunud sajandi algul kaevatud kraav, mis ühendas Kärde nõgu Kõrtsjärve ja Kaasikjärve kaudu Mustjõega.

Tulijärv asub Endla järvest 2 km kirde pool. Järve pindala on umbes 2 ha. Tulijärve kaldad on madalad, soised ja kinnikasvavad. Järve idaosast algab Endla järve voolav Mustjõgi.

Kaanjärv, põhjapoolseim Endla soostiku järvedest, asub soostiku idaserval, raudteest ida pool. Järve pindala on ligikaudu 0,5 ha.

Teine samanimeline järv asub soostiku lõunaosas Vaimastvere lähedal. Kaasajal on see juba peaaegu kinni kasvanud, nii et lahtist vett on üsna vähe näha.

Sinilaugas on Kaasikjärve rabas asuv järv pindalaga 2 ha ja vee sügavusega 3,5 m. Põhjas on 2 m turbamulda, mille all 0,5 m lubisapropeeli. Mineraalseks põhjaks on savi.

Endla soostiku järvede fauna on lähemalt uurimata. Selgroogseist on suurima tähtsusega kalad. Levinumad on koger e. karus *(Carassius carassius),* linask *(Tinca tinca),* ahven *(Perca fluviatilis),* haug *(Esox lucius),* särg *(Leuciscus rutilus)* ja kiisk *(Ace-*

rina cernua). Kahepaikseist esineb Männikjärves veekonn *(Rana esculenta)*. Imetajatest võib järvedes kohata mügrit e. vesirotti *(Avicola terrestris)* ja biisamrotti e. ondatrat *(Ondatra zibethica)*. Selgrootutest esinevad Linajärves järvekarp (*Anodonta* sp.) ja jõevähk *(Astacus fluviatilis)*. Sinilaukas kõik nimetatud liigid puuduvad.

1959. a. sügisel toodi Männikjärve ja Linajärve hõbekoger *(Carassius auratus gibelio)*.

2. Jõed

Jõgesid leidub soostiku põhja- ja loodeosas. Siit vooľavad läbi Piibe ja Preedi* jõgi, mis lääne pool ühinedes moodustavad Põltsamaa jõe. Loodest suubub viimasesse veel Norra-Oostriku jõgi. Piibe jõgi on Uusjõe algusega (ja varemalt ka Endla järvega) ühenduses Nava jõe kaudu. Tulijärvest Endla järve voolab Mustjõgi.

P r e e d i jõgi saab alguse väikesest järvest Väike-Maarja rajoonis. Enne Endla soostikule voolamist läbib jõgi Väinjärve soo. Soostiku piires on jõgi süvendatud.

P i i b e jõgi algab Väike-Maarjast lääne pool. Jõe pikkus on 47 km. Soostiku piiridesse voolab jõgi Rakke lähedal ja on süvendatud kuni Nava jõeni.

N a v a jõgi. Kuni Uusjõe kaevamiseni 1871. a. oli Endla järvest algav Nava jõgi Piibe jõe vasakpoolseks lisajõeks. Seejärel muutus veevool kahesuunaliseks: kui järves oli veetase kõrge, voolas Nava jõe kaudu vett Piibe jõkke, madalama veeseisu puhul aga hargnes Piibe jõgi ning osa selle veest voolas Endla järve. Viimane voolusuund jäi püsivaks pärast Uusjõe viimast süvendamist 1950. a., millal süvendati ka Nava jõgi. Jõe veed aga Endla järve enam ei jõua, vaid voolavad vahetult Uusjõkke. Nava jõe pikkus on 2 km.

M u s t j õ g i suubub Endla järve kirdest ja toob vett Tulijärvest ning ümberkaudsetelt soomassiividelt. Jõe pikkus on 2,3 km. Jõgi on madala, keskmiselt 5 m laiuse sängiga ja mudase põhjaga. Vool on aeglane.

N o r r a - O o s t r i k u jõgi, mis algab samanimelistest allikatest soostiku loodeserval, on Põltsamaa jõe parempoolseks lisajõeks. Peale nimetatu suubuvad soostiku piires Põltsamaa jõkke veel Haava oja põhja poolt ja Tapiku oja lõuna poolt.

P õ l t s a m a a jõgi koondab endasse kõigi eelnimetatud jõgede veed. Soostiku piiril on jõe laius ligikaudu 15 m, voolukiirus 0,5 m sekundis. Varem olid jõe üleujutused sagedased, kuid pärast mõne aasta eest teostatud jõe süvendamist tuleb ta harva üle kallaste. Jõe põhjas paljandub kohati aluspõhi.

---

* Nimetatakse kohapeal ka Vardja jõeks.

	Veeproovi võtmise koht	pH	HCO_3' mg/l	Cl' mg/l	SO_4'' mg/l	Ca" mg/l	Mg" mg/l	K'+Na' mg/l
Kaevud	Kaev pinnakattes Toomal		332,0	24,0	25,7	69,5	29,5	17,5
	,, ,, Vaimastveres	6,86				42		
	,, aluspõhjas Tapikul	7,30				97		
	,, ,, Endla külas	7,25				88		
Järved	Endla järv 0,7 m sügavusel	8,18	216,6					
	Endla järv 2,0 m sügavusel	8,18	213,6					
	Männikjärv	7,49				20		
	Linajärv (lõunapoolne)	7,47				56		
	Linajärv (põhjapoolne)	7,47				63		
	Kõrtsjärv	7,2				60,6		
	Sinilaugas	4,0—4,9				6,2		
Allikad	Kärde allikas	7,77				75		
	Allikas Kemba soos	7,00				73		
	Allikas Rakke lähedal	7,35				96		
	Allikas Lahu külas	7,35				80		
Vooluveed	Piibe jõgi	6,97				76		
	Põltsamaa jõgi	7,70				51		
	Tapiku oja	6,57				12		
	Kraav soostiku põhjaosas	7,21				72		
	Mustjõe magistraalkraav:							
	19.II 51. a.	7,55	332,5	1,8	4,7	82,8	18,1	0
	13.IV 51. a.	6,95	44,5	0,8	4,8	11,8	3,4	0
	17.IV 51. a.	6,95	62,2	0,8	5,8	17,4	3,8	0
	26.VI 51. a.	7,60	348,9	2,1	1,6	89,2	17,3	0
	25.X 51. a.	7,50	357,5	2,1	4,5	88,9	18,2	1,8
	20.XII 51. a.	6,25	239,8	2,1	6,5	65,5	10,3	0,3

Tabel 1

vete keemilisi omadusi

O_2 mg/l	CO_2 mg/l	$Fe^{..} + Fe^{...}$ mg/l	SiO_2 mg/l	Üldkalkus	Karbonaatne kalkus	Permanganaatne hapendumine mg/l	Kuivjääk mg/l	Vee t°	Analüüsi läbiviija
				16,5	15,2				TA Geoloogia Instituut
						47,0	195		H. Niine
						47,0	274		,,
						10,0	360		,,
9,6	5,4	0,20	2,4		12,5	12,15	104	15,8	H. Simm
10,5	5,1	0,24	3,4			12,15	104	14,9	,,
						63,0	30		H. Niine
						95,0	160		,,
						95,0	230		,,
						23—30			H. Simm
						20—37			,,
						85,6	912	7,5	H. Niine
						220,0	230		,,
						8,0	325		,,
						15,7	230		,,
						31,6	290		,,
						31,6	200		,,
						141,0			,,
						31,0	220		,,
				15,8	1,43	14,4		1,9	Hüdrometeoroloogilise Teenistuse Valitsus
9,55	10,6			2,44	—	16,6		1,3	
8,34	12,8			3,31	1,43	21,9		1,9	
4,57	23,3			16,5	1,51	14,1		15,5	
7,31	19,5			16,7	1,46	14,0		5,5	
8,15	28,4			11,6	1,60	13,3		3,2	

Allikaid leidub soostiku loode-, põhja- ja idaserval ning neil on tähtis koht soo toitumuse seisukohalt. Mõningaid allikaid on kasutatud ka veevarustuse otstarbel, näit. Kärdes. Koiduküla peakraavi süvendamine 1959. aastal põhjustas Kärde nõo allikate kuivaks jäämise ning uute allikate tekkimise endisest asukohast 1 km lääne pool. Põhjaveetase on Endla soostiku ümbruse kaevudes 0,7—25 m sügavusel maapinnalt. Kõige sagedamini on põhjaveetase 1—4 m sügavusel. Survelist põhjavett esineb Kärdes.

Endla soostiku vete keemilisi omadusi on uuritud erinevate asutuste poolt mitmesugustelt lähtekohtadelt ja erineva metoodika järgi, mistõttu analüüsi andmed pole kõikjal kõrvutatavad (määratud komponentide hulk on erinev). Olemasolevad andmed on koondatud tabelisse 1. Andmetest nähtub, et kaltsiumisisaldus on suurim kaevu- ja allikavees, kusjuures permanganaatne hapendumine ja kuivjääk on väga kõikuv. Tabeli lõpuosas on esitatud andmed Mustjõe magistraalkraavi Tulijärve mõõduposti juurest 6 korda erinevatel aegadel võetud veeproovidest 1951. aastal. Vee keemilises koostises esineb suuri kõikumisi, mida põhjustavad peamiselt klimaatilised tegurid ja aastaaegade vaheldus ning sellega kaasnev sademetehulga muutus.

Endla soostiku ja selle ümbruse põhjavete päritolu on seotav Põhja-Eesti kõrgustikuga. Tuleb arvestada nii aluspõhja- kui ka pinnakattevee olemasolu. Allikalise aluspõhjavee sünnikohaks on arvatavasti põhjapoolsed Järva-Jaani, Võhmuta ja Tamsalu ümbruse kõrgendikud. Kõrgendikel esinevad sagedasti karstilehtrid — nn. kurisud, kuhu kaovad kevadised lume sulaveed. Sattunud aluspõhja lubjakividesse, «rändab» vesi pragusid ja õõnsusi mööda edasi, kuni pääseb uuesti päevavalgele allikate näol. Endla soostiku allikatest on sellelaadsed Norra, Oostriku ja Kärde allikad.

Mineraalainete poolest rikaste vete mõjupiirkonnas levivad madalsoo nõudlikumad taimeliigid (*Schoenus ferrugineus, Molinia coerulea, Carex flava, C. hostiana* jt.).

Pinnakatteveed pärinevad soostiku lähema ümbruse kõrgendikelt. Läbides karbonaatset põhimoreeni ja kruusasid, muutuvad nad mineraalainetest rikkaks.

Endla soostiku madalsood toituvad peamiselt pinnakattest pärinevast põhjaveest. Pinnavete (pealevalguvate vete) osatähtsus piirdub vaid soostiku äärealadega ja orgudes kujunenud soo-osadega, nagu näiteks Kemba soo lõunaosa ja Piibe (Lahu) soo idaosa. Tooma katsebaasile kuuluvatest sooaladest toitub enamik põhjaveega. Sellisteks on Linajärve ümbrus ning Männikjärvest ida pool asuv sooala. Rabalähedastel aladel, samuti Kõrtsjärvest ida- ja lõunapoolsel piiratud alal esineb põhjavee ja sademetevee segatoitumine. Põhjaveega toitumine on siin nõrgenenud, mineraalaineterikkad veed ei ulatu enam pinnani, mistõttu neil aladel levib siirdesoo: esineb üksikuid sademeteveest toituvaid taimeliike, nagu rabasamblad, samuti sookail (*Ledum palustre*) ja tuppvillpea (*Eriophorum vaginatum*). Katsebaasi lõunaosas asuv madalsoo on

mineraalainete poolest rikka survelise põhjavee piirkonnas. Selle eelise tõttu on enamik sellest alast juba kultuuristatud.

Rabad, mis levivad katsebaasi loode- ja lääneosas, toituvad sademeteveega.

IV. Soostiku geneesist, evolutsioonist ja stratigraafiast

Endla soostiku geneesi ja arengu uurimiseks on tehtud 7 õietolmu analüüsi. Neist viis on avaldatud varem (10, 11). Käesolevas ülevaates peatume Toodiksaare raba geneesi ja evolutsiooni ning Endla soostiku turbalasundite arengul ja ehitusel üldse.

Õietolmu analüüsi andmetel (joonis 6) algas soo tekkimine Endla soostiku veekogude läheduses asuvatel liigniisketel aladel sageli lehtsamblaturba moodustumisega preboreaalsel (IX) kliimaperioodil. Sama koostise ja vanusega on ka Männikjärve raba ja Tapiku raba alumised turbad (10, 11). Alumise lehtsamblaturba kihi paksus on ainult paarkümmend sentimeetrit. Järgnevalt lisandub sellele pilliroogu ning tekib eelmisest paksem pilliroo-lehtsamblaturba kiht, Männikjärve rabas aga tarna-lehtsamblaturvas. Teosaare, Kaasikjärve ja Linnusaare raba põhjalähedaste turbakihtidena domineerivad lodu alltüüpi madalsooturbad. Kõik Endla soostiku rabad on tekkinud madalsoole.

Kõige varem lõpeb eutroofne ja algab oligotroofne toitumine Tapiku rabas. See toimub juba boreaalsel (VII) kliimaperioodil, millal madalsooturba paksus Tapiku soos ei ulatu 1 meetrini. Toodiksaare rabas toimub see tunduvalt hiljem — alumise kuuse maksimumi (III) ajal, millal madalsoosse alumistele lehtsamblarohketele turbakihtidele on tekkinud pillirooturvast ning viimasele 1,5 m paksune tarnaturba kiht (joonis 6). Männikjärve rabas lõpeb madalsoo areng tamme-segametsade laialdase leviku ajal atlantilisel (IV—VI) kliimaperioodil. Sellised erinevused on põhjustatud nähtavasti toiteainete poolest rikaste põhjavete liikumise suunast, mis on üldjoontes põhjast lõunasse. Madalsooturba paksus Endla soostiku rabades on tavaliselt 2—3 m (0,75—3,15) piires. Madalsooturbale moodustunud siirdesooturba paksus piirdub mõnekümne sentimeetriga ning ulatub maksimaalselt poole meetrini. Siirdesooturbaist esineb kas puu-, puu-sfagnumi-, tarna-, puu-tarna-, puu-pilliroo- või tarna-sfagnumi-, erandjuhul ka siirdesoo tarna-lehtsamblaturvas. Siirdesoo lasundi olemasolu Endla soostiku uurimistöö senises käigus ei ole ilmnenud.

Subboreaalse kliimaperioodi lõpul tekkinud enamlagundunud turbakiht Endla soostiku rabades ei ole alati märgatav. Linnusaare rabas asub see näiteks 2,8 m sügavusel, Toodiksaare rabas (joonis 6) 3,6 m sügavusel.

Rabaturba tekkimine Endla rabades algab tavaliselt kas magellaanikumi-, villpea-sfagnumi- või männi-sfagnumiturbaga. Sellele järgneb peatselt fuskumiturvas. Mõnel juhul järgneb siirdesootur-

TRU Raamatukogu

bale otsekohe fuskumiturvas. Fuskumiturbas leidub villpea-sfagnumi-, männi-sfagnumi-, magellaanikumi-, puhma-villpea- või politrihumiturba vahekihte. Lasundi ülemine osa võib koosneda ka älve sfagnumiturbast.

Toodiksaare raba fuskumiturbas 1,2 m, 2,7 ja 2,9 m sügavusel asuvaid villpea-sfagnumiturba vahekihte, samuti 0,4 m sügavusel asuvat männi-sfagnumiturba kihti iseloomustab suurem lagundumisaste (joonis 6). Nende teke on seotud kuivemate ajajärkudega subatlantilisel kliimaperioodil.

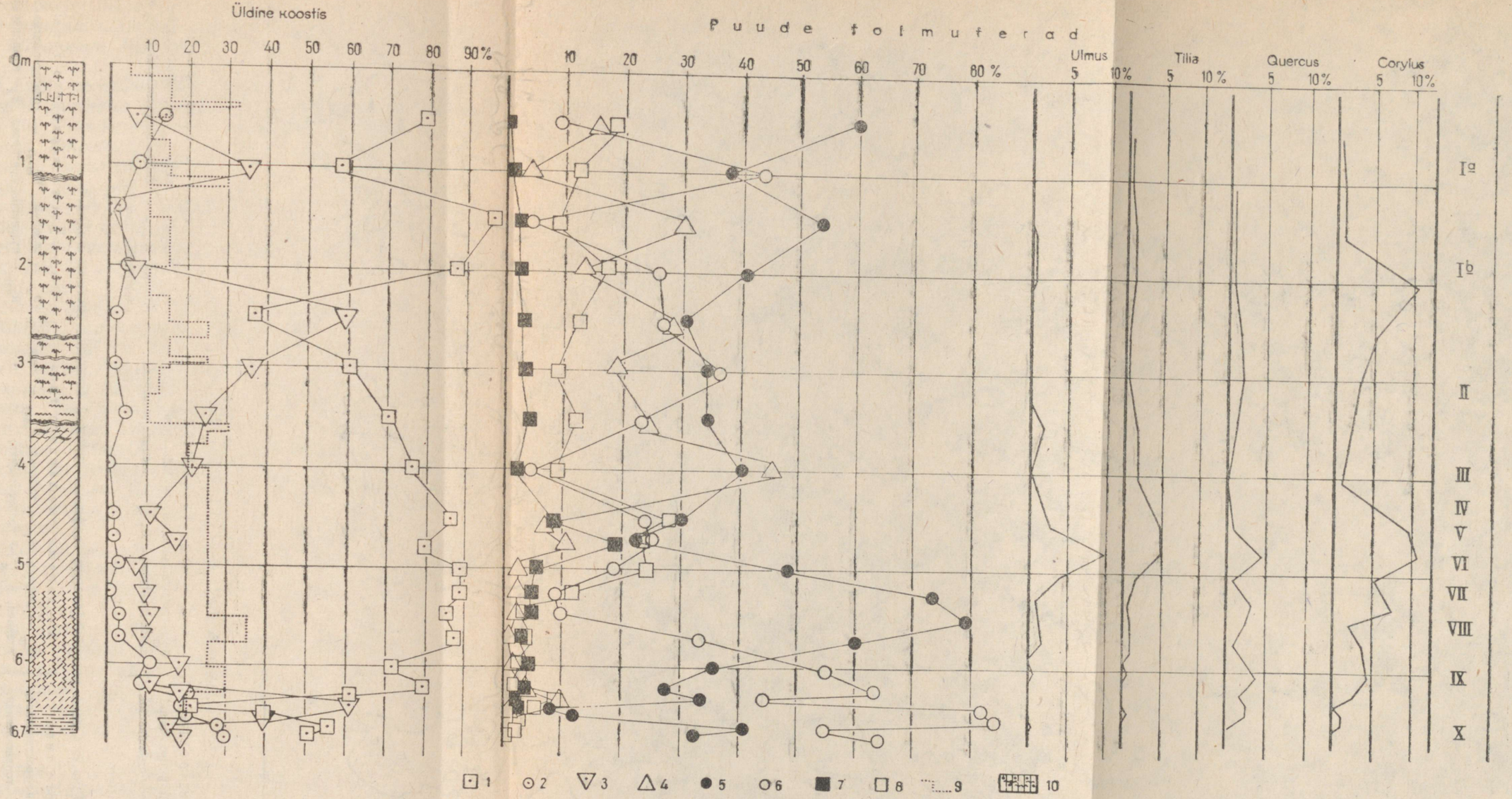
Tolmuterade ja eoste leidumise kohta Toodiksaare turbaprofiilis (joonis 6) võib öelda, et metsa puuliikide esinemise sagedus ja seosed on reeglipärased, välja arvatud *Coryluse* kahe maksimumi esinemine, mis on erandlikuks nähteks, sest sarapuu esineb tavaliselt ühe maksimumiga tamme-segametsa maksimumiga ühtelangeval ajal. Männi tolmuterade hulk saavutab boreaalsel kliimaperioodil 79%, atlantilise tamme-segametsa maksimum tõuseb 18%-ni ja subboreaalne kuuse maksimum — 45%-ni.

Rohttaimede tolmuteradest esineb preboreaalsel ajal rohkesti kõrrelisi, millede hulk boreaalse kliimaperioodi alguses järsku väheneb ning jätkub üksikult kuni turbalasundi pinnani. 2 meetri sügavusel leidus üks rukki tolmutera, mis on tõendiks, et lähedastel aladel on rukist kasvatatud juba ligemale tuhande aasta eest. Kõige alumises lehtsamblaturba kihis leidub rohkesti ka lõikheinaliste *(Cyperaceae)* tolmuteri, mida kõrgemal võib kohata harva. Kanarbikuliste *(Ericaceae)* tolmuterade hulga muutus on aga vastupidine — kõige rohkem esineb neid ülemistes turbakihtides, sügavuse suurenedes nende arv väheneb. Eostest esineb madalsooturbas peamiselt lehtsammalde, rabaturbas — sfagnumi eoseid. Sõnajalaliste *(Polypodiaceae)* eoseid esineb vähesel hulgal kogu profiili ulatuses, kollalisi *(Lycopodiaceae)* ja osjalisi *(Equisetaceae)* leidub siin-seal üksikult.

Kaasajal kujutavad Endla soostiku looduslikud madal- ja siirdesood endast sageli kase-männi segametsa, millele lisandub vähesel hulgal kuuske. Põõsarinde moodustavad pajud, madal kask ja paakspuu. Rohurindes esinevad: *Molinia coerulea, Phragmites communis, Carex caespitosa, Filipendula ulmaria, Dryopteris thelypteris, Menyanthes trifoliata, Geum rivale, Angelica silvestris, Pyrola rotundifolia, Potentilla erecta* jt., samblarindes *Climacium dendroides* jt., siirdesoodes lisanduvad sfagnumsammalde liigid. Soostikul leidub samuti ka kuivendatud ja hooldatud kõrgemaboniteedilise metsaga alasid.

Metsata madalsoo levib jõgede kaldail, kus turbakihi paksus on peamiselt 2—3 m. See ala on enamasti üleujutatav ning sellel kasvavad mitmed paju- ja kaseliigid. Rohttaimestikus esineb üle 30 liigi (2).

Soometsade ja lagedate sooalade vahevormina esineb puissoo, sealhulgas paiguti ka puis-siirdesoo. Puurindes esinevad kask ja mänd, põõsarindes — paju ja paakspuu. Rohu- ja samblarindes



Joonis 6. Eoste ja õietolmu diagramm Toodiksaare rabast.

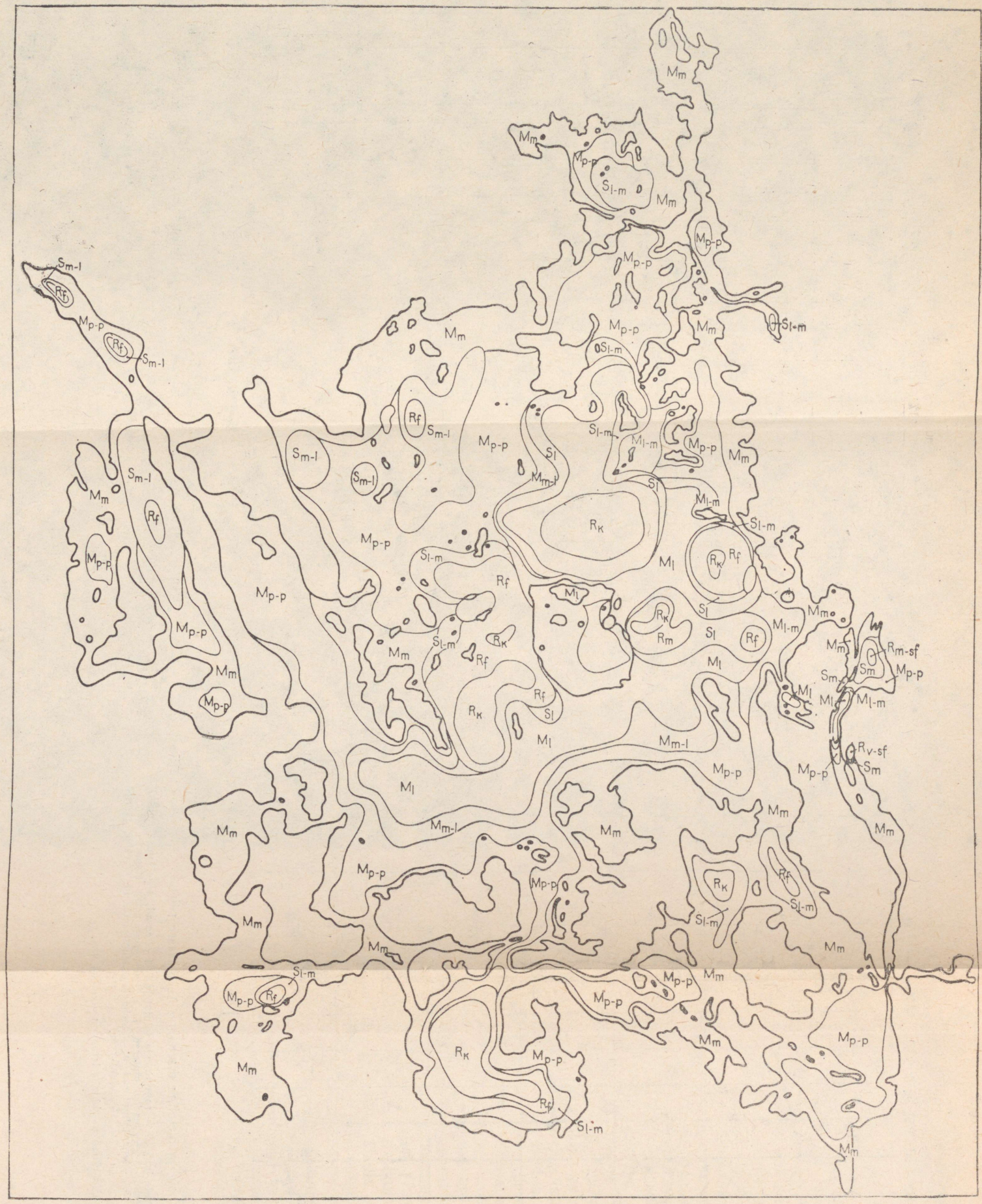
1 — üldine puude tolmuterade hulk, 2 — rohttaimede tolmuterad, 3 — eosed, 4 — kuuse tolmuterad, 5 — männi tolmuterad, 6 — kase tolmuterad, 7 — tamme-segametsa (tamme, pärna, jalaka, vahtra) tolmuterad, 8 — lepa tolmuterad, 9 — turba lagundumisaste, 10 — raba männi-sfagnumiturvas.

Ülejäänud märkide seletus on joonisel 9.

Рис. 6. Спорово-пыльцевая диаграмма массива Тоодиксаare.

1 — пыльца древесных пород (общий состав), 2 — пыльца травянистых растений, 3 — споры, 4 — пыльца ели, 5 — пыльца сосны, 6 — пыльца березы, 7 — пыльца широколиственных пород (дуб, липа, вяз, клен), 8 — пыльца ольхи, 9 — степень разложения торфа, 10 — сосново-сфагновый торф верхового типа.

Остальные условные обозначения см. рис. 9.



Joonis 8. Endla soostiku turbalasundite leviku skeem.

M — madalsoo lasunditüübid:
M_m — metsalasund, M_{p-p} — puu-pilliroolasund, M_l — lodulasund, M_{l-m} — lodu-metsalasund, M_{m-l} — metsa-lodulasund;

S — sega-lasunditüübid:
S_m — metsalasund, S_l — lodulasund, S_{m-l} — metsa-lodulasund, S_{l-m} — lodu-metsalasund;

R — raba lasunditüübid:
R_f — fuskumilasund, R_{m-sf} — männi-sfagnumilasund, R_{v-sf} — villpea-sfagnumilasund, R_k — komplekslasund.

Рис. 8. Схема распространении торфяных залежей болотной системы Эндла.

M — залежи низинного типа:
M_m — лесная, M_{p-p} — древесно-тростниковая, M_l — топяная, M_{l-m} — топяно-лесная, M_{m-l} — лесо-топяная;

S — залежи смешанного типа:
S_m — лесная, S_l — топяная, S_{m-l} — лесо-топяная, S_{l-m} — топяно-лесная;

R — залежи верхового типа:
R_f — фускум, R_{m-sf} — сосново-сфагновая, R_{v-sf} — пушицево-сфагновая, R_k — комплексная.

lisandub eutroofsetele liikidele oligotroofseid, nagu *Eriophorum vaginatum, Triophorum alpinum,* sfagnumite liike, *Ledum palustre* ja *Vaccinium uliginosum.* Sellist ala esineb näiteks Endla järvest kagu pool.

Kaasaegsed Endla soostiku rabad kujutavad endast ülekaalukalt puisrabasid, mille puurindes esineb kidur rabamänd *(Pinus silvestris* f. *pumila* või *Willkommii),* puhmarindes esinevad tavaliselt *Calluna vulgaris, Empetrum nigrum, Oxycoccus quadripetalus* ja rohurindes *Rubus chamaemorus, Eriophorum vaginatum,* samblarindes peamiselt *Sphagnum fuscum,* millele liitub ka teisi rabasamblaid. Puurinne võib ka puududa, sel juhul on tegemist lagerabaga. Rabade servadel on tavaliselt kitsas riba rabamännikut, milles esineb harilikult *Ledum palustre, Vaccinium uliginosum, Andromeda polifolia, Lyonia calyculata* ja *Vaccinium myrtillus* liikidest koosnev puhmarinne.

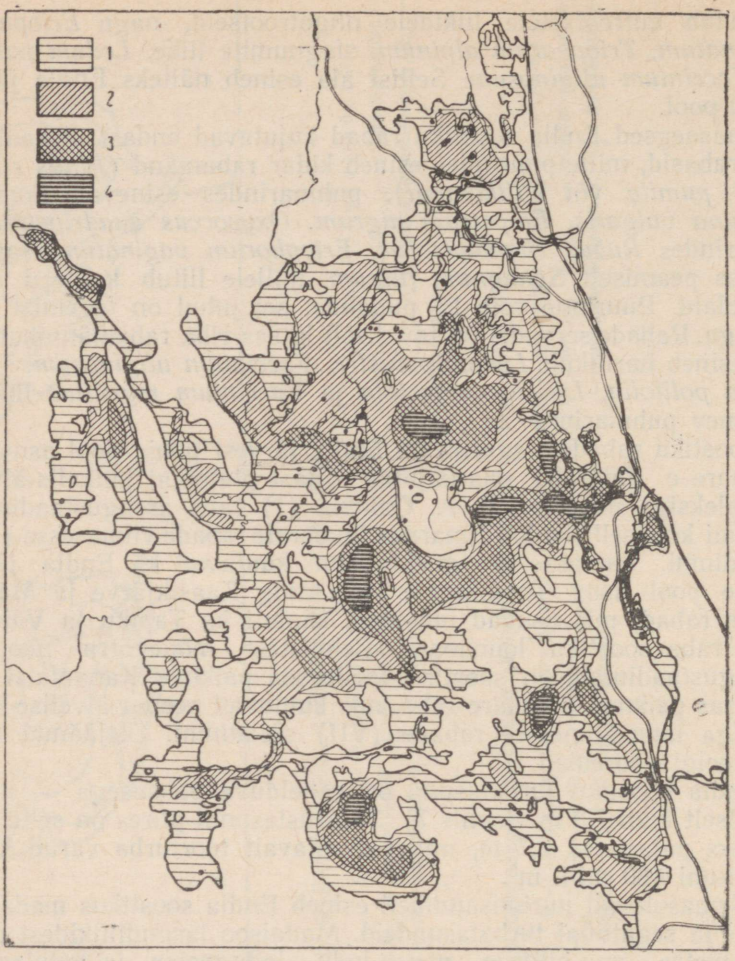
Soostiku rabadest suurim on Endla järvest põhja pool asuv Linnusaare e. Ilmaraba, mis kujutab endast platoojat laukalis-älvelise kompleksiga massiivi. E. A. Galkina (1) raba arengustaadiumide skeemi kohaselt kuulub Ilmaraba kumerate rabade viimasesse (VIII) staadiumi. Samasse arengustaadiumi kuuluvad ka Endla järvest lääne pool asuv Toodiksaare raba ning Kaasikjärve ja Männikjärve rabad, mis asuvad ida pool, samuti ka Tapiku ja Vaimastvere raba soostiku lõunaosas. Eelmistest mõnevõrra nooremas arengustaadiumis on soostiku loodeosas paiknev Kanamatsi ning idaosas paiknev Teosaare raba, mis kuuluvad peenar-älvelise kompleksiga lame-kumerate rabade (VII) staadiumi. Ülejäänud rabad on veelgi nooremad.

Endla soostiku turbalasund on vahelduva paksusega — maksimaalselt kuni 7,3 m (joonis 7). Tööstuslasundi piires on selle keskmiseks paksuseks 2,7 m, millele vastavalt toorturba varud küünivad kuni 480 milj. m^3.

Olemasolevail uurimisandmeil esineb Endla soostikus madalsoo-, raba- ja segatüüpi turbalasundeid. Madalsoo lasundiliikidest esinevad metsa-, puu-pilliroo-, metsa-lodu-, lodu-metsa- ja lodulasund*, segatüüpi lasunditest metsa-, metsa-lodu-, lodu-metsa- ja lodulasund ning raba lasundiliikidest peamiselt fuskumi- ja kompleksiasund, piiratud aladel ka männi-sfagnumi- ja villpea-sfagnumilasund (joonis 8).

Levinumaid m a d a l s o o lasundiliike on metsa- ja puu-pilliroolasund. Metsalasund koosneb kas ainult puuturbast või sellele lisandub puu-pilliroo-, puu-tarna-, lehtsambla- või pilliroo-lehtsamblaturvast. Lasundi keskmine paksus on 2 m ja turvaste lagundumisaste 45—50%. Puu-pilliroolasund koosneb peamiselt puu-pilliroo turbast, millele lisandub allosas kohati puu-lehtsambla- või pilliroo-lehtsamblaturvast, eriti kui lasundi all leidub sapropeeli. Soo serva-

* Terminit «lodu» (топь) on kasutatud sooteaduslikus mõistes puidusisalduseta turbaliikide tähistamiseks.



Joonis 7. Endla soostiku turba paksuste kaart.
Рис. 7. Мощность торфа болотной системы Эндла.

turba paksus
1 — мощность торфа 0,3—2 м
2 — „ „ 2—4 м
3 — „ „ 4—6 м
4 — „ „ üle / выше 6 м

aladel võib lasundi allosas esineda puuturvast. Lasundi pindmist osa katab kohati õhuke puu-, tarna- või tarna-lehtsamblaturba kiht. Puu-pilliroolasundi paksus ulatub kuni 4 m, kusjuures keskmine lagundumisaste püsib 30—40% piires.

Nava, Mustjõe ja Kaasikjärve piirkonnas, samuti Endla järve lõunakaldast edelasse ja mõnevõrra ka kirdesse, levivad ulatuslikul

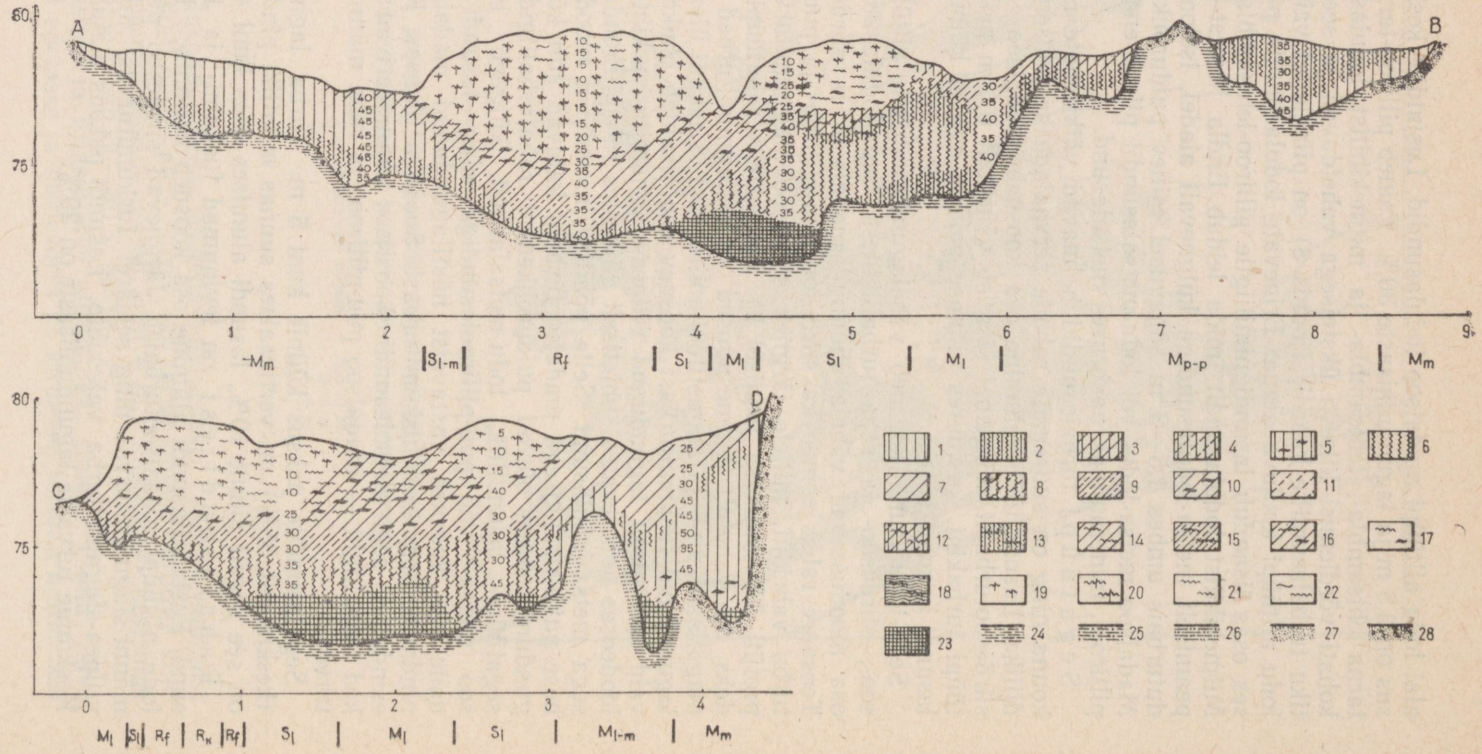
alal lodu alltüüpi madalsoo lodulasundid. Lasundite keskmine paksus on 3,3 m ja lagundumisaste 30%. Esineb pilliroo-tarna-, tarna-, tarna-lehtsambla-, lehtsambla- ja mitmekihilist lodulasundit, mis kohati võrdlemisi kiiresti üksteisega vahelduvad ja seetõttu soostiku turbalasundite kaardil (joonis 8) on piiritletud vaid samasse, lodu alltüüpi kuuluva alana. Erinevate lodulasundite põhjalähedases osas lisandub lasundi nimiliigile pilliroo-lehtsamblaturba kiht. Mitmekihilist lodulasundit, mida leidub Endla järvest kaugemail, peamiselt metsa-lodulasundiga külgnevail aladel, iseloomustab loduturbais umbes 1,5—3 m sügavusel esinev puidurohke vahekiht. Madalsoo metsa-lodu- või lodu-metsalasundit piirab enamasti puupilliroo-, mineraalmaa naabruses metsalasund.

S e g a t ü ü p i turbalasundid hõlmavad väiksemate rabade piirkonna ning on suuremate rabade servaalade sagedasemaid lasundiliike. Lasunditüübi alumine osa koosneb madalsoo-, kohati ka siirdesooturbaist, kõrgemal järgneb vähemalt 0,5 m paksune rabatüüpi turbakiht, kusjuures viimase paksus aga ei küüni üle poole lasundi kogupaksusest.

Sega-lodulasund koosneb vähelagundunud lodu alltüüpi madalsoo-, siirdesoo- ja raba turbaliikidest. Sega-lodulasundi alumise osa moodustavad vähelagundunud madalsoo- ja siirdesooturbad; Teosaare rabas esineb ka siirdesoo puu-pilliroo- ja puu-sfagnumiturba vahekiht, millele järgneb siirdesoo sfagnumiturvas (turbaprofiili AB lõunaosa joonisel 9). Esimesteks rabatüüpi turbaliikideks on vahetult mitmesugused raba-sfagnumiturbad (peamiselt magellaanikumi- ja angustifooliumiturvas). Lasundi ülemine, vähelagundunud fuskumiturbast koosnev osa sisaldab õhukesi ebapidevaid keskmiselt lagundunud villpea-sfagnumiturba kihte. Soostiku loodeosas paiknevates suhteliselt väikestes rabapiirkondades esineb sega metsa-lodulasund. Selle põhilist lasundiosa moodustava vähese puidusisaldusega madalsooturbaid katavad siin kõrgemas lagundumisastmes olevad puidurohkemad rabaturbaliigid. Levinuim segatüüpi lasundiliik, lodu-metsalasund, külgneb kas madalsoo metsa- või puu-pilliroolasundiga ning lasundi põhjalähedane osa koosneb vastavaist hästilagundunud madalsooturbaist, pindmine peamiselt fuskumiturbast. Soostiku idaosas, Kemba soos esindatud sega-metsalasundi koostises domineerivad puidurohked turbaliigid — madalsoo puu-pilliroo- ja raba männi-sfagnumiturvas.

Segalasundite paksus küünib kuni 5 m. Turba lagundumisaste (keskmiselt 35%) on vertikaalses suunas muutlik, pindmises osas on see sageli ainult 10%, lasundi alumises osas kuni 40%.

R a b a l a s u n d i t e s t on levinumad fuskumi- ja kompleksla-sund. Fuskumilasundi alumine osa koosneb keskmiselt lagundunud lodu alltüüpi madalsooturbaist. Järgnevad siirdesoo puu- ja raba männi-sfagnumiturvas ning seejärel fuskumiturvas, milles leidub villpea-sfagnumiturba vahekihte. Lasundi paksus ulatub kuni 6 m. Keskmine turvaste lagundumisaste on 20%.


A
B
C
D
60
75
80
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Mm
Sl-m
Rf
Sl
Ml
Sl
Ml
Mp-p
Mm
Ml
Sl
Rf
Rk
Rf
Sl
Ml
Sl
Ml-m
Mm
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

Joonis. 9. Profiile Endla soostikult.

Madalsoo turbaliigid:

1 — puuturvas,
2 — puu-pillirooturvas,
3 — puu-tarnaturvas,
4 — puu-lehtsamblaturvas,
5 — puu-sfagnumiturvas,
6 — pillirooturvas,
7 — tarnaturvas,
8 — pilliroo-lehtsamblaturvas,
9 — tarna-lehtsamblaturvas,
10 — tarna-sfagnumiturvas,
11 — lehtsamblaturvas;

Siirdesoo turbaliigid:

12 — puu-sfagnumiturvas,
13 — puu-pillirooturvas,
14 — tarnaturvas,
15 — tarna-lehtsamblaturvas,
16 — tarna-sfagnumiturvas,
17 — sfagnumiturvas;

Raba turbaliigid:

18 — villpea-sfagnumiturvas,
19 — fuskumiturvas,
20 — angustifooliumiturvas,
21 — magellaanikumiturvas,
22 — älveturvas;

Teised setteliigid:

23 — sapropeel,
24 — savi,
25 — liivsavi,
26 — saviliiv,
27 — liiv,
28 — rähk (põhimoreen).

Profiilidel olevad arvud näitavad turba lagundumisastet protsentides.
Lasundite sümbolite tähendused on samad mis joonisel 8.

Рис. 9. Разрезы болотной системы Эндла.

Виды торфов низинного типа:

1 — древесный,
2 — древесно-тростниковый,
3 — древесно-осоковый,
4 — древесно-гипновый,
5 — древесно-сфагновый,
6 — тростниковый,
7 — осоковый,
8 — тростниково-гипновый,
9 — осоково-гипновый,
10 — осоково-сфагновый,
11 — гипновый;

Виды торфов переходного типа:

12 — древесно-сфагновый,
13 — древесно-тростниковый,
14 — осоковый,
15 — осоково-гипновый,
16 — осоково-сфагновый,
17 — сфагновый;

Виды торфов верхового типа:

18 — пушицево-сфагновый,
19 — фускум,
20 — ангустифолиум,
21 — медиум,
22 — мочежинный;

Другие виды отложении:

23 — сапропель,
24 — глина,
25 — суглинок,
26 — супесь,
27 — песок,
28 — основная морена.

Числа на разрезах обозначают степень разложения торфа в процентах.
Символы залежей идентичны с обозначениями рис. 8.

Männi-sfagnumi- ja villpea-sfagnumilasundit leidub väikestes rabades piiratud aladel.

Komplekslasund levib suuremates rabades, võttes enda alla raba keskosa. Lasundi paksus on enamasti 5—6 m, harva kuni 7 m. Keskmine lagundumisaste on 25%. Lasundi alumises osas esineb vahel lehtsamblaturvast, millele järgnevad pilliroo-lehtsambla-, tarna- või teised lodu, kohati ka metsa-lodu alltüüpi madalsoo turbaliigid. Mõnel juhul on alumisteks turbakihtideks siirdesooturbad. Domineerivad vähelagundunud rabaturbad, peamiselt fuskumiturvas, millele älvepiirkondades ja laugaste servaaladel lisandub kuni 3 m paksune älve- ja komplekssturbaist koosnev kiht.

Tooma katsebaasile kuuluval alal domineerivad keskmiselt ja vähelagundunud puiduvaesed madalsoo-, sega- ja raba lodulasundid. Puidurikkamaid lasundiliike esineb soo idaserval, samuti ka mineraalmaasaarte ümbruses ning õhukese turbaga aladel. Soostiku servaaladel leviv õhuke metsalasund koosneb paiguti ainult hästilagundunud puuturbakihtidest. Soo keskosa suunas katab puuturvast keskmiselt lagundunud puu-pillirooturvas, üksikjuhtudel ka puu-tarnaturvas. Lasundi paksuse suurenedes katavad puidurikkaid turbaliike vähelagundunud madalsoo loduturbad.

Madalsoo lodulasundeist esineb Kaasikjärve ümbruses tarna-lehtsamblalasund, millele lisandub pilliroo-lehtsamblaturvast. Lasundi keskmine paksus on 2,7 m, turvaste keskmine lagundumisaste 25%. Lasund sisaldab tarna- ja tarna-sfagnumiturba vahekihte (profiili AB keskosa). Nn. Kärde «katla» keskosale on iseloomulik kuni 5 m paksune tarna-lehtsambla- ja puu-lehtsamblaturba vahekihtidega lehtsamblalasund, milles leiduvate kihtide lagundumisastmed varieeruvad 15—30% piires. Kärde «katla» servaaladel esineb puuturbast koosnev metsalasund.

Kärdest Endla järve suunas, rabapiirkondade lõunaserval, levib mitmekihiline lodulasund, mis peale 1,25—1,75 m sügavusel asetseva hästilagundunud puu-pillirooturba vahekihi ka loduturvaste osas koosneb mitmetest erinevatest kihtidest (joonis 9, AB). Lasundi paksus on umbes 3,5 m, turvaste keskmine lagundumisaste 35%; lääne pool, lasundi paksuse suurenemisel turvaste lagundumisaste üldiselt väheneb. Piirkondades, kus ei esine sapropeeli, on alumiseks turbakihiks puu-pillirooturvas. Rabaservadel paiknevate madalsoo-lodulasundite pindmise kihi moodustab peamiselt siirdesoo tarna-sfagnumiturvas, mis vanade magistraalkraavide naabruses kuivenduse tõttu on asendunud siirdesoo tarna-lehtsamblaturbaga (joonis 9, BC ja AB keskosa); viimast katab kuni 0,5 m paksune raba tüüpi turbakiht.

Segalasundeist esineb Teosaare, Kaasikjärve ja Männikjärve raba serva-aladel sega-lodulasund, mille alumise osa moodustavad vähelagundunud madalsoo- ja siirdesooturbad; Teosaare rabas esineb ka siirdesoo puu-pilliroo- ja puu-sfagnumiturba vahekiht, millele järgneb siirdesoo sfagnumiturvas (turbaprofiil AB). Esimesteks raba tüüpi turbaliikideks on mitmesugused raba-sfagnumi-

turbad (peamiselt magellaanikumi- ja angustifooliumiturvas). Lasundi ülemine, vähelagundunud fuskumiturbast koosnev osa sisaldab keskmiselt lagundunud ebapidevaid õhukesi villpea-sfagnumiturba vahekihte.

Rabalasundeist esineb Tooma katsebaasi maa-alal fuskumi-, piiratud alal ka komplekslasund. Need erinevad sega-lodulasundist vaid raba turbakihtide suurema paksuse poolest.

V. Turvasmulla omadustest ja soostiku kasutamisest

Endla soostiku turvaste omaduste hindamiseks on tehtud rida keemilisi analüüse ja füüsikaliste omaduste määramisi peamiselt künnikihist (0—40 sm). Analüüside andmeid on esitatud graafiliselt joonisel 10, piirväärtusi ja keskmisi näitajaid — tabelis 2. Andmetest nähtub peaaegu kõigi näitajate vähenemine madalsoo muutumisel rabaks.

Endla madalsoode ja rabade tuhasus on suurem, kaltsiumisisaldus ning pH väiksem uuritud soode keskmisest. Lämmastikusisaldus on madalsoos ja siirdesoos kõrgem, rabas aga madalam keskmisest. Fosforhapendisisaldus on Endla soostikus keskmisest suurem.

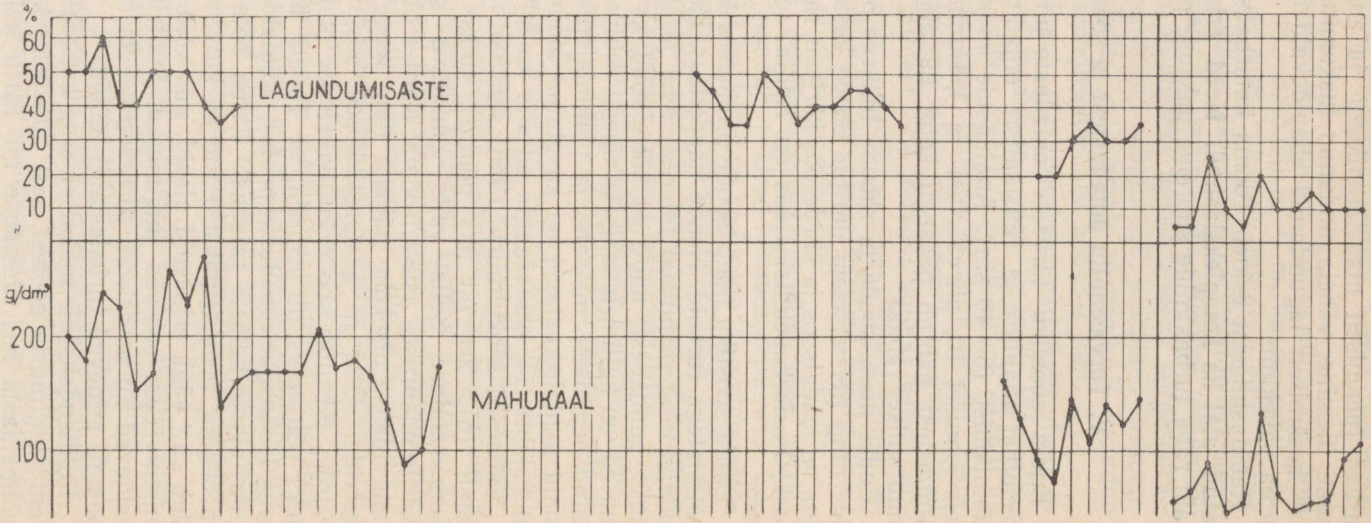
Endla soostiku madalsoode pindmises kihis esineb mitmesuguste näitajatega turbaid. Nende happelisus, kaltsiumi- ja lämmastikusisaldus ning mahukaal lubavad teha järelduse, et enamik siinseist turvasmuldadest, nagu on tõendanud ka Tooma katsebaasi kogemused, on kultuuristamiseks täiesti sobivad. Soostikku on seni kasutatud peamiselt metsana ja põllumajanduslikul otstarbel. Sobivamaid madalsoo-alasid on kasutatud looduslike heinamaadena juba aastakümneid; heinasaagid on siin madalad.

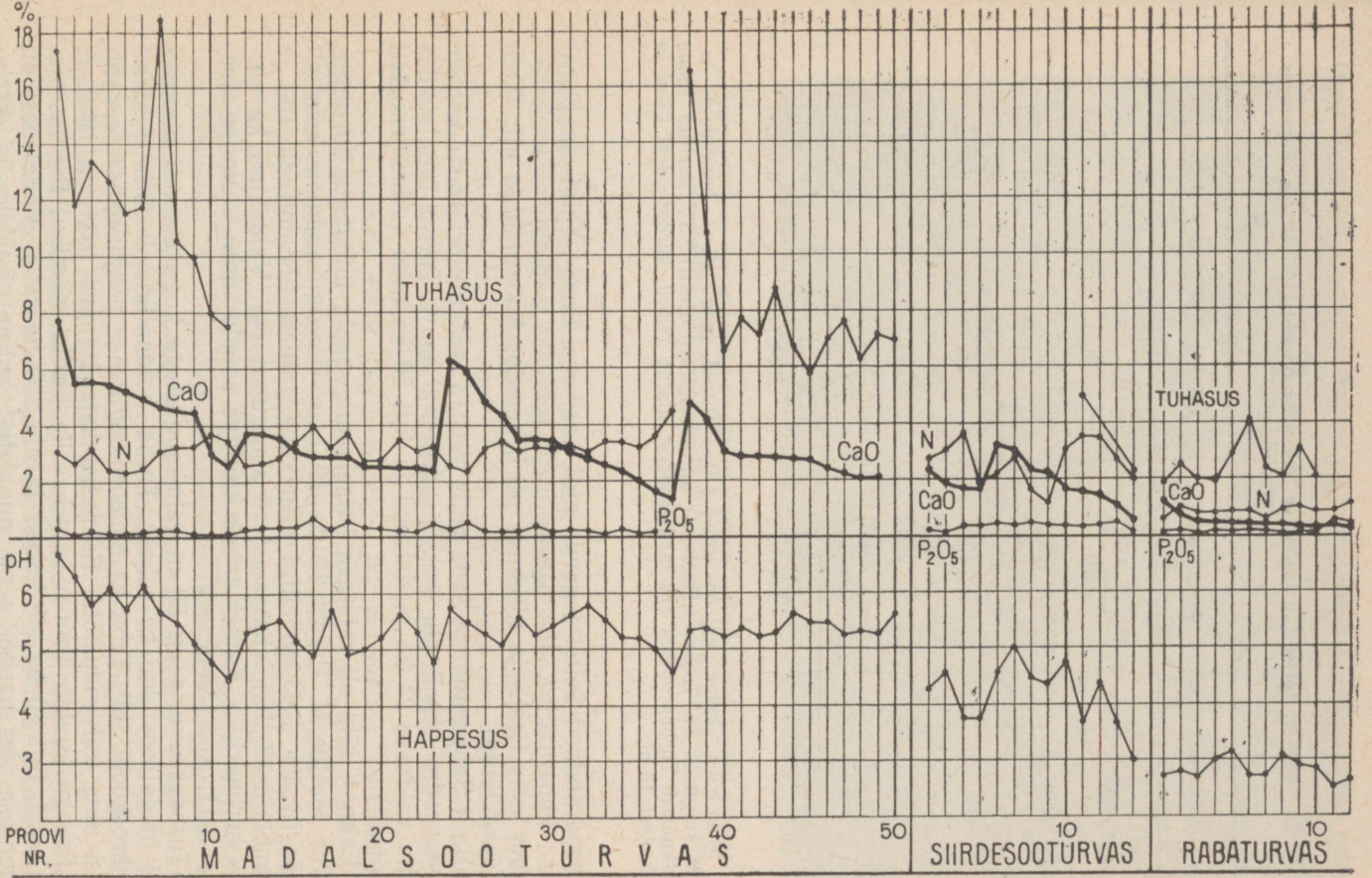
Esimesed sookultuurid rajati soostiku idaserval Kärdes XIX saj. lõpul (6). See oli üks põhjusi, miks 1908. a. asutatud Balti Sooparanduse Selts valis asutatava sookatsejaama asukohaks Kärde naabruses asuva Tooma. Kärdes oli võimalik sookultuure asjahuvilistele otsekohe näidata ning seega soode kasutamist propageerida. Olid ju aastatepikkused sookultuuri-alased kogemused Kärdes tõendiks soode kultiveerimise otstarbekusest. Teiseks oluliseks põhjuseks oli asjaolu, et Tooma ümbruse soo-alad tõotasid oma looduslike omaduste poolest võimaldada mitmesuguste sookultuuri-alaste katsete rajamist. Turba botaanilise koostise, lagundumisastme, lasundi paksuse kui ka kuivendustingimuste poolest leidub siin väga erinevaid alasid, mis võimaldab valida igale katsele enam-vähem sobivad tingimused. Suhteliselt piiratud soostikualal esinevad nii madalsoo, siirdesoo kui ka raba tüüpi taimekooslused, samuti erinevad turbalasundi tüübid.

Kolmandaks oli sookatsejaama asukoht Toomal vastuvõetav liiklemistingimuste poolest, sest läheduses kulgev maantee ja raudtee võimaldasid hea ühenduse nii Tartu kui ka Tallinnaga. Et Balti

Joonis 10. Endla soostiku pindmise (0—40 sm) turbakihi füüsikalised ja keemilised omadused.

Рис. 10. Физические и химические свойства (степень разложения, объемный вес, зольность и кислотность различных типов торфов) поверхностного (0—40 см) слоя торфа на болотной системе Эндла.




%
18
16
14
12
10
8
6
4
2
TUHASUS
CaO
N
CaO
P_2O_5
pH
6
5
4
3
HAPPESUS
PROOVI NR.
10
20
30
40
50
MADALSOOTURVAS
N
CaO
P_2O_5
10
SIIRDESOOTURVAS
TUHASUS
CaO
N
P_2O_5
10
RABATURVAS

Tabel 2

Endla soostiku turba füüsikalisi ja keemilisi omadusi 0—40 sm sügavuses turbakihis

Näitajad	Madalsoo	Siirdesoo	Raba
Lagundumisaste %	25—60 40	20—35 30	5—25 10
pH (KCl)	4,4—6,7 5,5(5,8)	3,0—5,0 4,2(4,5)	2,5—3,2 2,9(3,2)
CaO %	1,4—7,6 4,1(4,5)	0,5—3,2 1,7(2,0)	0,2—1,2 0,4(0,4)
N %	2,3—4,5 3,0(2,8)	1,2—3,7 2,6(2,1)	0,5—1,0 0,8(1,1)
P_2O_5 %	0,07—0,61 0,22(0,18)	0,13—0,40 0,29(0,14)	0,04—0,28 0,20(0,12)
Tuhasus % . . .	5,8—18,3 12,0(10,3)	2,2—5,7 3,5(4,7)	1,9—4,1 2,5(2,4)

Märkus. Joone peal on antud piirväärtused, joone all — keskmised. Arvud sulgudes on Tooma katsebaasi uurimisandmeil Eesti NSV uuritud soode keskmised. Turbaproovide arv madalsoodest ulatub 243-ni, siirdesoodest 23-ni ja rabadest 15-ni.

Sooparanduse Seltsi tegevus pidi haarama Eesti-, Liivi- ja Kuramaa kubermange, siis osutus üsna sobivaks asjaolu, et sookatsejaam asus Eesti- ja Liivimaa piiril (endine kubermangu piir läbib Männikjärve).

Balti Sooparanduse Selts ostis 1910. a. sookultuuri-alaste katsete sisseseadmiseks Endla soostiku idaserval asuva Tooma talu, saades oma valdusse 24 ha madalsood ja ligi 50 ha raba (viimane osteti mõisalt).

Esimesi töid oli rajatava katsejaama sooala taimkatte uurimine, mille teostas H. Precht 1910.—1911. a. Uurimisandmete kohaselt märgiti ära 198 taimeliigi esinemine, millest õistaimi oli 160 ja samblaid 38 liiki, viimastest 18 sfagnumit (4). Valmistati ka vastav herbaarium. Katsejaamale kuuluva sooala turba uurimist alustas 1911. a. A. Vegesack.

Turbaproovid võeti 50 m vahekaugustega kogu lasundi ulatuses nii madalsoost kui ka rabast. Turba botaaniline koostis määrati mikroskoobi abil. Tehti ka meteoroloogilisi ja põhjaveetaseme vaatlusi ning kuivendustöid. Esimesed katsed rajati 1911. ja 1912. a.

Praegu kuulub Tooma katsebaasile Endla soostikul 575 ha madalsood, ligi 80 ha siirdesood ja üle 200 ha raba. Madalsoost on suur osa üles haritud ning muudetud kultuurniitudeks ja -karja-

Joonis 11. Soo kuivendamise tagajärjel puude paljandunud juured Toomal.
Рис. 11. Обнаженные корни деревьев вследствии осушения болот в «Тоома».

maadeks. On rajatud mitmesuguseid katsevälju soode otstarbekama põllumajandusliku kasutamise selgitamiseks.

Kuivendamise ja kultuuristamise tagajärjel on osa sood Tooma katsebaasi piirides vajunud, mille tulemusena soo piir paiguti on taganenud mitmekümne meetri võrra. Sellest annavad tunnistust soo pinnal kasvanud puud, millede juured soo taganemise tõttu on jäänud õhku (joonis 11).

Soo vajumise tõttu tekkis vajadus ka eelvoolude süvendamise järele. Nimetatud otstarbel alandati Endla järve pinda 1950. a. ja süvendati mitmel korral Tooma ning Koiduküla peakraave.

Katsebaasile kuuluva soo-ala pindmise turbakihi koostises ja turba omadustes ilmnenud suured erinevused loovad eelduse mitmesuguste turbaliikide viljelusväärtuse ja kasutatava agrotehnika võrdlemiseks. Kultuuristamise seisukohalt on vähelagundunud madalsoo loduturbail tunduvalt madalam viljelusväärtus kui puuturbail, kuid Tooma katsebaasi kogemused tõendavad, et õige kuivenduse, väetuse ja agrotehnika rakendamine võimaldab nendeltki saada keskmisi kuni kõrgeid saake.

Sobivatelt madalsoo-aladelt toodetud väetusturvast kasutab Tooma katsebaas juba aastaid põldude ja karjamaade väetamiseks.

Siirdesoodes on taimetoitainete sisaldus pealmises kihis madalam

kui madalsoodes, samuti on turba happelisus suurem. Kuid vaatamata sellele on ka nende alade kultuuristamisel saadud Tooma katsebaasis rahuldavaid tulemusi.

Rabasid ei ole meie oludes põllumajanduslikuks taimekasvatuseks nimetamisväärselt kasutatud, kuid Tooma katsebaasis on asutud nende kasutamisvõimaluste väljaselgitamisele. Rabasid on turba vähese lagundumisastme tõttu kasutatud peamiselt alusturba tootmiseks. Rabade suured turbavarud ning olemasolevad juurdepääsuteed lõid eelduse, et soostiku lõunapoolses osas hakati organiseerima kolhoosidevahelist mehaanilist alusturba tootmist.

Endla soostiku rabades ei leidu tootmiskõlblikku kütteturvast, seevastu on selle tootmine võimalik paljudelt madalsoo-aladelt.

Tänu tehtud uurimistööle on mitmed siinsed kolhoosid («Endla», «Bolševik», «Stalinlik Tee») ja sovhoosid (R. Pälsoni nim.) asunud Endla soostiku madalsoo kultuuristamisele. Ulatuslikku kultuuristamist on piiranud kuivendusvõrgu puudumine eriti soostiku lääne- ja lõunaosas.

KIRJANDUS

1. Е. А. Галкина. Болотные ландшафты и принципы их классификации. Л., 1946.
2. M. Kask. Endla soostiku taimkate. Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 50. köide, 1957.
3. V. Masing. Endla soostiku uurimisest. Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 50. köide, 1957.
4. H. Precht. Die Vegetation der zur Moorversuchsstation Thoma gehörenden Moore. «Mitteilungen des Baltischen Moorvereins» nr. 3, 1913.
5. A. Raudsepp. Eesti NSV turbasood. 1946.
6. V. Stackelberg. Bericht über Einrichtung und sechsjährige Nutzung der Moorwiesen in Kardis. «Baltische Moorwiesen in Einzeldarstellungen», 1906.
7. P. W. Thomson. Die Pollenflora der Torflager in Estland. Botanisches Archiv, XII, 1—2, 1925.
8. P. W. Thomson. Die regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands. Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis XVII, 2, 1929.
9. P. W. Thomson. Der Einfluss des Bruch- und Auenwaldgürtels auf das Pollendiagramm. Schriften der Phys.-ökon. Gesellschaft zu Königsberg (Pr.). LXIX Bd., H. 2—4, 1937.
10. K. Veber. Endla soostiku geoloogiline ja hüdrograafiline iseloomustus ning genees. Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 50. köide, 1957.
11. K. Veber. Mõningaid uusi andmeid Endla soostiku ulatusest ja geneesist. Loodusuurijate Seltsi aastaraamat, 52. köide, 1960.
12. A. Vegesack. Der Aufbau der Moore in den Grenzen der Moorversuchsstation Thoma. «Mitteilungen des Baltischen Moorvereins» nr. 3, 1913.
13. F. Zupsmann. Taimestiku «rikastamine» Kärde ümbruses. «Loodusevaatleja», III aastakäik, 1932.

ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БОЛОТНОЙ СИСТЕМЫ ЭНДЛА

К. ВЕБЕР,
научный сотрудник Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации

Резюме

В средней части Эстонской ССР на юго-западном склоне возвышенности Пандивере находится озеро Эндла. Расположенный вокруг него болотный ландшафт привлекал интерес естествоиспытателей уже в начале прошлого столетия. Верховые участки чередуются с низинными и переходными и составляют в общем одно целое — болотную систему Эндла.

В 1910 г. в восточной части болотной системы Эндла Балтийским Обществом поощрения культуры болот была основана Опытная болотная станция «Тоома» и начаты первые в Эстонии специальные и по тому времени основательные стратиграфические, ботанические, агрохимические и метеорологические исследования.

После первой мировой войны на Опытной болотной станции «Тоома» работал известный палинолог П. В. Томсон, в ряде своих трудов описавший генезис болотной системы Эндла.

Но систематическое исследование болот в Эстонской ССР началось лишь после восстановления Советской власти. В 1947—1948 г. болотоведы «Тоома» исследовали восточную и среднюю части болотной системы Эндла. Исследования продолжались в 1952 г., 1957 г. и были закончены в 1958 г.

Длина болотной системы 27 км и ширина — 18 км. Общая площадь — 24 500 га, из них 16% находится под внутренними суходолами и 1% под озерами и реками. Нулевая граница болотной системы достигает 250 км.

Из общей площади болотной системы низинные участки составляют 60%, верховые 26% и переходные 14%. В болотную систему входит 20 верховых болотных массивов. Болотная система простирается в Пайдеский, Вяйке-Маарьяский, Йыгеваский и Пыльтсамааский районы. Две трети болотной системы принадлежит государственному лесному фонду.

Коренные породы болотной системы Эндла состоят из силурийских (S_1) отложений — известняка и доломита райкюласского (G_3) горизонта. Покровная порода внешних суходолов болотной системы состоит, главным образом, из ледниковых и водно-ледниковых отложений, причем первые больше распространены в южной части, последние же — в северной и восточной части болота. Озы состоят из песка и гравия, одна оза проходит через южную часть болота, другая через северную часть и окружает его восточную границу. Из ледниковых отложений представлена основная морена, состоящая в общем из буровато-желтых суглинков с обильной примесью щебня. В области основной морены встречаются валуны и местами валунные поля.

Ландшафт окрестностей болотной системы слегка волнистый с уклоном с северо-востока на юго-запад. Относительная высота рельефных форм — бугров, грив или гряд — обычно не больше 10 метров. Ландшафт на востоке и юго-востоке от болотной системы друмлинистый. Заслуживает внимания форма рельефа, находящаяся вблизи болотной системы — гора Кярде.

Мощность четвертичных отложений внешних суходолов болотной системы Эндла неравномерна. Она колеблется от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. В окрестности болотной системы и на внутренних суходолах распространены главным образом выщелоченные и оподзоленные дерново-карбонатные и насыщенные дерново-глеевые почвы.

Болотная система Эндла находится в бассейне реки Пыльтсамаа. Кроме водоемов первичного и вторичного происхождения в болотной системе имеются и искусственно созданные водоемы. Первичных озер насчитывается 10, вторичных гораздо больше. Из первых самым большим является озеро Эндла, площадь которого еще недавно была в пределах 400 га. Но в результате произведенного в 1950 г. снижения уровня воды озера его площадь уменьшилась в три раза. В настоящее время средняя глубина озера Эндла — 1,6 м. Вторым по величине озером является находящееся в пределах опытной базы «Тоома» озеро Мянникярв площадью около 20 га и глубиной свободной воды до 3 м.

Самыми глубокими озерами являются озера Линаярв на территории опытной базы «Тоома», глубина свободной воды которых доходит до 10 м, причем площадь их достигает только 2,5 га. Эти озера являются остаточными озерами бывшего озера Суур-Эндла (рисунок 3). На дне озер накопился слой ила мощностью в несколько метров. Увеличению последнего способствовали в прошлом сточные воды канав и ручьев, вследствие чего некоторые озера, как, например, Каазикярв, Каанярв и Кыртсярв, уже почти совсем заросли. Зарастанию озер способствует также водная флора, состоящая в этих местах из следующих видов: *Nuphar luteum, Equisetum limosum, Potamegeton natans, P. perfoliatus, Typha latifolia, Stratiotes aloides, Nymphaea alba, Fontinalis antipyretica, Scirpus lacustris* и *Phragmites communis*.

Ближе к берегу к ним примешиваются еще *Carex stricta, C. inflata, C. pseudocyperus, Menyanthes trifoliata.*

То обстоятельство, что озера находятся на различных высотах, т. е. расположены в различных природных условиях, использовано опытной базой «Тоома» для организации опытов. Например, на базе озер Линаярв и Кыртсярв проводился единственный в Советском Союзе опыт для выяснения потребности растений во влаге. Для этого путем шлюзования уровень воды в Кыртсярв был поднят на 1,25 м, в результате чего на опытных участках была достигнута различная глубина уровня грунтовых вод.

В северной и западной части болотной системы находятся реки с направлением стока с северо-востока на юго-запад.

Главнейшим водоприемником, созданным человеком, является канал для мелиоративных целей, соединяющий озеро Эндла и реку Пыльтсамаа. Проведение этого канала снизило уровень воды озера Эндла на 1 метр, а озеро Синиярв площадью в 42 га, через которое канал проходит, совершенно опустело.

Уровень грунтовой воды окрестности болот находится на глубине 1—4 м. В болотной системе Эндла нужно учесть воды коренной породы и воды четвертичных отложений. Происхождение вод связано с находящейся поблизости северо-эстонской возвышенностью. Низинные торфяники болотной системы Эндла питаются идущими с возвышенности грунтовыми водами, богатыми минеральными веществами. Поверхностно-сточные воды имеют значение только для окраек болотной системы. Верховые болота питаются атмосферными осадками; переходные — грунтовыми и атмосферными водами. Химические свойства вод болотной системы характеризуются в таблице 1.

Генезис болотной системы Эндла определен палинологическими исследованиями. Составлено 7 пыльцевых диаграмм болотной системы, из них 3 П. В. Томсоном и 4 — автором. В диаграммах отражается история развития болота, начиная с пребореального климатического периода, когда на болотной системе были еще большие водоемы, но мелководные части уже зарастали и вблизи них образовывался гипновый (рисунок 6) и осоковый торф. В это время роль сосны пока еще меньше роли березы, но уже в следующем бореальном климатическом периоде количество пыльцы сосны возрастает до 79%. В атлантическом климатическом периоде пыльца широколиственных деревьев достигает 20%. Начинается образование верхового торфа на больших площадях. В суббореальном климатическом периоде встречается нижний максимум ели — до 60%, ограничиваясь в верховом болоте Тоодиксааре (рисунок 6) 45%.

Все верховые участки болотной системы Эндла образовались на низинных типах болот в разные периоды времени. Переход низинных типов болот в стадию верховых болот произошел прежде всего в южной части болотной системы (в бореальный пер.).

На месте болотной системы в начале голоцена находилось несколько больших озер, что подтверждается находящимися под торфом сапропелевыми отложениями (рисунок 3), мощность которых достигает 6,25 м. Сапропелевые отложения покрыты слоем торфа мощностью 2—4 м, вследствие чего глубина болота может доходить до 10 м.

Состав и мощность (максимальная 7,3 м) торфяных залежей различна (рисунок 7). Мощность торфа в пределе промышленной залежи в среднем — 2,7 м, общий запас торфа-сырца достигает 480 миллионов кубометров.

В болотной системе Эндла встречаются, главным образом, низинные, верховые и смешанные типы торфяных залежей. Представлены следующие виды залежей: низинные — лесные, древесно-тростниковые, лесо-топяные, топяно-лесные и топяные залежи; смешанные — лесные, лесо-топяные, топяно-лесные и топяные залежи; верховые — главным образом фускум и комплексные залежи, на ограниченной площади — сосново-сфагновые и пушицево-сфагновые (рисунок 8). Строение торфяных залежей показано на рисунке 9.

Природные низинные участки болотной системы Эндла в настоящее время покрыты зарослями березово-соснового леса, где кустарниковый ярус представлен разными *Salix* видами, также встречается *Betula humilis, Rhamnus frangula.* Травяной ярус состоит из разных видов осок и *Dryopteris thelypteris, Molinia coerulea, Filipendula ulmaria, Geum rivale, Potentilla erecta* и др.

Древесный ярус верховых болот состоит в большинстве из угнетенной сосны *(Pinus silvestris* f. *pumila* или *Willkommii),* кустарничковый ярус представлен видами: *Calluna vulgaris, Empetrum nigrum, Oxycoccus quadripetalus,* травяной ярус *Eriophorum vaginatum, Rubus chamaemorus* и моховой ярус *Sphagnum fuscum* и др. На покрытых сфагновым сосняком окрайках верхового болота встречается обычно кустарничковый ярус, состоящий из видов *Ledum palustre, Vaccinium uliginosum, Andromeda polyfolia, Lyonia calyculata* и *Vaccinium myrtillus.*

Болотная система Эндла имеет большое сельскохозяйственное значение. Окрайки болотных массивов в течение десятков лет использовались как естественные сенокосы. Из основных типов болот самым подходящим для сельскохозяйственного использования является низинный.

Кислотность, содержание кальция и азота, а также объемный вес поверхностного горизонта низинных участков позволяют сделать заключение, что эти торфы вполне пригодны под сельскохозяйственные угодья. Это убедительно доказано и результатами работы опытной базы «Тоома», три четверти общей площади которой составляют торфяно-болотные почвы.

Окультуривание болот обусловливает осадку поверхностного слоя торфяного пласта (рисунок 11).

На низинных торфяниках болотной системы Эндла встречается и топливный торф, который до сих пор еще не шел на заготовку.

Переходные болота пригодны и для сельскохозяйственного использования.

Верховые болота содержат большой запас подстилочного торфа, до сих пор пока сравнительно мало использованного. Главным потребителем подстилочного торфа является опытная база «Тоома», заготовляющая 2000—2500 м^3 торфа в год. В настоящее время организуется межколхозное механическое производство подстилочного торфа в южной части болотной системы.

EESTI NSV ORDOVIITSIUMI ALA SOODEST

A. TRUU,
Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi teaduslik töötaja, põllumajandusteaduste kandidaat

Meie põllumajanduse kiirema arendamise abinõude pidev ahel algas NLKP Keskkomitee 1953. a. septembripleenumi otsusega. Üks selliseid uusi üldrahvalikke üritusi on liha ja piima kogutoodangu kiire tõstmine ja toodangu omahinna alandamine. Juba käesoleval aastal tuleb vabariigi majanditel müüa riigile 100 000 tonni liha ja suurendada piimatoodangut mullusega võrreldes 17—18%.

Võti selle ülesande lahendamiseks peitub peamiselt söödabaasis. Söödabaasi laiendamise ja kindlustamise otstarbel on vaja meie sotsialistlikus põllumajanduslikus tootmises leiduvaid rikkalikke võimalusi ja reserve maksimaalselt kasutada. Üks tähtsamaid söödabaasi laiendamise ja kindlustamise võimalusi on soode ja soostunud maade kuivendamine ning põllumajanduslik kasutamine.

Looduslikus olekus on soostunud maad ja eriti sood madala toodanguvõimega. Nende potentsiaalne viljakus on aga kõrge. Sellest hoolimata kasutati meil varemalt ja kasutatakse veel nüüdki põldudena just võrdlemisi õhukese huumuskihi ja väga piiratud lämmastikuvarudega muldi (5). Samal ajal ootavad suured sooalad oma hästilagundunud turvasmulla ja suurte lämmastikuvarudega asjata maaharijat. Vaatamata sellele, et otstarbekohase agrotehnika rakendamisel ületavad sookultuuride saagid tootmismajandeis samade mineraalmaakultuuride saake, on ümmarguselt 300 000 hektarist tootmismajandeile kuuluvast madalsoost kultiveeritud veidi üle 50 000 ha.

Aluse meie vabariigi soode ja soostunud maade kuivendamisele ja kasutuselevõtmisele pani Eesti NSV Ülemnõukogu V istungjärgu poolt 2. augustil 1949. a. vastu võetud seadus «Soostunud maaalade kuivendamise ja kasutuselevõtmise ning põldheina külvikordade rakendamise plaani kohta Eesti NSV-s suurte ja püsivate saakide kindlustamiseks ning loomakasvatusele kindla söödabaasi rajamiseks» (3). Eesti NSV maaparanduse generaalskeem, mis töötati välja selle seaduse elluviimise raames, näeb ette kuivendustöid ligi 1,16 miljoni hektari suurusel maa-alal.

Soode kuivendamine lahtiste kraavidega ei rahulda sotsialistliku põllumajanduse nõudeid. Paratamatult tekib vajadus mitte üksnes liigvett ära juhtida, vaid veerežiimi reguleerida, mis võimaldaks tarvitusele võtta vajalikke hüdro- ja agrotehnilisi võtteid.

Selle ülesande lahendamiseks on vaja ehitada kuivendusvõrk, mis tagaks turvasmuldade veerežiimi reguleerimise mitte ainult teatud soomassiivi piires, vaid kogu kolhoosi või sovhoosi maa-alal vastavalt kasvatatavate põllumajanduslikkude kultuuride bioloogilistele erinevustele.

Sellistes tingimustes on võimalik suunata mitte ainult mulla vee-, õhu- ja soojusrežiimi, vaid ka turvasmullas arenevaid mikrobioloogilisi ja füüsikalis-biokeemilisi protsesse; järelikult rahuldada kasvatatavate kultuuride vee-, õhu- ja toitainetevajadused. Selleks et suunata turvasmullas veeolude reguleerimise tagajärjel arenevaid protsesse, on eeskätt looduslikke soid vaja tunda.

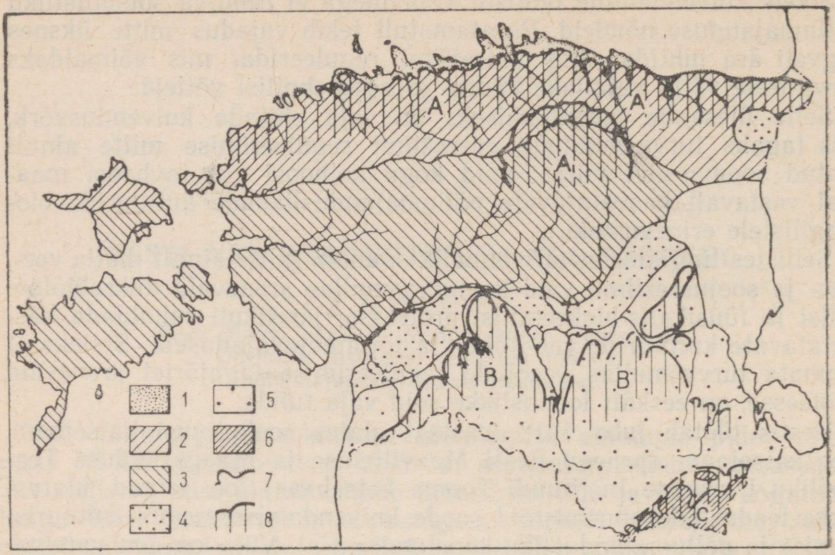
Eestis töötab juba 1910. aastast alates sookultuuri katsejaam. See katsejaam (praegu Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaas) on teinud ulatuslikke teaduslikke uurimistöid soode kuivendamise, nende kultuuristamise ja põllumajandusliku kasutamise alal. Vähe on aga varematel aastatel pööratud tähelepanu soode tundmaõppimisele.

Soode kultiveerimisel ja kultiveeritud soode kasutamisel tehakse meil soode puuduliku tundmise tõttu rohkesti vigu ning ebaproduktiivseid kulutusi. Samal põhjusel eksitakse sageli ka alus- ja väetusturba tootmisel ja kasutamisel.

Käesoleva töö ülesandeks on teha lugejale kättesaadavaks rea aastate jooksul ordoviitsiumi ja teistel aladel tehtud soode kompleksse uurimistöö tulemused.

Uurimistöö teaduslikul suunamisel osutas väärtuslikku abi Valgevene NSV suurte kogemustega soodeuurimise ala eriteadlane, põllumajandusteaduste kandidaat Z. N. Denissov, kes 1953. a suvel konsulteeris uurimistööd väliolukorras. Samuti andis uurimistöö geobotaanilise osa teaduslikul suunamisel väärtuslikku abi Eesti NSV Teaduste Akadeemia tegevliige prof. A. Vaga.

Peale Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi mullauurimise osakonna soodeuurimise grupi töötajate (L. Rätsep, K. Veber, H. Kurm, L. Müür ja L. Taliku) võtsid ordoviitsiumi ala soode uurimistööst vahetult osa sama instituudi keskkeemialaboratooriumi teaduslik töötaja H. Niine ja Eesti NSV Teaduste Akadeemia Zooloogia ja Botaanika Instituudi botaanika sektori töötajad, bioloogiateaduste kandidaadid S. Talts ja E. Varep. Eesti NSV soode põllumajandusliku uurimistöö teaduslik juhendaja oli 1947. aastast alates akadeemik J. Eichfeld.



Joonis 1. Paleozoiliste settekivimite levikualad ja vanema aluspõhja-reljeefi suurvormid (K. Orviku [13] järgi).

1. Kambriumi liivakivid ja savid. 2. Ordoviitsiumi lubjakivid ja dolomiidid. 3. Siluri dolomiidid ja lubjakivid. 4. Kesk-devoni Pärnu ja Narva jõe lademe liivakivid, mergliilised dolomiidid ja savid. 5. Kesk- ja ülem-devoni kirjuvärvilised liivakivid ja savid. 6. Ülem-devoni lubjakivid ja dolomiidid. 7. Põhja-Eesti paekallas. 8. Aluspõhja reljeefi kõrgustikud. A. Põhja-Eesti lavamaa Pandivere kõrgustikuga (A_1). B. Kesk-devoni lavamaa. C. Ülem-devoni lavamaa.

Рис. 1. Распространение палеозойских отложений и крупных форм древнего рельефа (по К. Орвику [13]).

1. Песчаники и глины кембрия. 2. Известняки и доломиты ордовика. 3. Доломиты и известняки силура. 4. Песчаники, мергелистые доломиты и глины пярнуского и нарвского горизонтов среднего девона. 5. Пестроцветная толща песчаников и глин среднего и верхнего девона. 6. Известняки и доломиты верхнего девона. 7. Северо-Эстонский глин. 8. Возвышенности древнего рельефа. А. Северо-Эстонское плато с возвышенностью Пандивере (A_1). В. Средне-девонское плато. С. Верхне-девонское плато.

1. EESTI NSV-s TEHTAVA SOODEUURIMISTÖÖ EESMÄRK, MAHT JA ÜLEVAADE

Töö eesmärk ja maht

Eesti NSV territooriumi aluspõhja moodustavad kambriumi, ordoviitsiumi, siluri ja devoni ajastul tekkinud settekivimid (joonis 1). Need paleozoilise aluspõja lademed mõjutavad pinnakatte ehitust ja mullastikku ordoviitsiumi-siluri ja devoni aladel erinevalt. Sellest tingituna esinevad teatud erinevused ka nende alade soomassiivides. Kogutud uurimisandmete põhjal selgitatakse käesolevas töös soode geneetilisi erinevusi ordoviitsiumi aladel.

1953. a. suvel uuriti ordoviitsiumi alal valiku korras 7200 ha.

Varem on ordoviitsiumi alal soid uuritud ümmarguselt 60 000 ha ulatuses. Seega oli autori kasutada uurimismaterjale ümmarguselt 67 000 ha suuruse sooala kohta.

Eesti NSV soodefondi ja seega uurimistöö kogu mahtu on raske kindlaks teha, kuna Eesti NSV soodefondi määramisel on praegu aluseks kolm allikat, mille andmed üksteisest suuresti erinevad. Need on A. Vellneri soode kaart (27), A. Raudsepa raamat «Eesti NSV turbasood» (17) ja Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi Maaparanduse Peavalitsuse poolt koostatud Eesti NSV soode kaart. Eesti NSV soode arv ja pindala arvatav suurus nende allikate alusel on toodud tabelis 1.

Tabel 1

Eesti NSV soode pindala arvatav suurus

Autor	Soode arv	Soode pindala km²
A. Vellner	517	6768
A. Raudsepp	935	3260
Maaparanduse Peavalitsus . .	950	5580

Tabelis 1 Eesti NSV soode pindala suuruse kohta toodud andmeist ei vasta tegelikkusele ükski, kuna soode tegelik pindala on toodud andmeist märksa suurem. Seniste uurimiste ja kaardimaterjalide andmeil meie poolt tehtud esialgse kokkuvõtte kohaselt moodustab üksnes suuremate (üle 100 ha) soode pindala 675 000 ha, mis katab ümmarguselt 16% Eesti NSV pindalast. On siiski põhjust arvata, et soode pindala ulatub vähemalt 900 000 hektarini, mis moodustab üle 20% vabariigi üldpindalast.

Kuivõrd suur osatähtsus soode pindala kindlakstegemisel on väikestel soodel, seda näitavad soode uurimised Läti NSV-s (1). Neljas administratiivrajoonis tehtud väiksemate, alla 50 ha suuruste soode uurimise tulemusel suurenes uuritud soode pindala 57% võrra.

Sood esinevad laialipillatult üle kogu Eesti NSV territooriumi. Rohkem levinud on sood siiski vabariigi mandriosas, saartel esineb soid vähem. Mandril omakorda on soode poolest rikkamad Lääne-, Kesk- ja Põhja-Eesti; Lõuna-Eestis, eriti Kagu-Eestis, on suuremaid soomassiive vähem.

Ülevaade soode uurimistöödest Eesti NSV-s

Baltimaadel alustati töid soode kuivendamiseks ja kultiveerimiseks üldiselt märksa varem kui teistes tsaristliku Venemaa kubermangudes. Nii teatab I. F. Stuckenberg (20), et esimene kuivendus

endises Eestimaa kubermangus tehti 1650. a., millal Tallinna ümbruses kuivendati 6 ruutversta suurune niit. Peale selle kuivendati Peeter I korraldusel Tallinna linna piires 4 ruutversta suurune soo. I. Granov (4) teatab, et XVIII sajandi keskel mõned Saaremaa talupojad kuivendasid soid. C. R. Jakobsoni (6) andmeil laskis esimese savitorudreenidega kuivendamise Põhja-Eestis teha 1853. a. Alexander von Pahlen Vaida mõisas, kus dreeniti 10 vakamaad põldu, kusjuures see töö läks maksma 129 rubla 70 kopikat.

Üksikuid Venemaa majapidamisi kirjeldades (12) on toodud soode kuivendamise kohta andmeid möödunud sajandi lõpust endise Liivimaa kubermangu Tammiste ja Kastre mõisa kohta. Selle järel algasid Tammistu mõisas kuivendustööd 628 tiinu suurusel soomassiivil 1886. a. ja lõppesid 1896. a. Kastre mõisas kuivendati alates 1892. a. soid söödabaasi tugevdamise otstarbel. F. G. Rathlef (16) toob andmeid madalsoo kultiveerimisest endises Tartu Sordiaretusjaamas aastail 1909—1911. Veel on teada sookultuuride rajamisi Uue-Suislepas 1898. a., Kärdes 1900. a., Soosaares 1904. a. jm.

Soode põllumajanduslikule kasutamisele asudes on mõned mõisad, näiteks Soosaare, Kärde, Päri ja Hõreda, lasknud kultiveerimisele võetavatelt sooaladelt teha turvasmulla keemilisi analüüse Breemeni ja teistes sookatsejaamades. Analüüsimisel on määratud P_2O_5-, CaO-, N- ja K_2O-sisaldus turvasmullas. Need turvasmuldade keemilist koostist iseloomustavad andmed on arvatavasti esimesi ning seega ka vanemaid Eesti NSV sooaladelt.

Kuna esimesed sookultuurid andsid paljudes mõisates küllaltki häid tulemusi, siis võis mõisnike seas märgata huvi tõusu soode kultiveerimise vastu. Seetõttu asutasid mõisnikud 1908. a. Balti Sooparanduse Seltsi (11), kelle ülesandeks oli juhtida ja arendada Balti kubermangude mõisates soode kultiveerimist. 1910. a. asutas Balti Sooparanduse Selts Tooma Sookatsejaama. Et selgusele jõuda, milliste omaduste ja põllumajandusliku väärtusega on sookatsejaama rajamiseks määratud soo, uuriti 1910. a. Tooma sooala. See ongi esimesi teadaolevaid soode uurimisi Eesti NSV alal.

Kodanlikus Eestis uuriti põllumajandusliku taimekasvatuse seisukohalt 1924. ja 1925. a. soid, peamiselt madalsoid, kokku 69 eri kohas. Peamine töö seisis uurimiseks valitud soode turvasmuldade lagundumisastme ning keemilise ja botaanilise koostise määramises. Selleks võeti proovid pindmisest 0—20 sm ja 20—40 sm sügavusest kihist.

Tooma Sookatsejaama edasise tegevuse kestel tehti põllumeestele vastava tasu eest turvasmulla keemilisi analüüse kultiveerida kavatsetavailt sooaladelt võetud proovidest. Selle tulemuseks on aastatepikkuse tööga kogunenud turvasmulla keemilise analüüsi andmeid kokku 191 proovi kohta.

Veel on kodanlikus Eestis mõningaid sooalasid uuritud tööstuslikul otstarbel. Viimastest võiks nimetada Lavassaare, Tootsi, Lehtse, Ellamaa, Sooniste, Sõjamäe, Ulila ja Pääsküla soomas-

siive. Teaduslikult seisukohalt uuris raba tüüpe I. Paasio (14). Samuti tegeles soode uurimisega P. Thomson.

Topograafilise kaardi läbitöötamise tulemuste põhjal koostas prof. A. Vellner (27) 1922. a. Eesti hüdrograafiliste olude selgitamiseks soode nimestiku.

Eespool toodust selgub, et nii tsaariaegses kui ka kodanlikus Eestis uuriti soid ühekülgselt. Uurimine haaras ainult väikest osa sooalast ning sealgi uuriti vaid mõningaid soo üksikomadusi. Sagedasemaks uurimisobjektiks on olnud turba botaaniline ja keemiline koostis ning küttevääртus.

Pärast nõukogude korra taaskehtestamist Eestis 1940. a. tõusis soode uurimise küsimus esmakordselt tõsiselt päevakorda. Tolleaegse Põllutöö Rahvakomissariaadi Maaparanduse ja Asunduse Valitsuse töökavasse võeti kõigi soode ülduurimistööd. Selleks koostati soode uurimise kava ning instruktsioonid selle elluviimiseks. Ühtlasi korraldas Maaparanduse ja Asunduse Valitsus soouurijaile kuuajalised kursused.

1941. a. katkestas fašistlik okupatsioon soodefondi uurimise mitmeks aastaks. Kokku uuriti 1940.—1941. a. 13 suuremat sood.

Pärast Nõukogude Eesti vabastamist fašistlikust okupatsioonist alustati soodeuurimistöid uuesti 1946. a., kuid nüüd juba Eesti NSV Teaduste Akadeemia Tööstusprobleemide Instituudi (hiljem Energeetika Instituut) süsteemis. Aastail 1946—1948 uuriti Eesti NSV Teaduste Akadeemia Tööstusprobleemide Instituudi poolt endisel Lääne-, Harju-, Pärnu- ja Viljandimaal kokku 57 sood.

Arvestades soode suurt põllumajanduslikku tähtsust Eesti NSV-s, korraldati 1946. a. Eesti NSV Põllumajanduse Ministeeriumi algatusel soode uurimise küsimuses tolleaegses Tooma Soouurimise ja Katseinstituudis vastav nõupidamine. Soode uurimise küsimusi käsitleti ka Eesti NSV Teaduste Akadeemia bioloogia- ja põllumajandusteaduste osakonna sessioonil 16.—18. jaan. 1947. a. (15). Tähendatud nõupidamisel ja sessioonil peeti vajalikuks soode uurimist tunduvalt laiendada.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia Taimekasvatuse Instituudi Tooma filiaalile tehtigi ülesandeks alustada Eesti NSV soode uurimist põllumajandusliku taimekasvatuse seisukohalt. Pärast vastava metoodika koostamist alustati 1947. a. Eesti NSV soode põllumajanduslikku uurimist üksikutel suurematel soomassiividel.

Seoses üleminekuga sotsialistlikule põllumajandusele tekkis vajadus osutada soode uurimisele senisest veelgi suuremat tähelepanu. Seda arvestades loodi Eesti NSV Teaduste Akadeemia Taimekasvatuse Instituudi Tooma filiaali baasil 1949. a. sügisel iseseisvaks muudetud Maaparanduse ja Sookultuuri Instituudis (MSI) soodeuurimise sektor.

Koondanud enda ümber soodeuurimise ala eriteadlasi ja täiendanud teaduslikeks uurimistöödeks vajalikku tehnilist varustust, asus MSI soodeuurimise sektor juba 1951. a. ulatusliku ülesande lahendamisele. Koostöös Eesti NSV Teaduste Akadeemia Majan-

duse Instituudi, Taimekasvatuse Instituudi, Zooloogia ja Botaanika Instituudi ning Loomakasvatuse ja Veterinaaria Instituudiga uuriti sel aastal kompleksse uurimistööna läbi kõik Eesti NSV läänesaarte (Saaremaa ja Hiiumaa) suuremad sood. 1952. a. uuriti koostöös eespool nimetatud instituutidega läbi Kesk-Eestis Paide ja Türi rajoonis kõik suuremad varem uurimata sood ja peale selle veel iseseisva uurimistööna kõik Haapsalu ja Lihula rajooni seni uurimata suuremad sood.

1953. a. suvel tehti valiku korras kompleksset uurimistööd ordoviitsiumi alal vabariigi pealinna Tallinna ja meie suurima tööstuskeskuse — põlevkivibasseini — põllumajanduslikku tootmistsooni kuuluvates rajoonides. 1954.—1955. a. toimusid kompleksed soodeuurimistööd Kagu-Eestis, 1956. ja 1958. a. Edela-Eestis ning 1957. a. Pandivere kõrgustiku alal.

Kokku on Eesti NSV-s kõigi asutuste poolt uuritud seisuga 1. 01. 1960. a. ümmarguselt 400 000 ha sood. Sellest on põllumajanduslikust seisukohast uuritud ümmarguselt 185 000 ha.

Soode uurimisel kasutatakse kehtestatud soodeuurimise üldeeskirju (19), kus leiduvad vajalikud korrektuurid soode kõlblikkuse selgitamiseks põllumajanduslikku taimekasvatuse seisukohast. Uurimistöö koosneb väli- (ekspeditsiooni-) ja laboratoorsetest töödest.

Väliolukorras uuritakse järgmisi küsimusi:

a) Sood ümbritseval mineraalmaal

1) selgitatakse uuritava soo asukoha geomorfoloogiline iseloom;
2) selgitatakse soo tekke põhjusi üksikutel reljeefivormidel;
3) antakse soo ümbruse reljeefi kirjeldus;
4) uuritakse sood ümbritseva mineraalmaa geoloogiat ja mullastikku, milleks kaevatakse tüüpilisematesse kohtadesse šurfid ja võetakse mullaproovid;
5) määratakse vee seis soo lähedal asuvates kaevudes;
6) soode hüdroloogilise režiimi selgitamiseks võetakse laboratoorseks uurimiseks veeproovid;
7) antakse eelvoolu lühike kirjeldus.

b) Soos

1) selgitatakse turbalasundi sügavus sondeerimise teel;
2) antakse soo taimkatte üksikasjalik kirjeldus rinnete järgi;
3) tehakse soo mikroreljeefi kirjeldus;
4) määratakse kändude esinemise sagedus pinnal ja turbalasundis;
5) tehakse kindlaks turbalasundi stratigraafia, milleks võetakse proovid kogu profiili ulatuses 25 sm kaupa (vajaduse korral ka tihedamalt), samuti võetakse proovid turba keemiliste omaduste kindlaksmääramiseks;

6) võetakse keskmised proovid pindmisest kihist agrokeemilisteks analüüsideks ja füüsikaliste omaduste määramiseks;
7) võetakse proovid eoste ja õietolmu analüüsiks;
8) uuritakse soomassiivi hüdroloogilist režiimi;
9) looditakse tüüpilisemad sooalad.

Väliolukorras soode stratigraafia uurimiseks võetud proovid analüüsitakse laboratooriumis mikroskoopilise määramise teel. Kõigis proovides määratakse turba lagundumisaste Varlõgini meetodi järgi ja tehakse selle botaaniline analüüs ning määratakse turbamoodustajate taimede liigiline protsentuaalne esinemine turbas.

Turba keemilise koostise selgitamiseks võetud proovides määratakse: pH, tuhasus, CaO, P_2O_5, MgO, Fe_2O_3, Al_2O_3 ja N. Pindmisest kihist võetud turbaproovides määratakse: lagundumisaste, erikaal, mahukaal, poorsus, niiskus, pH, tuhasus, CaO, P_2O_5 ja N. Veeproovides määratakse: pH, kuivjääk, oksüdeeritavus, Fe_2O_3 ja CaO.

Eesti NSV Ministrite Nõukogu määrusega on Eesti NSV turbafondide uurimise organiseerimine, arvelevõtmine ja ekspluatatsioon pandud Eesti NSV Ministrite Nõukogu juures asuvale Geoloogia ja Maapõuevarade Kaitse Valitsusele.

2. SOODE TEKKIMISE JA ARENGU TINGIMUSI ORDOVIITSIUMI ALAL

Ordoviitsiumi alal, nagu mujalgi Eesti NSV-s, koosneb aluspõhi vanematest paleozoilistest lademetest, mis on kaetud pinnakatet moodustavate kvaternaarsete setetega. Paleozoilised ordoviitsiumi paekivimid, dolomiitjad ja merglilised lubjakivid piirnevad põhjast paekalda all kambriumi liivakivide ja savidega, lõunast siluri ladestu lubipaate ja dolomiitidega.

Uuritud soodele moodustavad geoloogilise aluspõhja alljärgnevad ordoviitsiumi lademed: lasnamäe (C_I^b), uhaku (C_I^c), idavere (C_{III}), jõhvi (D_I), keila (D_{II}), vasalemma (D_{III}), rakvere (E), nabala (F_I^a), pirgu (F_I^c), vormsi (F_I^b) lubjakivid ja kohati põlevkivi (Kukruse). Need lademed moodustavad sageli soo mineraalse põhja.

Pinnakatte tüsedus ordoviitsiumi alal on vahelduv. Sageli esineb paepealseid loodusid (alvareid), kus aluspõhi ei ole kas üldse kaetud või on kaetud ainult õhukese mullakihiga. Niisuguseid alasid leidub Tallinna ümbruses ja paekalda läheduses.

Pinnakate koosneb valdavalt irdkivimeist (lahtiseist pudedaist kiviliikidest), nagu liiv, savi, kruus ja nende segu mitmesuguses vahekorras. Sageli koosneb pinnakate soo- ja järvesetteist, näiteks turbast, sapropeelist, merglist jne. Pinnakatte tüsedus vaadeldaval alal ei ole sageli suurem kui 1—2 m. Mõnel puhul tõuseb see 4—5 meetrini ja harva, vastavate pinnavormide esinemisel, isegi mõnekümne meetrini.

Tekkeliselt on pinnakate kõige viimaste, võrdlemisi lühikeste geoloogiliste ajajärkude, nimelt jääaja ja jääajajärgse aja (ühise nimetusega kvaternaar) moodustis. Jääaegsed setted on oma koostiselt mitmekesised ja moodustavad mitmesuguseid pinnavorme. Mannerjää sulamisel mahajäänud sortimata saue, liiva ja munakate segu kannab põhimoreeni nimetust. Ülekaalukalt põhimoreenne raudkivi- ja paeräharikas pinnakate levib kogu ordoviitsiumi alal, kuid kohati on ta kaetud hilisjääaegse ja jääajajärgsete kruusa- ja liivasetetega.

Mitmesuguseid sorditud jää sulavee setteid, näiteks kihilist kruusa ja liiva, leidub Tallinnas Nõmmel ja sellest kümneid kilomeetreid lõuna poole, samuti Aegviidu ümbruses. Ka Harju rajooni idaosas ja Tapa rajooni loodeosas esineb rohkesti kruusakat liiva, kuid ka sorteeritud peenliiva (mölle). Rakvere rajoonis levivad liivkruusased vallseljakud (oosid) suhtelise kõrgusega kuni 20 m.

Kõrgemateks aladeks on Pandivere kõrgustiku läheduses paiknevad alad, kus maapinna absoluutne kõrgus küünib kuni 100 m. Mujal ei ulatu maapinna kõrgus merepinnast üle 80 m.

Pinnavormidest esineb kõige sagedamini mitmesuguseid seljakuid, voori, künkaid, astanguid ja orge ning lohke. Nende pinnavormide suhteline kõrgus kõigub mõne meetri piirides ja tõuseb harva üle 10 m. Valdavas enamikus on need pinnavormid jääaegsed pinnakattemoodustised, kuid sageli esineb ka aluspõhjalisi paekõrgendikke, mis on õhukeselt (1—2 m) kaetud moreeniga. Negatiivsed pinnavormid — orud ja nõod — on sageli uuristatud aluspõhja. Jõgede orud (lammid) on nõrgalt välja kujunenud.

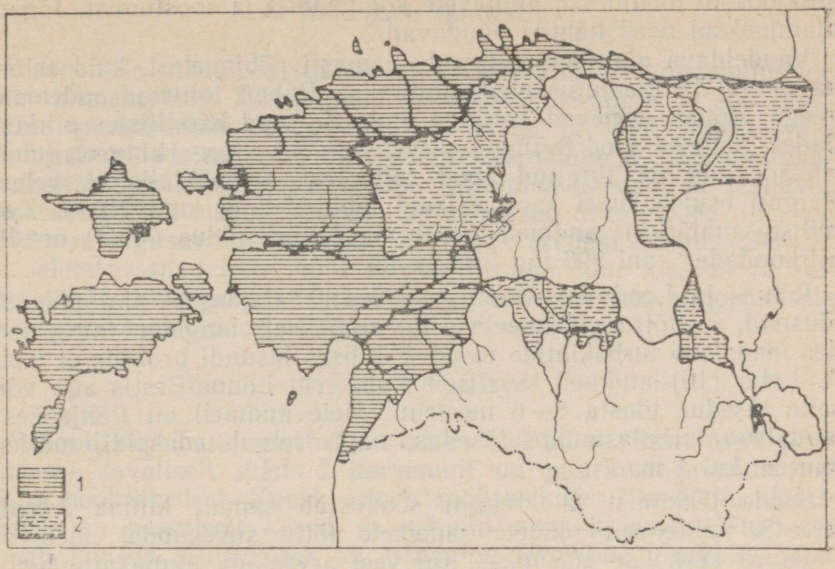
Positiivsetest pinnavormidest esineb kõige rohkem mitmesuguseid madalaid künniseid ja kitsaid seljakuid (Raasiku ümbruses, Vahe-Eestis ja Pandivere kõrgustikul), voorte osatähtsus on väike.

Vaadeldavale ordoviitsiumi alale, mis on lääne- ja idaosas tasane ning omab vaid nõrka kallet, on tekkinud võrdlemisi rohkesti soid. Sood on sageli oma alguse saanud jääajajärgsetest madalatest järvedest. Ka ooside ala, millel leidub rohkesti nõgusid, on osutunud soodsaks soode tekkimisele.

Ordoviitsiumi ala soodele on iseloomulik, et peaaegu kõigi nende põhjas võib leida järvesetteid, mis on tõendiks nende järvelisest tekkest. Enamik soodest on käesolevaks ajaks oma arengus jõudnud raba staadiumini. Paljudel juhtudel võtab raba enda alla ainult osa soost või esineb üksikute pesadena.

Ordoviitsiumi alal on valitsevaks mulla lähtekivimiks raudkividega segunenud paerünkaline ja rähkne plinkjas valkjashall kõrge karbonaatsusega moreen — rähkmoreen, millele on kujunenud tüüpilised kamar-karbonaatmullad — rähkmullad.

Madalama asendiga aladel on rähkmoreen enamasti peeneteraliste setetega kaetud, milles põhjavesi on kõrgel. Mullad setetel ja madalama asendiga moreenil on enamasti soostunud. Siin on



Joonis 2. Jääjärvede ja hilisjääaegse üleujutuse ala, mis eraldab Eesti NSV territooriumi Madal- ja Kõrg-Eestiks.

1. Hilisjääaegse mere üleujutus. 2. Jääjärved.

Рис. 2. Площадь ледниковых озер и позднеледниковых затоплений, разделяющая территорию Эстонской ССР на две части: низменную и возвышенную.

1. Площадь трансгрессии моря в позднеледниковом времени. 2. Ледниковые озера.

kujunenud peamiselt küllastunud kamar-, glei-, kõdu-kamar-glei ja soomullad (9).

Soode tekkimisele ja arengule Eesti NSV-s avaldasid mõju veel vabariigi territooriumi üleujutused hilisjääajal ja jääajajärgsel ajal. Balti meri tegi jääajajärgsel ajal läbi Balti jääpaisjärve, Joldia mere, Antsülusjärve ja Litoriina mere staadiumid. Need mere tegevusega seoses olevad muudatused väljenduvad Eesti NSV pinnakattes niivõrd hästi, et nende põhjal jaotatakse vabariigi territoorium Kõrg- ja Madal-Eestiks, olenedes sellest, kas territoorium jäi jääajajärgsel ajal üle ujutamata või ujutati üle Balti mere mitmesuguse staadiumi vetest (joonis 2).

Nagu Madal-Eesti mullastik üldse, nii on ka selle ala sood geneetiliselt nooremad kui Kõrg-Eesti alal, kuna nad võisid tekkima hakata alles pärast mere taganemist. Ordoviitsiumi ala kuulub valdavalt Madal-Eesti alasse, kuna Kõrg-Eesti alasse kuulub vaid osa Pandivere kõrgustikust.

Ordoviitsiumi ala jõed on ülem- ja keskjooksul aeglasema vooluga kui alamjooksul. Sellest tingituna esineb jõgede ülem- ja

keskjooksul üleujutusi, pinnavete kogunemist ja soostumist. Jõgede alamjooksul need nähted puuduvad.

Vaadeldava ala sood toituvad enamasti põhjavetest, kuid esineb ka pinna- ja üleujutusvetega toitumist. Rabad toituvad sademeteveega. Kohati esinevad Tallinna ümbruse sood karstilistes piirkondades. Sellised sood toituvad surveliste põhjavetega ning on lubjarikkad, mis on tingitud sood toitvatest aluspõhjalistest vetest. Paiguti esineb suuri karstiallikaid läbimõõduga kuni 10 m. Keemiliste analüüside andmeil tõuseb vee lubjasisaldus (CaO) nendes piirkondades kuni 296 mg liitri kohta.

Põhja- ja Loode-Eestis on maapind jääajajärgsel ajal pidevalt tõusnud, mistõttu põhjaveetase on suhteliselt langenud ning soodes madalsoo turbakihtide tüsedus üldises lasundi profiilis ei ületa A. Luha (10) andmeil tavaliselt 1 meetrit, Lõuna-Eestis aga võib selle tüsedus tõusta 5—6 meetrini. Meie andmeil on Põhja-Eesti madalsoo turbalasundite tüsedus, nagu selgub edaspidi, märksa suurem kui 1 m.

Soode tekkimist ja arengut soodustab samuti kliima. Jaheda suve ja suhteliselt rohkete sademete tõttu suvekuudel ületavad sademed keskmise aurumise. Kui veel arvestada pinnakatte halba veejuhtivust ja tasase pinnareljeefiga ordoviitsiumi ala, mis soodustavad vee kogunemist, siis on olemas soodsad tingimused muldade soostumiseks.

3. SOODE TAIMKATE

Tingituna vesisest kasvupaigast on soodel eriline taimkate, milles rikkalikult esineb mitmesuguseid sambla- ja tarnaliike, kuid puu- ja põõsarinde taimestik on liigivaene.

Taimkate on funktsionaalses seoses kasvukoha looduslike tingimustega — ta sõltub eeskätt niiskuseoludest ja taimetoitainete sisaldusest mullas. Seega on looduslikult kujunenud taimkate heaks indikaatoriks kasvupaiga hindamisel.

Turbalasundi areng peegeldab vastavalt vee- ja toiterežiimi muutustele toimunud taimekoosluste vaheldumist. Ühe või teise taimekoosluse esinemine taimkattes iseloomustab teatud kindlat faasi soo arengus.

Sootüüpidest esinevad uuritud alal madalsoo, siirdesoo ja raba. Vastavalt sellele on levinud madalsoo, siirdesoo ja raba taimekooslused. Alljärgnevas ülevaates pole iseloomustatud nendes sootüüpides esinevaid taimeassotsiatsioone, mis on küll taimkonna uurimise põhiühikuiks, vaid on kirjeldatud soodes levivaid assotsiatsioonide rühmi (24).

Järgnevalt peatume uuritud soode arengustaadiumide vaatlemisel.

A. Madalsoo taimestik

Eutroofsele madalsoo tüübile on iseloomulik arengustaadiumide suur mitmekesisus. Turbalasundi moodustumise algus ja soo edaspidine arenemiskäik on eelkõige soo põhja ja sood ümbritsevate mineraalmuldade mõju all. Soo mineraalse põhja ja ümbruse tuhaelementide sisaldus, nende soosse sattumise iseloom ja põhjavee mineraalsoolade rikkus loovad mitmekesised tingimused nii soo tekkimise alguses kui ka tema järgnevas arenemiskäigus. Sellega on seletatav madalsoo tüübi algstaadiumide suur kirevus ja selliste seaduspärasuste puudumine, nagu võib märgata oligotroofsete ja mesotroofsete soode arengus.

1) Puuderühm

Ordoviitsiumi alal uuritud sookaasikutes lisanduvad puurindesse tavaliselt männid, harvemini on puurinne moodustatud ainult sookaskedest. Kuusk esineb sookaasikutes harvemini. Järelkasvus on peamiselt kased ja männid ning kraavide läheduses kohati kuused. Alusmetsas on esindatud *Rhamnus frangula, Salix repens, S. cinerea.* Rohurindes on sagedased *Pyrola rotundifolia, P. secunda, Festuca rubra, Filipendula ulmaria, Geum rivale, Aspidium cristatum, A. thelypteris, Rubus saxatilis, Comarum palustre* jt. Samblarindes kasvavad *Climacium dendroides, Aulacomnium palustre, A. cuspidatum, Hylocomium proliferum* jt.

Kaskede ja mändide kõrgus on 5—10 m, läbimõõt kaskedel 5—15 sm, mändidel 6—20 sm. Metsa vanus on 15—40 a., metsa täius 0,3—0,5. Puid esineb hektaril keskmiselt 1400—1600. Boniteet IV—V. Puidutoodang hektarilt on 30—50 tihumeetrit.

Mikroreljeef on enam-vähem tasane. Mättad asuvad puude alustel ning katavad kuni 20% pindalast. Mätaste kõrgus on kuni 45 sm. Mättaid moodustavad samblad. Maa on niiske kuni märg. Sookaasikud on tekkelt sekundaarsed.

Soomännikute puurindes valitseb vahekord 5 mändi + 5 kaske, 6 mändi + 4 kaske + üksikud kuused jne. Järelkasvus esinevad männid, kased ja vähesel määral kuused. Põõsarindes on levinud *Juniperus communis, Rhamnus frangula, Salix cinerea, S. repens.*

Rohurindes kasvavad *Pyrola secunda, Comarum palustre, Aspidium cristatum, Pyrola rotundifolia, Geum rivale, Aspidium spinulosum, Potentilla erecta, Cirsium palustre, Lysimachia vulgaris, Deschampsia caespitosa, Festuca ovina, Rubus saxatilis, Melampyrum prantense* jt. Samblarindes on esindatud *Pleurozium Schreberi, Hylocomium proliferum, Polytrichum* liigid, *Aulacomnium palustre, Climacium dendroides* ja mätastel ka *Sphagnum magellanicum, S. palustre* jt.

Mändide ja kaskede kõrgus on 8—10 m, läbimõõt 8—16 sm; kuuskede kõrgus 8 m, läbimõõt 10—11 sm. Metsa vanus on

30—40 a. Metsa täius 0,5—0,6. Puude arv hektaril 2000—3000. Boniteet IV—V. Puidutoodang hektarilt on 55 tihumeetrit.

Mikroreljeef on väikemätlik. Mätaste kõrgus kuni 20—25 sm (üksikud 40—50 sm), pikkus kuni 65 sm ja laius kuni 50 sm. Mättad asuvad puude all ja on moodustatud peamiselt sammaldest, katavad 10—20% pindalast. Maa on niiske, kohati märg.

K u u s e m e t s a s valitseb kuusk, millele lisanduvad kask ja mänd, harvemini sanglepp, vahekorras: 8 kuuske + 1 mänd + 1 kask; 8 kuuske + 2 kaske + üksikud sanglepad jt. Järelkasvus esinevad kuused kõrgusega 2—6 m. Põõsarindes kasvavad *Rhamnus frangula, Rh. cathartica, Sorbus aucuparia, Juniperus communis, Viburnum opulus, Ribes alpinum,* harvemini *R. nigrum, Ulmus scabra, Acer platanoides, Tilia cordata.*

Rohurindes on levinud *Mercurialis perennis, Cirsium oleraceum, Pyrola secunda, Oxalis acetosella, Crepis paludosa, Epipactis latifolia, Geranium Robertianum, Lactuca muralis, Carex digitata, Agropyrum caninum, Luzula pilosa, Fragaria vesca, Calamagrostis lanceolata, Dryopteris Linnaeana* jt. Samblarindes leiduvad *Pleurozium Schreberi, Hylocomium proliferum, Rhodobryum roseum, Mnium sp., Rhytidiadelphus triquetrus* jt.

Kuuskede kõrgus on 15—18 m, läbimõõt 16—26 sm, kaskede ja mändide dimensioonid vastavad kuuskede omadele või on väiksemad. *Alnus glutinosa* kõrgus on 10—14 m, läbimõõt 13—15 sm. Metsa täius 0,5—0,6. Puude arv hektaril 1400—1600. Vanuseklass IV—V. Boniteet III—IV. Puidutoodang hektarilt 100 tihumeetrit.

Mikroreljeef on enam-vähem mätlik. Mättad on kuni 60 sm kõrged ja asuvad puude alustel ning vanade lagunevate kändude kohal. Mättad moodustuvad sammaldest ning katavad 15—20% pindalast. Maa on niiske.

Kuusesegametsad esinevad õhukestel 20—40 sm tüsedusega hästilagundunud turbaga lasunditel, mis paiknevad kuivendatud soode äärealadel.

L e p i s t i k k u d e s on leppade kõrgus kuni 6 m. Leppadele (*Alnus incana*) lisanduvad *Fraxinus excelsior, Rhamnus frangula* jt. Leppade seas esinevad üksikud 16—18 m kõrgused kuused. Rohurindes leiduvad *Angelica silvestris, Rubus idaeus, Campanula patula, Hepatica triloba, Filipendula ulmaria, Brunella vulgaris* jt.

Lepistikud on tekkelt sekundaarsed, nad on arenenud kuusesegametsade asemele.

2) P u u - r o h u r ü h m

S e s l e r i a c o e r u l e a assotsiatsioonirühm on tavaliselt puisniidu iseloomuga. Puud esinevad üksikult ja nende ümber paiknevad põõsad. Puudest on sagedasemad *Betula pubescens,* kõrgusega 6—8 m, läbimõõduga 6—15 sm, *Picea exelsa,* kõrgusega 6—10 m, läbimõõduga 9—20 sm ja *Pinus silvestris,* kõrgusega 6—10 m, läbimõõduga 8—14 sm. Põõsastest, mille kõrgus on 0,6—4 m, on peale

Joonis 3. Madalsoo *Sesleria coerulea* assotsiatsioonirühm.
Рис. 3. Низинное болото с *Sesleria coerulea.*

sookase sagedasemad *Rhamnus frangula, Juniperus communise, Salixi* liigid, *Sorbus aucuparia* ning üksikud *Viburnum opuluse* põõsad.

Rohurindes, mille kõrgus on 40—50 sm, kasvavad *Sesleria coerulea, Carex panicea, C. flava, Deschampsia caespitosa, Brunella vulgaris, Primula farinosa, Galium mollugo, Briza media, Festuca rubra, Alchemilla vulgaris* jt.

Võrdlemisi hõredas samblarindes esinevad *Drepanocladus intermedius, Mnium* sp., *Pleurozium Schreberi, Fissidens adianthoides* jt.

Mikroreljeef on tasane. Maa on niiske, kamar võrdlemisi tihe. Heinasaak, olenevalt võsastumise astmest, 3—8 ts/ha. Tekkelt on *Sesleria coerulea* assotsiatsioonirühm sekundaarne.

Molinia coerulea assotsiatsioonirühmas esinevad puud ja põõsad samuti üksikute rühmadena. Neist sagedasemad on sookased ja männid, kõrgusega 2—6 m, läbimõõduga 3—10 sm. Põõsastest esinevad sookased, paju liigid, *Rhamnus frangula, Juniperus communis.*

Rohurindes, mille kõrgus on kuni 60 sm, kasvavad *Molinia coerulea, Sesleria coerulea, Carex flava, C. panicea, Phragmites communis, Primula farinosa, Potentilla erecta, Filipendula ulmaria, Succisa pratensis, Parnassia palustris, Menyanthes trifoliata, Co-*

marum palustre jt. Samblarinde moodustavad peamiselt *Drepanocladus intermedius* ja *Campylium stellatum.*

Mikroreljeef on väikemätlik. Maa niiske. Heinasaak 4—5 ts/ha. *Molinia coerulea* assotsiatsioonirühm on levinud kuivenduse mõjul, tekkelt sekundaarne.

Schoenus ferrugineuse assotsiatsioonirühmas esinevad puud ja põõsad üksikult ning võrdlemisi hõredalt. Puudest esinevad männid kaskedest sagedamini. Mändide kõrgus on 2—5 m, läbimõõt 3—12 sm, kaskede kõrgus 1—3 m. Põõsastest kasvavad peamiselt *Juniperus communis, Rhamnus frangula, Salix repens.*

Rohurindes on esindatud *Schoenus ferrugineus, Molinia coerulea, Sesleria coerulea, Carex lasiocarpa, Tofieldia calyculata, Epipactis palustris, Pinguicula vulgaris, Menyanthes trifoliata, Saussurea alpina, Parnassia palustris* jt. Samblarinde koosseisu moodustavad peamiselt *Drepanocladus intermedius, Campylium stellatum, Drepanocladus lycopodioides.* Samblarinne on võrdlemisi tihe.

Kohati esinevad *Schoenus ferrugineuse* assotsiatsioonirühmas veel *Myrica gale, Betula nana* ja *Betula humilis,* kusjuures ka mändidel on koosseisus küllaltki suur osatähtsus. Rohurindes omavad tähtsust *Molinia coerulea* ja *Trichophorum alpinum.* Rabastumistendents ilmneb selgesti.

Mikroreljeefis on kuni 15 sm kõrgused *Schoenus ferrugineuse* mättad. Puude ümber on mättad kuni 35 sm kõrged ja katavad kuni 15% pindalast. Mätaste moodustajaks on samblad *Pleurozium Schreberi, Aulacomnium palustre, Hylocomium proliferum.* Mätastel kasvavad sageli *Empetrum nigrum, Rubus saxatilis, Vaccinium vitis-idaea, Filipendula ulmaria* jt.

Maa on märg kuni vesine. Heinasaak 2—3 ts/ha. Kasutatakse karjamaana. *Schoenus ferrugineuse* assotsiatsioonirühm on tekkelt primaarne.

Carex panicea assotsiatsioonirühmas esinevad puudest sookased ja männid, harvemini kuused. Põõsastest sookased, *Juniperus communis, Rhamnus frangula* ja pajuliigid.

Rohurinde kõrgus on 15—45 sm. Temas esinevad *Carex panicea, C. flava, Sesleria coerulea, Briza media, Molinia coerulea, Comarum palustre, Carex Goodenowii, Galium boreale, Vicia cracca* jt. Samblarinne on võrdlemisi hõre. Esinevad *Pleurozium Schreberi, Drepanocladus intermedius, Campylium stellatum, Mnium* sp. jt.

Mikroreljeef on enam-vähem tasane kuni väikemätlik, mätaste kõrgus kuni 20 sm. Heinasaak on olenevalt võsastumise astmest 3—6 ts/ha. Maa on niiske. *Carex panicea* assotsiatsioonirühm on tekkelt sekundaarne.

Carex lasiocarpa assotsiatsioonirühm on iseloomult lagedam, siin esinevad üksikud madalad männid ja kasepõõsad. Mändide kõrgus on kuni 5 m, läbimõõt kuni 10 sm, kaskede kõrgus kuni 2 m. Põõsastest esinevad peamiselt *Juniperus communis* ja *Salix repens.*

Rohurindes kasvavad *Carex lasiocarpa, C. Hostiana, Schoenus*

ferrugineus, C. flava, C. limosa, Peucedanum palustre, Menyanthes trifoliata, Drosera anglica, Oxycocus quadripetalus, Utricularia minor jt. Samblarinde koosseisu moodustavad peamiselt *Drepanocladus intermedius* ja *Campylium stellatum*, vähemas ulatuses esinevad *Camptothecium trichoides, Drepanocladus lycopodioides, Meesea triquetra*. Samblakate on tihe.

Mikroreljeef enam-vähem tasane. *Schoenus ferrugineuse* mätaste kõrgus on 15—18 sm, läbimõõt keskmiselt 20 sm. Puid ümbritsevate mätaste kõrgus on 30—35 sm. Mättad katavad kuni 10% pindalast. Mättad puude ja põõsaste ümber on moodustatud sammaldest *Hylocomium proliferum, Aulacomnium palustre, Sphagnum Warnstorfii* jt. Maa on vesine. Heinasaak 4 ts/ha. *Carex lasiocarpa* assotsiatsioonirühm on tekkelt primaarne.

Carex Davalliana assotsiatsioonirühmal on puisniidu ilme. Puudest esinevad *Betula pubescens, Picea exelsa* ja *Pinus silvestris*. Kaskede kõrgus on 6—8 m, läbimõõt 6—12 sm, kuuskede kõrgus on 6—7 m, läbimõõt 8—10 sm ning mändide kõrgus 6—10 m ja läbimõõt 8—12 sm. Puisniidul asetsevad puud kohati tihedate gruppidena. Põõsarindes on levinud *Rhamnus frangula, Salixi* liigid, *Sorbus aucuparia, Juniperus communis, Alnus incana* ja vähesel määral *Padus racemosa*.

Rohurindes, mille kõrgus on kuni 50—60 sm, kasvavad *Carex Davalliana, C. flava, Sesleria coerulea, Phragmites communis* (kohati), *Molinia coerulea, Briza media, Angelica silvestris, Succisa pratensis, Vicia cracca, Potentilla erecta, Valeriana officinalis* jt. Samblarindes esinevad *Acrocladium cuspidatum, Drepanocladus intermedius, Camptothecium trichoides* (vähesel määral).

Mikroreljeef on mätlik — esinevad kuni 30 sm kõrgused *Carex Davalliana* mättad. Puude ümber ulatub mätaste kõrgus kuni 60 sm. Mättad koosnevad järgmistest samblaliikidest: *Pleurozium Schreberi, Hylocomium proliferum, Aulacomnium palustre, Sphagnum Warnstorfii* jt. Mätastel kasvavad *Melampyrum nemorosum, Trientalis europaea, Vaccinium vitis—idaea, Melica nutants* jt. Mättad katavad kuni 35% pindalast. Maa on niiske kuni märg. Heinasaak 4—5 ts/ha.

Carex Hostiana assotsiatsioonirühm on hõreda puisniidu ilmega, kohati esinevad ainult põõsad. Puud on madalad — kased 3—4 m kõrged, läbimõõt 4—7 sm, männid 2—4 m kõrged, läbimõõt 3—6 sm, kuuskede kõrgus 3—4 m, läbimõõt 4—7 sm. Põõsarindes esinevad *Juniperus communis, Rhamnus frangula, Salix cinerea, S. repens, S. nigricans, Alnus glutinosa*.

Rohurindes esinevad *Carex Hostiana, C. Davalliana, C. panicea, Sesleria coerulea, Succisa pratensis, C. flava, Parnassia palustris, Filipendula ulmaria, Viola palustris* jt. Samblarindes leiduvad peamiselt *Drepanocladus intermedius* ja vähemal määral *Cinclidium stygium*.

Mikroreljeef on väikemätlik. *Carex Davalliana* mätaste kõrgus on 15 sm. Puude ja põõsaste all leiduvate mätaste kõrgus on kuni

20 sm. Need mättad moodustuvad sammaldest *Pleurozium Schreberi, Aulacomnium palustre, Climacium dendroides* jt. Mätastel kasvavad *Convallaria majalis, Carex caespitosa, Vaccinium vitis-idaea, Rubus saxatilis.* Mättad katavad kuni 15% pindalast.

Maa on vesine. Ühes maa kuivemaks muutumisega lisanduvad rohkemal määral *Sesleria coerulea ja Carex Davalliana. Carex Hostiana* ja *C. Davalliana* rohke esinemine viitavad mulla lubjarikkusele. Heinasaak on 4—6 ts/ha. Tekkelt on *Carex Hostiana* assotsiatsioonirühm primaarne.

3) Rohurühm

Trichophorum alpinumi assotsiatsioonirühm on üldilmelt lage, üksikute sookaskedega, mille kõrgus on 1—4 m ja läbimõõt 4—6 sm. Põõsastest esinevad *Salix nigricans, S. rosmarinifolia, Myrica gale.*

Rohurindele annab üldilme *Trichophorum alpinum,* millele seltsivad *Calamagrostis neglecta, Phragmites communis, Carex lasiocarpa, C. panicea, C. flava, Menyanthes trifoliata, Orchis incarnata, Lathyrus palustris* jt. Samblaid on üldiselt vähe, nendest leiduvad *Drepanocladus intermedius, Campylium stellatum, Aulacomnium palustre ja Sphagnum Warnstorfii.*

Mikroreljeef on võrdlemisi tasane, 10—20 sm kõrgusega mättaid leidub peamiselt sookaskede tüvede alusel. Mättad on moodustatud sammaldest, nagu *Aulacomnium palustre, Sphagnum Warnstorfii* jt. Maa on märg. Heinasaak 5—9 ts/ha.

4) Kõlvikud

Suurima levikuga uuritud madalsoode kultiveeritud aladel on kultuurrohumaad. Nii näiteks oli 1953. a. Harju rajooni «Rahva Võidu» kolhoosis Sausti, Vaela ja Kurna soos kultiveeritud 400 ha-st madalsoost mitmeaastaste heintaimede all 386 ha. Kultuurniitudel esinevad sagedamini *Phleum pratense, Dactylus glomerata, Trifolium pratense, Tr. repens, Ranunculus acris, Deschampsia caespitosa, Mentha arvensis* jt.

Peale mitmeaastaste heintaimede esinevad uuritud ala kultiveeritud madalsoodel sagedamini kaer, oder, rukis, segavili, päevalill, söödanaeris, porgand ja kartul.

B. Siirdesoo taimestik

Siirdesoo arengustaadiumidest leidub ordoviitsiumi alal uuritud soodes looduslikus olekus metsa arengustaadium, mis esineb enamasti kitsaste ribadena rabade servas. Üldiseloomult kujutab ta

Joonis 4. Siirdesoo männik.
Рис. 4. Сосняк на переходном болоте.

niiske kuni märja maaga soometsa 40—60 sm kõrguste mätastega. Puurindes valitseb mänd, mille kõrval leidub mõnikord ka üksikuid kaski ja kuuski. Järelkasvus esinevad peamiselt männid. Alusmetsa põõsastest on sagedamad *Juniperus communis, Salixi* liigid ja *Rhamnus frangula.* Puhmarindes esinevad *Vaccinium uliginosum, Ledum palustre, Calluna vulgaris* jt. Rohurindes kasvavad *Eriophorum vaginatum, Phragmites communis, Oxycoccus quadripetalus* jt. Samblarindes on esitatud *Pleurozium Schreberi, Aulacomnium palustre, Sphagnum Girgensohnii, S. magellanicum* jt.

1) Puuderühm

Siirdesoomännikute puurindes valitseb mänd, millele lisanduvad sookased ja harvemini üksikud kuused. Järelkasvus esinevad tavaliselt männid, vähemal määral kased. Alusmetsa põõsastest esinevad peamiselt *Juniperus communis ja Salix repens.* Puhmastest levivad *Vaccinium uliginosum, Ledum palustre, Empetrum nigrum, Calluna vulgaris.*

Rohurindes esinevad *Eriophorum vaginatum, Carex globularis, Phragmites communis, Molinia coerulea, Calamagrostis lanceolata, Potentilla erecta, Melampyrum pratense, Angelica silvestris, Coma-*

rum palustre, Menyanthes trifoliata, Oxycoccus quadripetalus, Aspidium cristatum jt. Samblarindes leiduvad *Hylocomium proliferum, Pleurozium Schreberi, Polytrichum commune, Aulacomnium palustre, Sphagnum Warnstorfii, S. Girgensohnii, S. magellanicum* jt.

Puude kõrgus on 8—12 m, läbimõõt 8—15 sm. Hektaril keskmiselt 1600—1700 puud. Metsa täius 0,6. Boniteet IV—V. Puidutoodang 35—50 tihumeetrit.

Mikroreljeef on enam-vähem mätlik, mätaste kõrgus 35—60 sm. Mättad asuvad peamiselt puude all ning katavad kuni 25—35% pindalast. Sageli on mättad lamedad ja kuni 2 m pikad. Sel juhul on nad moodustatud *Sphagnumi* liikidest. Maa on niiske kuni peaaegu märg.

C. Raba taimestik

Oligotroofse taimestiku tüübi puurindes esineb ainult mitmekesistes vormides mänd. Puhmarindes leiduvad *Cassandra calyculata, Andromeda polifolia, Ledum palustre, Vaccinium uliginosum, Empetrum nigrum, Oxycoccus palustris.* Rohurindes esinevad *Eriophorum vaginatum, Rhynchospora alba, Scheuchzeria palustris, Drosera rotundifolia.* Samblarindes moodustavad põhifondi sfagnumsamblad, nagu *Sphagnum fuscum, S. magellanicum, S. balticum, S. cuspidatum, S. angustifolium, S. acutifolium.*

1) Puu-samblarühm

Rabamännikute puurindes valitseb eranditult mänd, mille kõrgus on 6—8 m, läbimõõt 8—14 sm. Järelkasvus esinevad männid, kohati järelkasv puudub. Põõsarindes kasvab vahel mõni üksik kask või paju. Puhmastest esinevad *Ledum palustre, Vaccinium uliginosum, Calluna vulgaris* jt.

Rohurindes on levinud *Eriophorum vaginatum, Rubus chamaemorus, Melampyrum pratense, Vaccinium vitis—idaea, Oxycoccus quadripetalus* jt. Samblarindes leiduvad *Dicranum undulatum, Pleurozium Schreberi, Polytrichum strictum, Sphagnum acutifolium, S. angustifolium, S. magellanicum, Cladonia rangiferina, Cl. silvatica.*

Metsa vanus 40 a., täius 0,4—0,5, boniteet IV—V klass. Hektaril esineb 1500—1600 puud. Puidutoodang hektarilt 40—50 tihumeetrit.

Mikroreljeef on võrdlemisi tasane. 10—25 sm kõrgused mättad katavad 15—20% pindalast. Mättail kasvab *Ledum palustre.*

Puisrabal esinevad *Pinus silvestris* f. *Willkommii, P. silvestris* f. *Litwinowii* esineb vähemal määral. Puhmastest esinevad

Joonis 5. Raba laugaskompleks.
Рис. 5. Грядово-озерный комплекс на верховом болоте.

Ledum palustre, Calluna vulgaris, Vaccinium uliginosum, Andromeda polifolia, Vaccinum vitis — idaea.

Rohurindes leiduvad *Eriophorum vaginatum, Drosera rotundifolia* jt. Samblarindes valitseb *Sphagnum magellanicum.* Levinud on *S. acutifolium, S. angustifolium, S. fuscum, Dicranum Bergeri, Aulacomnium palustre, Polytrichum strictum* jt.

Pinus silvestrise vanus on kuni 80. a. Boniteet V. Puid esineb hektaril 3300, kohati rohkem.

Mikroreljeef on lainjas; madalaid mättaid moodustab peamiselt *S. magellanicum.* Mätaste kõrgus on 30—40 sm. Nad katavad kuni 80% pindalast.

2) Samblarühm

Lagerabal mänd puudub. Mätastel valitsevad puhmad, eriti *Calluna vulgaris,* millele seltsivad *Rubus chamaemorus, Empetrum nigrum, Oxycoccus quadripetalus, O. microcarpus* jt. Rohttaimedest esineb *Eriophorum vaginatum.* Sammaldest esinevad *Sphagnum fuscum, S. magellanicum, S. balticum, Polytrichum strictum.* Levinud on samblikud *Cladonia rangiferina, Cl. silvatica, Cl. alpina* jt.

Kohati on välja kujunenud mätas-älveskompleks. Mättad on 20 kuni 60 sm kõrged ning katavad kuni 60% pindalast. Älvestes esineb enamasti *Sphagnum balticum*. Mättaid moodustavad peamiselt *Sphagnum fuscum, S. magellanicum, S. acutifolium, Dicranum undulatum, D. Bergeri, Polytrichum strictum* jt.

Kohati esineb laugaskompleks. Kinnikasvanud laugastes esinevad *Sphagnum balticum, Eriophorum vaginatum, Carex limosa, Scheuchzeria palustris, Andromeda polifolia*, harvemini *Rhynchospora alba*. Lauka äärtel kasvab *Sphagnum rubellum*.

D. Taime-assotsiatsioonirühmade levik

Uuritud ala madalsoo taimestiku puuderühmas on suurima levikualaga sookaasikud, puu-rohurühmas *Sesleria coerulea, Molinia coerulea* ja *Carex panicea* assotsiatsioonirühmad. Siirdesoo taimestikus omavad suurimat levikuala siirdesoomännikud. Rabas on assotsiatsioonirühmadest suurim levikuala puisrabadel.

Soode uurimise senises käigus on siluri alal fikseeritud järgmised sagedamini esinevad taimkonna assotsiatsioonirühmad (25): madalsoo assotsiatsioonide rühmadest *Phragmites communis, Carex Oederi, C. elata, C. lasiocarpa, C. limosa — Drosera anglica, C. Hostiana, C. panicea, Schoenus ferrugineus, Sesleria coerulea*, lodukaasikud, sookuusikud, sookaasikud ja soomännikud. Rabastuva madalsoo assotsiatsioonirühmadest esinevad padumännikud ja sookailu—rabamännikud ning rabade assotsiatsioonirühmadest enamasti rohtraba, puhmasraba ja puisraba assotsiatsioonirühm.

Devoni alal on soodeuurimisel seni fikseeritud järgmised madalsoo assotsiatsioonirühmad: *Carex paradoxa, C. inflata, C. lasiocarpa, Trichophorum alpinum, C. panicea — C. Goodenowii, Deschampsia caespitosa, Molinia coerulea, C. paradoxa, C. caespitosa, Glyceria fluitans, C. gracilis — C. elata, C. gracilis, C. inflata — Calamagrostis neglecta, C. diandra* ja *Sesleria coerulea*. Madalsoometsadest esinevad sagedamini kaasikud ja männikud. Harvemini esinevad kuusikud, männi- ja kuuse-segametsad. Siirdesoos levivad peamiselt siirdesoomännikud. Rabades on ülekaalus puisrabad, rabamännikud ja puis-älvesrabad. Harvemini esinevad lageraba, puis-älves-laugasraba jt.

E. Taimkatte iseloomustus soode põllumajandusliku kasutamise seisukohalt

Taimkate ühel ja samal sooalal pole ajas püsiv. Nagu me edaspidi turbalasundite ehitusest näeme, on sood ja nende üksikud osad loomuliku kasvu ja hüdroloogiliste tingimuste muutumise toimel korduvalt vahetanud taimkatet, mis põhjustas lasundi erineva ehituse.

Eriti kiiresti tekivad soode arenemiskäigus muudatused inimese tegevuse mõjul (kuivendus), nagu seda võib märgata uuritud ala soodes. Nii on madalsoo taimekooslustest tekkelt sekundaarsed sookaasikud, lepistikud, *Sesleria coerulea, Molinia coerulea, Carex panicea* ja *C. panicea — C. Goodenowii* assotsiatsioonirühmad. Seega on ligemale pool uuritud madalsoode taimekooslustest võrdlemisi lühikese aja vältel inimese tegevuse mõjul oma looduslikust arenemiskäigust kõrvale kaldunud.

Valdava osa uuritud soode taimkattest moodustavad tarnad. Neist esinevad sagedamini *Carex flava, C. panicea, C. lasiocarpa, C. Goodenowii, C. Davalliana, C. Hostiana, C. limosa* ja *C. caespitosa.*

P. Thomsoni järgi (22) esinevad toiteainetest rikkamatel kohtadel *Carex vesicaria, C. riparia, C. flava, C. panicea, C. gracilis, C. disticha, C. vulpina, C. elongata, C. heleonastes* jt.

E. Varepi järgi (25) osutavad häid soid *Carex Hostiana, C. flava* ja osaliselt ka *C. panicea.* Keskmise väärtusega soid iseloomustavad *C. lasiocarpa ja C. elata. Carex limosa* iseloomustab vesiseid ja mudaseid soid. Kõrreliste *(Sesleria coerulea, Molinia coerulea* jt.) esinemine soodes annab tunnistust soo heast viljelusväärtusest.

Mitte vähem tähtsad pole ordoviitsiumi ala soodes ka sfagnumsamblad. Neist on sagedasemad: madalsoos *Sphagnum Warnstorfii* ja *S. contortum,* siirdesoos *S. Girgensohnii, S. magellanicum, S. Warnstorfii, S. acutifolium* ja *S. angustifolium,* rabas *S. fuscum, S. magellanicum, S. balticum, S. angustifolium, S. acutifolium, S. cuspidatum* ja *S. rubellum.*

Nõudlikkuse järgi mineraaltoitainete suhtes jaotatakse sfagnumsamblad kolme rühma (8):

1) oligotroofsed, millest on tähtsamad ja tuntumad *Sphagnum magellanicum, S. balticum, S. cuspidatum, S. Dusenii, S. tenellum, S. fuscum, S. rubellum, S. acutifolium* jt.;

2) mesotroofsed — *S. magellanicum* (laiema amplituudiga), *S. centrale, S. palustre, S. squarrosum, S. Wulfianum, S. Girgensohnii, S. Russowii* jt.;

3) eutroofsed — *S. teres, S. Warnstorfii* ja *Subsecunda* sektsiooni esindajad.

Enne soo ekspluateerimisele võtmist on vaja kindlaks määrata eeltööde maht. Eeltööd soos on puude ja kändude juurimine, pinna tasandamine jne. Nende tööde maht ja iseloom olenevad soo taimestikust ja mikroreljeefist. Taimkatte tundmine tagab eeltööde õige mahu kindlaksmääramise.

Ordoviitsiumi ala madalsoid võib vaadelda (peale kultiveeritud alade) kahe suurema taimkonna rühmitusena: metsasood ja rohusood. Neist on rohusood üldilmelt puisniitude laadi, kus puud ja põõsad esinevad hõredalt. Nendes soodes on pinna ettevalmistamine uudiskünniks üldiselt hõlbus. Samuti ei tekita rohusoodes mättad kündmisel raskusi, sest need sood on reljeefilt tasased või

väikemätlikud. Üle 25 sm kõrgusi mättaid esineb *Schoenus ferrugineuse, Carex lasiocarpa* ja *C. Davalliana* assotsiatsioonirühmas, kuid need on samblamättad, mis ei sega künnitööd. Enamik samblamätastest asub puude ja põõsaste ümber ning hävib nende juurimisel.

Madalsoometsade juurimisel on suhteliselt väiksema tööjõunõudlusega lepistikud, sookaasikud ja soomännikud, kus puude läbimõõt ainult mõnel üksikul juhul ületab 15 sm. Puidutoodang neis soometsades ei ületa 50 tihumeetrit hektarilt. Samuti on siirdesoometsade juurimine suhteliselt väiksema tööjõunõudlusega. Kuusesegametsades seevastu on puidutoodang 100 tihumeetrit hektarilt, mille tõttu nende metsade juurimine on seotud suure tööjõukuluga. Mis puutub madalsoometsades esinevatesse mätastesse, siis hävivad viimased metsa juurimisel. Rabas esinevad harvalt 0,5—2,5 m kõrgused männid ainult puisrabal, kuna lagerabal männid puuduvad. Raba pinnase ettevalmistamine turba tootmiseks nõuab vähe tööjõudu.

4. TURBA FÜÜSIKALISED JA KEEMILISED OMADUSED

Looduslikus olekus on turvas koostiselt ja värvuselt enamvähem ühtlane, musta või pruuni värvi mitmesuguste varjunditega mass. Turba kuivaine koosneb põhiliselt: 1) mittetäielikult lagundunud taimejäätmeist, 2) taimekudede lagundumise produktidest — rakulise ehituse kaotanud tumedast amorfsest ainest (huumusest) ja 3) mineraalainetest.

Iga taimestiku rühmitus soos ladestab enam-vähem kindla botaanilise koostise ja tehniliste omadustega turvast. See võimaldab klassifitseerida turbaliike nende looduslike tunnuste järgi.

Ordoviitsiumi ala uuritud madalsoodes esinevad sagedamini järgmised turbaliigid: puu-, puu-pilliroo-, puu-tarna-, pilliroo-, pilliroo-tarna-, tarna- ja tarna-lehtsamblaturvas. Harva esineb madalsoos puu-lehtsambla-, puu-sfagnumi-, tarna-sfagnumi-, lehtsambla- ja sfagnumiturvast. Siirdesoos esineb sagedamini puu-sfagnumi- ja tarna-sfagnumiturvas. Rabas leidub sagedamini villpea-sfagnumi-, meediumi-, raba kompleks- ja fuskumiturvast. Harvemini esineb rabas männi-sfagnumiturvast.

Uuritud madalsoode pindmises kihis esinevad sagedamini keskmiselt lagundunud tarna- ja puu-tarnaturvas, keskmiselt kuni hästi lagundunud puuturvas ja vähelagundunud tarna-lehtsamblaturvas. Puu-pilliroo-, puu-lehtsambla- ja pillirooturvast esineb madalsoo künnikihis harva.

Turbamoodustajaist taimedest esinevad ordoviitsiumi ala soodes sagedamini tarn, puu, sfagnumsammal, pilliroog ja harvemini lehtsammal.

Tabelis 2 on toodud ordoviitsiumi ala pindmises kihis sagedamini esinevate turvaste füüsikalised näitajad ning neile võrdluseks on esitatud Lõuna-Eesti devoni ala turvaste näitajad.

Eesti NSV ordoviitsiumi ja devoni ala turvaste 15—20 sm sügavuse kihi füüsikaliste omaduste võrdlus

Turba liik	Lagundumisaste %		Mahukaal g/dm³		Poorsus %	
	Ordoviitsium	Devon	Ordoviitsium	Devon	Ordoviitsium	Devon
Madalsoo						
Puuturvas	30—70 / 49	35—50 / 41	151—265 / 193	137—252 / 175	83,6—94,3 / 88,1	85,0—91,2 / 89,2
Puu-tarnaturvas	35—60 / 45	20—35 / 29	144—251 / 183	115—182 / 145	84,2—91,2 / 88,0	88,1—92,5 / 90,6
Puu-pillirooturvas	—	20—45 / 31	—	106—173 / 147	—	89,1—93,2 / 90,9
Tarnaturvas	25—60 / 37	20—30 / 25	98—280 / 156	103—155 / 136	82,6—93,7 / 89,2	90,8—93,6 / 91,7
Tarna-lehtsamblaturvas	25—50 / 33	—	69—198 / 126	—	87,8—95,7 / 92,0	—
Siirdesoo						
Puu-sfagnumiturvas	20—35 / 27	25—30 / 27	91—104 / 98	66—108 / 87	93,6—94,0 / 93,8	93,3—95,8 / 94,5
Raba						
Männi-sfagnumiturvas	20—30 / 25	20—25 / 18	69—125 / 95	74—88 / 84	92,0—95,8 / 93,9	94,3—95,5 / 94,7
Villpea-sfagnumiturvas	15—30 / 20	5—20 / 13	109—125 / 117	55—107 / 84	92,2—93,4 / 92,8	93,9—96,5 / 94,8
Fuskumiturvas	10—15 / 11	5—20 / 10	57—101 / 69	49—94 / 74	93,5—96,6 / 95,7	94,2—96,8 / 95,3

Märkus. Arvud murrujoone peal näitavad miinimumi ja maksimumi, murrujoone all — keskmist.

Tabeli andmeil on ordoviitsiumi ala turvaste lagundumisaste ja mahukaal keskmiselt märksa suurem kui suhteliselt märjemates tingimustes tekkinud devoni ala turvastel. Poorsus on aga, vastupidi, suurem devoni ala turvastel. Need vahed esinevad eriti selgelt ja reeglipäraselt madalsooturvaste puhul. Erandi moodustavad devoni ala sügavais orgudes esinevad madalsood, kus turbal on mineraalse sisseuhte tõttu kõrged näitajad.

Tabel 3

Eesti NSV ordoviitsiumi ja devoni ala madalsooturvaste 0—40 sm sügavuse kihi agrokeemiliste näitajate võrdlus

Turba liik	pH(KCl)		Tuhk		CaO		P_2O_5		N	
	Ordoviitsium	Devon	Ordoviitsium	Devon	Ordoviitsium	Devon	Ordoviitsium	Devon	Ordoviitsium	Devon
Puuturvas	5,5—5,9	4,6—6,1	10,5—14,8 / 13,0	8,5—16,3 / 10,8	5,20—7,7 / 6,8	2,6—5,3 / 3,8	0,18—0,24 / 0,21	0,07—0,22 / 0,18	2,7—3,6 / 2,8	2,1—3,2 / 2,7
Puu-tarnaturvas	5,3—5,8	4,5—5,8	7,1—14,7 / 11,0	5,6—20,2 / 10,2	3,1—5,7 / 5,3	2,1—5,3 / 3,4	0,16—0,22 / 0,19	0,10—0,21 / 0,14	2,7—3,6 / 3,2	1,7—3,3 / 2,7
Puu-pillirooturvas	—	4,2—5,9	—	5,0—14,7 / 10,5	—	1,6—4,5 / 3,2	—	0,09—0,27 / 0,17	—	1,9—3,5 / 2,8
Puu-lehtsamblaturvas	—	5,0—6,4	—	5,2—11,7 / 8,7	—	1,9—4,8 / 3,2	—	0,17—0,21 / 0,19	—	2,4—3,1 / 2,7
Tarnaturvas	5,3—6,5	—	6,4—16,2 / 9,9	—	2,4—7,4 / 4,8	—	0,13—0,22 / 0,16	—	2,7—3,1 / 2,9	—
Tarna-lehtsamblaturvas	5,1—6,1	—	7,1—11,6 / 9,6	—	2,9—6,3 / 4,0	—	0,09—0,23 / 0,16	—	3,0—4,1 / 3,5	—

Märkus. Arvud murrujoone peal näitavad miinimumi ja maksimumi, murrujoone all — keskmist.

Tabelis 3 toodud samade alade pindmise kihi madalsooturvaste absoluutkuiva aine agrokeemiliste näitajate võrdlemisel on märgata ordoviitsiumi ala turvaste mõnevõrra kõrgemat tuhasust ja taimetoitainete sisaldust võrreldes devoni ala turvastega. Eriti märgatav vahe on lubjasisalduses. Devoni ala turvaste pH arvuline väärtus kõigub suhteliselt laiemates piirides.

5. TURBALASUNDITE STRATIGRAAFIA

Erinevat liiki turbad, mis ladestuvad üksteise peale mitmesuguse tüsedusega kihtidena, moodustavad turbalasundi. Turbalasundid võivad ehituselt olla lihtsad või komplitseeritud. Lihtsa ehituse puhul koosneb lasund kogu ulatuses ühest turbaliigist või vähemalt ühest tüübist. Komplitseeritud ehitusega lasundis vahelduvad mitmesugust liiki ja vahel ka erinevat tüüpi turbad üksteisega.

Turbalasundi stratigraafia tundmaõppimine pakub suurt teadushuvi, sest iga soo stratigraafia pole ainult tema arengu, vaid ka jääajajärgse kliima muutumise kronoloogia peegeldaja. Peale teadusliku tähenduse on turbalasundi stratigraafia tundmisel samuti suur praktiline tähtsus. Et turba mitmesugused tüübid ja liigid on kasutamisomadustelt üksteisest erinevad, siis ei saa ilma turbalasundi stratigraafiat tundmata soo kasutamist projekteerida.

a) Soode hüdroloogiline režiim

Peale üldiste klimaatiliste faktorite peegeldab iga soo stratigraafia tema hüdroloogilist režiimi ja viimase muutusi soo olemasolu kestel.

Soo veebilanss määratakse geneetiliselt mitmesuguste vete sissetulekuga sohu ning vee tagasiandmisega tema poolt aurumise teel atmosfääri ja pindmise ning lasundi sisemise äravoolu teel veevastuvõtjasse.

Geneesilt jagunevad sood toitvad veed: atmosfäärilisteks, pinnalt äravoolavaks, põhja-, järve- ja jõeveteks.

Atmosfäärilised veed, mis satuvad vihma, lume jm. näol otseselt soo pinnale, on mineraalainete sisalduse poolest kõige vaesemad ja keemiliselt koosseisult püsivad. Veed, mis satuvad sohu ümbritsevalt territooriumilt, on mineraalainete sisalduselt rikkamad ja nende keemiline koostis kõigub mitmesugustel soodel väga laiades piirides. Põhjavete keemiline koostis on ühes ja samas soos enam-vähem ühtlane, kuid pinnalt äravoolavate ja jõevete keemiline koosseis on aasta jooksul muutlik.

Soode toitevete keemilist koosseisu on veel vähe uuritud, mille tõttu me otsustame selle üle kaudsete tunnuste, nagu turba keemilise ja botaanilise koostise, taimkatte iseloomu ja ümbruskonna geoloogilise ehituse järgi. Eesti NSV-s on esimesed veeproovid soo-

dest ja soode lähemast ümbrusest võetud ja analüüsitud käesoleva uurimistöö käigus. Ordoviitsiumi ning võrdluseks ka devoni ala veeproovide keskmine lubja- ja rauasisaldus on toodud tabelis 4.

Tabel 4

Veeproovide keskmine lubja- ja rauasisaldus (mg/l)

Proovi võtmise koht	Fe_2O_3		CaO	
	Ordoviitsium	Devon	Ordoviitsium	Devon
Kaev soo serval	jäljed	147,3	180	66
Allikas soo serval	0,20	45,7	141	85
Madalsoo	0,27	1,8	107	94
Raba	0,23	jäljed	18	5

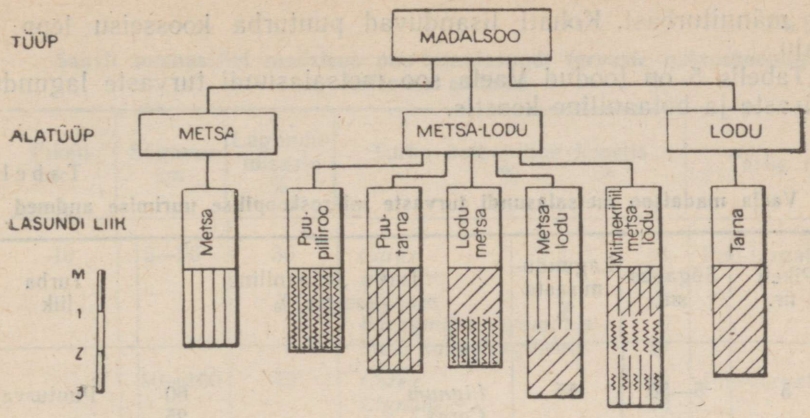
Ordoviitsiumi ja devoni ala soode ja soid ümbritsevatelt mineraalmaadelt pärinevate vete mineraalsete ühendite sisalduse kõrvutamisel selgub devoni ala vete madalam lubjasisaldus, võrreldes ordoviitsiumi ala vastavate vetega. Rauasisaldus on devoni ala mineraalmaalt pärinevates veeproovides märksa kõrgem kui vastavates veeproovides ordoviitsiumi alal. Vee analüüsi andmeist võib järeldada, et mineraalseid ühendeid leidub sood ümbritseva mineraalmaa põhjavetes rohkem kui soos.

Arvestades turbalasundite hüdroloogilist režiimi nimetab A. D. Dubach (2) neid kuivamaa vee akumulaatoriteks, mis väga visalt annavad vett ära niihästi aurumise teel atmosfääri kui ka pindmise ja põhja-äravoolu teel jõgedesse.

Ühe ja sama turbalasundi hüdroloogiline režiim ei jää muutmatuks kogu tema arengu kestel, vaid muutub aja jooksul, olenedes väga mitmesugustest põhjustest. Turbalasundi kasvades mineraalsest alusest kõrgemale eemaldub taimkate üha rohkem ja rohkem põhjavee mõjust ning atmosfäärilised veed pääsevad soo hüdroloogilises režiimis järjest suuremal määral domineerima. See määrab turbalasundi ehituse, milles madalsooturbad looduslikus evolutsioonis asenduvad rabaturvastega.

b) Turbalasundite stratigraafia ja klassifikatsioon

Turbalasundi arenemiskäik oleneb mitmesuguse koosseisuga turba järkjärgulisest kogunemisest. Vastavates tingimustes tekkinud turbaliigid vahelduvad üksteisega teatud kindlas järjekorras ning annavad turbalasundi ehitusele teatud iseloomulikud jooned. Turbalasundite ehituse tundmaõppimine on soode uurimise üks põhilisi ülesandeid.



Joonis 6. Ordoviitsiumi alal sagedamini esinevate turbalasundite klassifikatsioon.

Рис. 6. Классификация чаще встречающихся торфяных залежей в области ордовикских отложений.

Olenevalt sellest, millised turbaliigid võtavad osa antud turbalasundi moodustamisest, missugused neist on valitsevad ja millised on vähemuses, millises järjekorras nad üksteisega vahelduvad, saab lasund ühe või teise stratigraafilise ilme.

Turbalasundit moodustavate turbaliikide arv võib olla mitmesugune. Üksikjuhtudel koosneb lasund kogu sügavuse ulatuses ainult ühest turbaliigist. Sagedamini aga moodustub turbalasund mitmest horisontaalselt asetatud erineva koosseisuga kihist. Seejuures võivad olla esindatud kas madalsoo-, siirdesoo- või rabaturbad või need ja teised üheaegselt. Viimasel juhul esinevad nad kindlas järjekorras: lasundi põhjas madalsoo ja ülemises osas raba.

Lasundi moodustamisest osa võtvate turbaliikide mitmekesisus põhjustab terve rea erinevate turbalasundi liikide tekkimise. Turbalasundite praktilise kasutamise otstarbel on tähtis üksteisest omadustelt erinevad rühmad kindlaks määrata.

Moskva Turbainstituudi poolt välja töötatud turbalasundite klassifikatsiooni skeemis (7) leiduvast 15 madalsoo turbalasundi liigist esineb ordoviitsiumi alal uuritud soodes 10: metsa-, puu-pilliroo-, puu-tarna-, lodu-metsa-, metsa-lodu-, mitmekihiline lodu-metsa-, pilliroo-, tarna-, tarna-lehtsambla- ja mitmekihiline lodulasund. Neist esinevad tarna-lehtsambla- ja mitmekihiline lodulasund ainult ühel korral.

M e t s a l a s u n d esineb sageli. Teiste lasundiliikidega võrreldes on metsalasundi tüsedus kõige väiksem, turba lagundumisaste ja tuhasisaldus aga kõige suurem. Lasund koosneb paljudel juhtudel 1—2 metsarühma kuuluvast turbaliigist, sagedamini kase-

ja männiturbast. Kohati lisanduvad puuturba koosseisu lepp ja paju.

Tabelis 5 on toodud Vaela soo metsalasundi turvaste lagundumisaste ja botaaniline koostis.

Tabel 5

Vaela madalsoo metsalasundi turvaste mikroskoopilise uurimise andmed

Piketi nr.	Sügavus sm	Lagundumisaste %	Turba botaaniline koostis %		Turba liik
5	5—50	55	*Lignum*	60	Puuturvas
			Carex	25	
			Eriophorum	5	
			Equisetum	5	
			Muid taimefragmente	5	
	50—100	55	*Lignum*	60	Puuturvas
			Phragmites communis	20	
			Carex	10	
			Equisetum	5	
			Muid taimefragmente	5	
	100—165	65	*Lignum*	55	Puuturvas
			Phragmites communis	25	
			Eriophorum	10	
			Carex	5	
			Equisetum	5	

Nagu tabelist 5 selgub, suureneb lasundi sügavuse kasvamisega pilliroo ja villpea protsent turba botaanilises koostises. Sageli esineb metsalasund sapropeelil, mille tüsedus metsalasundi all pole suur.

Puu-pilliroo- ja puu-tarnalasundid esinevad samuti võrdlemisi sageli, eriti puu-tarnalasund. Nende keskmine sügavus on metsalasundist veidi suurem. Puu-tarnalasundeis esinevad turba koostises tarnadest sagedamini *Carex lasiocarpa, C. stricta, C. Goodenowii, C. vesicaria, C. chordorrhiza* ja *C. limosa.*

Puu-pilliroo- ja puu-tarnalasundi all leidub sageli sapropeeli, mille paksus piirdub tavaliselt mõnekümne sentimeetriga. Üksikjuhtumeil võib sapropeelikihi tüsedus puu-tarnalasundi all küündida üle 2 m.

Tabelis 6 on toodud Sausti soomassiivi madalsoo puu-tarnalasundi turvaste lagundumisaste ja botaaniline koostis ning tabelis 7 sama lasundi turvaste keemiline koostis.

Puu-tarnaturba keemilises koostises leidub rohkesti lupja, mis ulatub alumistes turbakihtides isegi veidi üle 7%. Lämmastikku leidub puu-tarnalasundis keskmiselt 2,77%. Turvas on nõrgalt happeline.

Tabel 6

Sausti soomassiivi madalsoo puu-tarnalasundi turvaste mikroskoopilise uurimise andmed

Piketi nr.	Sügavus sm	Lagundumisaste %	Turba botaaniline koostis %		Turba liik
10	5—50	30	*Carex*	40	Puu-tarnaturvas
			Hypnum	30	
			Lignum	15	
			Phragmites communis	5	
			Muid taimefragmente	10	
	50—100	40	*Carex*	40	Puu-tarnaturvas
			Lignum	30	
			Hypnum	10	
			Menyanthes trifoliata	5	
			Equisetum	5	
			Muid taimefragmente	10	
	100—150	45	*Carex*	35	Puu-tarnaturvas
			Lignum	30	
			Menyanthes trifoliata	10	
			Equisetum	5	
			Muid taimefragmente	20	
	150—180	50	*Carex*	50	Tarnaturvas
			Phragmites communis	30	
			Lignum	10	
			Hypnum	5	
			Muid taimefragmente	5	

Tabel 7

Sausti soomassiivi madalsoo puu-tarnalasundi turvaste keemiline koostis

Piketi nr.	Sügavus sm	pH (KCl)	Sisaldus absoluutkuivaines %						
			tuhk	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Al_2O_3	N
10	5—50	5,8	6,54	0,64	4,02	0,14	0,09	0,14	2,86
	50—100	6,1	8,83	0,96	5,67	0,07	0,06	0,12	3,00
	100—150	6,1	8,73	1,25	6,52	0,09	0.07	0,15	2,60
	150—180	6,1	10,15	1,01	7,06	0,07	0,07	0,45	2,63

Lodu-metsalasund esineb kaunis sageli. Selle lasundiliigi peamine osa koosneb tarna- või pillirooturbast lagundumisastmega 25—30% ja alumine osa puu-, puu-tarna- või puu-pillirooturbast lagundumisastmega 40—50%. Lasundi all leidub sapropeeli harva, kusjuures selle paksus kõigub 0,2—1,0 m piires.

Tabel 8

Uljaste soomassiivi madalsoo lodu-metsalasundi turvaste mikroskoopilise uurimise andmed

Piketi nr.	Sügavus sm	Lagundumisaste %	Turba botaaniline koostis %		Turba liik
16	8—50	25	*Carex*	50	Tarnaturvas
			Phragmites communis	10	
			Menyanthes trifoliata	10	
			Hypnum	10	
			Lignum	5	
			Muid taimefragmente	15	
	50—100	35	*Lignum*	40	Puuturvas
			Phragmites communis	30	
			Carex	20	
			Hypnum	5	
			Muid taimefragmente	5	
	100—150	40	*Lignum*	45	Puuturvas
			Phragmites communis	20	
			Carex	20	
			Hypnum	5	
			Muid taimefragmente	10	

Tabelis 8 on toodud Uljaste soomassiivi madalsoo lodu-metsalasundi turvaste lagundumisaste ja botaaniline koostis ning tabelis 9 sama turbalasundi turvaste keemiline koostis.

Lubjasisaldus lodu-metsalasundis on madalam kui puu-tarnalasundis ja moodustab maksimaalselt 3,67%. Lämmastikusisaldus on kõrgeim pindmises kihis, moodustades 2,71%. Turba reaktsioon on nõrgalt happeline.

Metsa-lodulasund esineb samuti üsna sageli. Tema keskmine sügavus on kõigist eespool kirjeldatud lasunditest mõnevõrra suurem.

Tabel 9

Uljaste soomassiivi madalsoo lodu-metsalasundi turvaste keemiline koostis

Piketi nr.	Sügavus sm	pH (KCl)	Sisaldus absoluutkuivaines %						
			tuhk	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Al_2O_3	N
16	8—50	4,9	6,50	1,75	2,85	0,12	0,17	0,31	2,71
	50—100	5,0	8,67	2,53	3,67	0,16	0,10	0,20	2,50
	100—150	5,0	9,78	1,79	3,29	0,08	0,07	1,00	2,07

Metsa-lodulasundi ülemine osa koosneb kas ainult puuturbast või lisandub viimasele puu-tarna- või puu-pillirooturvas. Lasundi sügavamates kihtides leiduvad tarna-, pilliroo- ja harvemini lehtsambla-turbad. Sageli on turba lagundumisaste ülemistes turbakihtides kõrgem, moodustades 40—65%, alumistes kihtides on aga lagundumisaste 25—40%.

Metsa-lodulasundi all leidub sageli sapropeeli, mille tüsedus kõigub 0,2—2 m piires.

Mitmekihiline lodu-metsalasund esineb samuti kaunis sageli. Tema keskmine sügavus on madalsoolasundeist kõige suurem.

Mitmekihilise lodu-metsalasundi koostis on väga kirju. Siin leidub turbaliikide ladestumise järjekorras igasuguseid kombinatsioone. Sagedamini esineb kombinatsioon, kus ülemistes kihtides leidub tarnaturvast, keskmistes kihtides puu-, puu-tarna- või puu-pillirooturvast ja alumistes kihtides pilliroo- või tarnaturvast. Turba lagundumisaste on sel puhul ülemistes horisontides 25—30%, keskmistes 35—45% ja alumistes 30—35%. Esineb ka juhtumeid, et alumised kihid koosnevad madalsoo sfagnumiturbast (Vaela soo).

Lasundi all leidub enamasti sapropeeli, mille paksus on tavaliselt üle 1 m, sageli isegi üle 2 m.

Tabelis 10 on toodud Sausti soomassiivi madalsoo mitmekihilise lodu-metsalasundi turvaste lagundumisaste ja botaaniline koostis ning tabelis 11 sama lasundi turvaste keemiline koostis.

Tabelis 10 toodud madalsoo mitmekihilise lodu-metsalasundi ülemised horisondid koosnevad puu-tarnaturbast, lasundi keskmine osa koosneb pillirooturbast ja alumine osa puu- ja puu-pillirooturbast, mille all leidub turbast sapropeeli. Vastavalt turbaliikide vaheldumisele vaheldub ka turba lagundumisaste, langedes 40%-lt pealmistes kihtides 30—35%-le keskmistes kihtides ja tõustes 55%-ni alumises turbakihis. Läbilõige on tehtud jõe luhast. Nähtavasti on lasundi 1,5 meetrist sügavamad kihid olnud suurvete ajal üle ujutatud. Selle tõendiks on liiva esinemine turbas ning tuhasisalduse järsk tõus 1,5 m sügavusest alates kuni mineraalse põhjani. Eriti kõrge on tuhasisaldus 3,5—4,0 m sügavusel asuvas turbases sapropeelis, kus see moodustab 58,78%.

Lubjasisaldus turbalasundis pole suhteliselt kõrge — see moodustab maksimaalselt 3,74%. Lämmastikusisaldus on võrdlemisi kõrge lasundi pindmises kihis (3,21%). Teiste taimetoiteelementide sisaldus kõigub tavalistes piirides.

Madalsoo lodulasunditest esineb kõige sagedamini tarnalasund, harvemini pilliroo-, tarna-lehtsambla- ja mitmekihiline lodulasund.

Tarnalasundis esinevad sagedamini *Carex elata, C. Coodenowii, C. lasiocarpa, C. gracilis, C. inflata, C. chordorrhiza, C. limosa* ja *C. paradoxa.*

Tabel 10

Sausti soomassiivi madalsoo mitmekihilise lodu-metsalasundi turvaste mikroskoopilise uurimise andmed

Piketi nr.	Sügavus sm	Lagundumisaste %	Turba botaaniline koostis %		Turba liik
3	5—50	40	*Carex*	35	Puu-tarnaturvas
			Lignum	30	
			Phragmites communis	25	
			Hypnum	5	
			Muid taimefragmente	5	
	50—100	40	*Carex*	35	Puu-tarnaturvas
			Lignum	30	
			Phragmites communis	20	
			Hypnum	10	
			Muid taimefragmente	5	
	100—150	30	*Carex*	40	Puu-tarnaturvas
			Lignum	30	
			Phragmites communis	20	
			Hypnum	5	
			Muid taimefragmente	5	
	150—200	35	*Phragmites communis*	40	Pillirooturvas
			Carex	30	
			Lignum	10	
			Equisetum	5	
			Muid taimefragmente (Liiva 15%)	15	
	200—250	45	*Lignum*	40	Puuturvas
			Phragmites communis	20	
			Carex	10	
			Equisetum	10	
			Hypnum	10	
			Muid taimefragmente (Liiva 5%)	10	
	250—300	50	*Phragmites communis*	40	Puu-pillirooturvas
			Lignum	35	
			Carex	10	
			Equisetum	5	
			Hypnum	5	
			Muid taimefragmente (Liiva 5%)	5	
	300—350	55	*Lignum*	50	Puuturvas
			Phragmites communis	25	
			Carex	10	
			Muid taimefragmente (Liiva 5%)	15	
	350—400				Turbane sapropeel

Tabel 11

Sausti soomassiivi madalsoo mitmekihilise lodu-metsalasundi turvaste keemiline koostis

Piketi nr.	Sügavus sm	pH (KCl)	Sisaldus absoluutkuivaines %						
			tuhk	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Al_2O_3	N
3	5—50	5,5	9,89	1,16	3,21	0,11	0,14	0,46	3,15
	50—100	5,4	8,25	1,19	3,29	0,09	0,09	0,64	2,92
	100—150	5,9	11,57	0,74	3,50	0,23	—	—	—
	150—200	5,7	48,57	1,26	2,79	0,24	0,12	2,89	1,91
	200—250	5,7	24,77	1,19	3,50	0,17	0,10	1,87	2,40
	250—300	5,8	22,76	1,31	3,74	0,21	0,10	1,33	2,57
	300—350	6,0	22,88	1,54	3,53	0,21	0,09	1,04	2,79
	350—400	7,6	58,78	1,59	22,68	0,27	0,09	2,54	2,69

Uuritud madalsoo lodulasundite pindmises horisondis esineb mõnikord õhukese kihina tarna-lehtsamblaturvast ja tarnalasundis ka sfagnumiturvast, mis on madalsoo lõppstaadiumi tunnuseks. Enamasti asub lodulasundi all sapropeel, mille paksus üksikjuhtudel ulatub kuni 4 m.

Tabelis 12 on toodud Uljaste soomassiivi siirdesoo metsa-lodulasundi turvaste lagundumisaste ja botaaniline koostis ning tabelis 13 sama lasundi turvaste keemiline koostis. Lasund esineb uuritud soodes ainult ühel korral.

Siirdesoo metsa-lodulasundi ülemine osa koosneb antud juhul puu-tarna- ja puu-sfagnumiturbast, mille all sügavamal leidub pillirooturvast. Turba koostisele vastavalt on lasundi ülemiste kihtide lagundumisaste kõrgem, moodustades 35—40% ja alumistes kihtides madalam, moodustades 25—30%.

Tuhasisaldus turba absoluutkuivaines on lasundi ülemistes kihtides märksa madalam kui madalsoolasundeis, kõikudes 3,38—5,29% piires. Samuti on tunduvalt madalam lubjasisaldus — maksimaalselt 2,48%. Lämmastikusisaldus lasundis kõigub 1,38—1,84% piires. Turba reaktsioon on happeline.

Siirdesoo lodulasundi ülemistes kihtides esineb siirdesoo tarna-sfagnumiturvast, mille all leidub madalsoo tarna-sfagnumiturvast ja viimase all tarnaturvast. Tarnaturvas lasub 0,8 m paksusel sapropeelikihil. Turba lagundumisaste ülemistes kihtides on 15% ja alumistes 25—30%.

Turbalasundite segatüübis esinevad ordoviitsiumi alal uuritud soodes kaks lasundi liiki: sega metsa-lodulasund ja sega lodulasund. Neist esineb esimene ühel ja teine kuuel juhul.

Sega metsa-lodulasund koosneb ülemises osas raba sfagnumiturbast *(Sphagnum medium)*, keskmises osas siirdesoo puu-sfagnumi- ja puu-tarnaturbast, mille all sügavamal leidub siirdesoo ja hiljem madalsoo tarnaturvast. Viimase all on sapropeel.

Tabel 12

Uljaste soomassiivi siirdesoo metsa-lodulasundi turvaste mikroskoopilise uurimise andmed

Piketi nr.	Sügavus sm	Lagundumisaste %	Turba botaaniline koostis %		Turba liik
8	10—50	35	*Carex*	40	Siirdesoo puutarnaturvas
			Lignum	30	
			Sphagnum	15	
			Menyanthes trifoliata	10	
			Eriophorum	5	
	50—100	40	*Sphagnum*	40	Siirdesoo puusfagnumiturvas
			Phragmites communis	25	
			Lignum	15	
			Carex	10	
			Menyanthes trifoliata	5	
			Muid taimefragmente	5	
	100—150	35	*Phragmites communis*	40	Siirdesoo tarnasfagnumiturvas
			Carex	30	
			Sphagnum	15	
			Hypnum	10	
			Lignum	5	
	150—200	30	*Phragmites communis*	40	Pillirooturvas
			Carex	30	
			Sphagnum	15	
			Lignum	5	
			Menyanthes trifoliata	5	
			Muid taimefragmente	5	
	200—250	25	*Phragmites communis*	40	Pillirooturvas
			Carex	30	
			Sphagnum	20	
			Menyanthes trifoliata	5	
			Muid taimefragmente	5	
	250—280	30	*Phragmites communis*	25	Rohuturvas
			Carex	25	
			Sphagnum	20	
			Menyanthes trifoliata	10	
			Hypnum	10	
			Scheuchzeria palustris	5	
			Muid taimefragmente	5	

Sega lodulasundi ülemises osas domineerib fuskumi- või meediumiturvas, harvem villpea-sfagnumiturvas, lagundumisastmega 5 kuni 30%. Sügavamal on sfagnumiturvas, mille all tavaliselt asub siirde- ja sügavamal madalsoo tarnaturvas, sügavamates kihtides pillirooturvas. Turba lagundumisaste on selles osas 30—35%. Üksikjuhtudel esineb lasundi all sapropeeli, mille paksus ei ületa 1,5 m.

Tabel 13

Uljaste soomassiivi siirdesoo metsa-lodulasundi turvaste keemiline koostis

Piketi nr.	Sügavus sm	pH (KCl)	Sisaldus absoluutkuivaines %						
			tuhk	Fe_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	Al_2O_3	N
8	10—50	4,5	5,29	0,35	2,20	0,12	0,10	0,13	1,41
	50—100	4,4	3,38	0,25	2,09	0,16	0,05	0,14	1,39
	100—150	4,5	3,91	0,47	1,90	0,20	0,04	0,17	1,76
	150—200	4,6	8,54	0,66	2,09	0,15	0,05	0,19	1,81
	200—250	4,9	7,96	1,34	2,48	0,17	0,05	0,22	1,84
	250—280	5,1	28,28	1,21	1,93	0,18	0,07	1,31	1,38

Turbalasundite rabatüübis esinevad ordoviitsiumi alal uuritud soodes kolm lasundiliiki: meediumi-, raba kompleks- ja fuskumilasund. Neist meediumilasund kahel, raba komplekslasund seitsmel ja fuskumilasund viiel korral:

Meediumilasundi pindmises kihis leidub ühel juhul *Sphagnum mediumi* turvas, kuna teisel juhul esineb ülekaalukalt *S. fuscumi* jäätmeid. Meediumiturba osas on turba lagundumisaste 10—25%. Lasundi alumises osas on siirdesoo puu-sfagnumi- ja madalsoo tarna-sfagnumiturvas, lagundumisastmega 30—45%. Lasundi all asub kuni 1,0 m paksune sapropeelikiht.

Raba komplekslasund koosneb valdavas osas kompleksturbast, mille all sügavamates kihtides asub raba villpea-sfagnumi-, madalsoo tarna-lehtsambla-, pilliroo- või tarnaturvas. Kompleksturba lagundumisaste on 5—20%, selle all lasuvates turvastes aga 25—40%. Sapropeeli esineb 1 m paksuse kihina kahe lasundi all.

Fuskumilasund koosneb valdavas osas fuskumiturbast lagundumisastmega 5—20%. Lasundi alumistes kihtides leidub siirdesoo tarna-sfagnumi, madalsoo tarna-lehtsambla, pilliroo- või tarnaturvast. Lagundumisaste on lasundi alumistes horisontides 25—35%. Sapropeeli leidub kuni 1,5 m paksuse kihina nelja lasundi all.

c) Turbalasundite tehnilised omadused

Tabeli 14 andmeil on ordoviitsiumi alal uuritud madalsoodes turbalasundite sügavus Vene NFSV territooriumil leiduvatest Moskva Turbainstituudi poolt kindlaks tehtud lasunditest mõnevõrra väiksem (7). Nii kõigub ordoviitsiumi alal uuritud madalsoode turbalasundite sügavus 1,5—2,6 m, Vene NFSV madalsoo turbalasundeis 1,6—3,4 m piires. Läti NSV madalsoo turbalasundite sügavus kõigub 1,5—2,8 m piires (1).

Tabel 14

Ordoviitsiumi alal uuritud turbalasundite tehnilised omadused

Lasundi liik	Lasundite arv	Keskmine		
		sügavus m	lagundumisaste %	tuhasus %
Madalsoo tüüp				
Metsalasund	10	1,5	45	14,3
Puu-pilliroolasund	11	1,6	40	13,0
Puu-tarnalasund	16	2,0	40	12,0
Lodu-metsalasund	12	1,9	37	12,9
Metsa-lodulasund	11	2,4	37	11,5
Mitmekihiline lodu-metsalasund	9	2,6	38	11,8
Pilliroolasund	4	2,3	35	10,8
Tarnalasund	10	2,1	35	9,3
Tarna-lehtsamblalasund	1	1,5	35	8,6
Mitmekihiline lodulasund	1	2,3	35	—
Siirdesoo tüüp				
Siirdesoo metsa-lodulasund	1	2,8	32	7,5
Siirdesoo lodulasund	1	1,5	20	5,8
Segatüüp				
Sega metsa-lodulasund	1	2,6	25	5,5
Sega lodulasund	6	3,7	25	5,9
Rabatüüp				
Meediumilasund	2	4,3	25	4,3
Raba komplekslasund	7	5,8	23	—
Fuskumilasund	5	5,5	20	4,7

Raba turbalasundid seevastu on Eesti NSV ordoviitsiumi alal uuritud soodes sügavamad. Lasundite keskmine sügavus kõigub 4,3—5,8 m vahel. Vene NFSV raba turbalasundeis on vastavate lasundite keskmine sügavus 3,6—4,4 m. Läti NSV-s kõigub vastavate rabade turbalasundite sügavus 2,9—3,9 m piires.

Lagundumisaste on Eesti NSV ordoviitsiumi alal uuritud soode turbalasundites Vene NFSV soode turbalasunditest madalam. Keskmine tuhasisaldus on aga ordoviitsiumi ala turbalasundeis erandtult kõrgem, kõikudes 4,3—14,3% ja Vene NFSV-s 3,1—13,0% piires. Läti NSV vastavate turbalasundite tuhasisaldus on 2,8—12,4%. Ordoviitsiumi alal uuritud soode turbalasundeis on suhteliselt kõrgem tuhasisaldus tingitud nähtavasti turba võrdlemisi kõrgest lubjasisaldusest.

Madalsoo turbalasundeis ja siirdesoo metsa-lodulasundeis on turvas keskmise lagundumisastmega ja need lasundid vastavad

väetusturba tootmise nõudeile. Kõigis ülejäänud lasundeis on turba keskmine lagundumisaste 25% või alla selle ja nad sobivad hästi alusturba tootmiseks (23).

Uuritud soode kännusus on väga madal, sest madalsoos on kännud niivõrd lagundunud, et neid puurimisel on raske avastada ja rabades esineb neid väga harva. Kõige rohkem leidus kände Uljaste soomassiivi raba servadel, kuid ka siin moodustasid nad vaid 1,15%. Veel esineb suhteliselt rohkesti kände soometsade alal.

Turbalasundi liikidest esinevad sagedamini madalsoo metsa-, puu-tarna-, lodu-metsa-, metsa-lodu-, puu-pilliroo-, tarna- ja mitmekihiline lodu-metsalasund. Sagedamini esinevate turbalasundi liikide klassifikatsioon on toodud joonisel 6.

Ulatuselt on turbalasundid uuritud alal võrdlemisi väikesed ning turbalasundi liigid vahelduvad kiiresti üksteisega. Eriti kiiresti vahelduvad üksteisega madalsoolasundi liigid, mis on tingitud soode mitmekesisest ja vahelduvast toitumisest. Rahulikuma iseloomuga on rabalasundid, kus toitumistingimused on püsivamad.

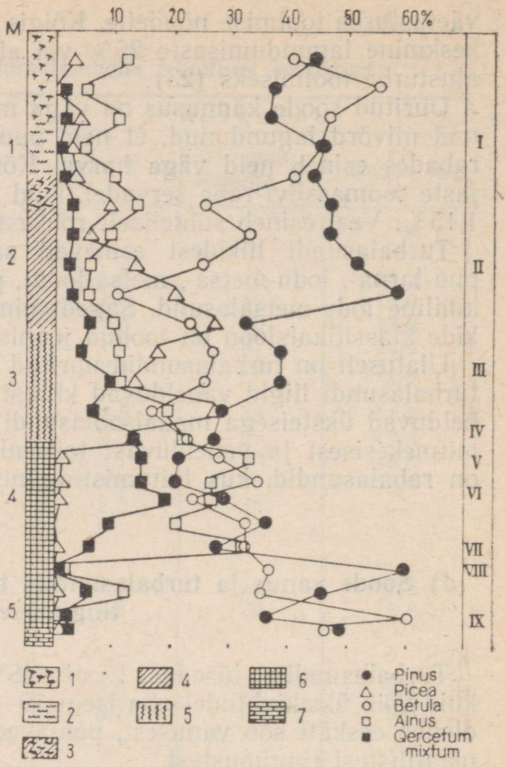
d) Soode vanus ja turbalasundite tekkimise geomorfoloogilised tingimused

Turbalasundite tüsedus Eesti NSV piirides on kohati 6—7 m, kuid võib üksikjuhtudel olla isegi 10—11 m. Turbalasundite tüsedus oleneb eeskätt soo vanusest, põhjaveest, sademeist ja üldistest kliimaatilistest tingimustest.

Järve- ja soosetted säilitavad oma vanuse ja kliimamuutuste dokumente tuulelembeste taimede õietolmuna, mis hoidub alal ladestunud turbakihtides. Tänu sellele on välja töötatud õietolmu analüüsi meetod ja selle abil suhteliselt täpne soo- ja järvesetete stratigraafia, mis on rööbitatav teiste jääajajärgsete sündmustega. Õietolmu analüüsi abil on võimalik jälgida soode arenemise ajalugu.

Joonisel 7 on toodud Keila rajoonis asuva Vaharu soo rabaala turbaprofiil ja tolmuterade diagramm. Madal-Eesti alal asuva Vaharu soo rabaalal langeb soo tekkimise algus preboreaalsesse aega. Kõrg-Eesti alal algab soo tekkimine Endla soostiku turbalasundi tolmuterade analüüsi andmeil (26) subarktilisel ajal. Peamiselt samasse aega langeb ka teiste Kõrg-Eesti ala soode tekkimine (21).

Rohkearvuliste uurimiste andmeil on kindlaks tehtud tihe side sootekke koha ja tema topograafilise asendi iseloomu vahel. Madalsood näiteks asetuvad peamiselt negatiivsetes reljeefi osades, nagu jõesängides, järvelähedastes lohkudes, lammi esimesel, harvem teisel terrassil, nõlvakute jalamil, tähendab kõrge põhjavee seisuga kohtadel või mineraalainete poolest rikka pinnavee ohtral esinemisel. Rabad seevastu tekivad tavaliselt positiivsetel reljeefivormidel, s. o. veelahkmetel ja orunõlvadel.



Joonis 7. Tolmuterade diagramm Vaharu soost (K. Veberi järgi).

Рис. 7. Пыльцевая диаграмма торфяного месторождения Вахару (по К. Вебер).

1. Fuskumiturvas
Фускум-торф
2. Meediumiturvas
Медиум-торф
3. Siirdesoo tarna-sfagnumiturvas
Осоково-сфагновый переходный торф
4. Madalsoo tarnaturvas
Осоковый низинный торф
5. Pillirooturvas
Тростниковый торф
6. Sapropeel
Сапропель
7. Lubjakivi
Известняк

Turbalasundid, mis asuvad orgudes, kuhu vett satub külluses, kust aga äravool on takistatud, on peamiselt madala lagundumisastmega lodu tüüpi lasundid. Seevastu neil turbalasundeil, mis kuuluvad reljeefivormide juurde, kust on tagatud liigse vee küllaldane äravool, arenevad puude rühmitused ja neile on iseloomulik kõrge lagundumisastmega puuturvaste domineerimine.

Ordoviitsiumi alal uuritud sood asuvad rõhuvas enamikus jõgede orgudes. Peale selle leidub üksikuid soid veelahkmeil, järvede nõgudes ja seljakutevahelisel alal.

Ordoviitsiumi alal suuremad sood hõlmavad kokku ümmarguselt 196 000 ha ehk 18% (18). Uuritud soodes on pindalalt suures ülekaalus madalsoo, mis moodustab 68,1%, siirdesood on 7,6% ja raba 24,3%.

Soodest kuulub metsamajandusele ümmarguselt 137 000 ha ehk 70% ja põllumajandusele 59 000 ha ehk 30% soode üldpinnast. Põllumajandusele kuuluvatest soodest on ümmarguselt 80% kultiveerimiseks kõlblikku madal- ja siirdesood. Raba moodustab ümmarguselt 20%.

Sood esinevad laialipillatuna üle kogu uuritud ala, haarates peaaegu kõiki kolhoose. Ühele kolhoosile kuulub kultiveerimiseks kõlblikku sood keskmiselt 200 ha.

Artiklis toodud uurimisandmed, samuti kolhooside ja sovhooside kogemused näitavad, et ordoviitsiumi ala sood moodustavad kõrgetoodangulisele ja püsivale söödabaasile tõhusa reservi. Nende soode lülitamine majanduslikku ringkäiku on üks abinõudest ordoviitsiumi ala tootmismajandite maaviljeluse ja loomakasvatuse järsuks tõstmiseks.

Kokku võttes võib uurimistulemuste põhjal teha ordoviitsiumi ala soode kohta järgmised põhilised järeldused:

1. Uuritud soode pindalast moodustavad madalsood 68,1%, siirdesood 7,6% ja rabad 24,3% (vabariigi kogu territooriumil uuritud soode pindalast moodustavad madalsood 59%, siirdesood 9% ja rabad 32%).

2. Soodes on suurima levikualaga järgmised taimeassotsiatsioonirühmad:

a) madalsoos — puuderühmas sookaasikud; puu-rohurühmas *Sesleria coerulea, Molinia coerulea* ja *Carex panicea;*

b) siirdesoos — puuderühmas siirdesoo männikud;

c) rabas — puu-samblarühmas *Pinus silvestris—Sphagnales.*

3. Madalsoo turbaliikidest on suurima levikuga tarna- ja puu-tarnaturvas. Siirdesoo turbaliikidest esinevad sagedamini siirdesoo tarna-sfagnumi- ja siirdesoo puu-sfagnumiturvas.

4. Madalsoo pindmises (0—40 sm) kihis esinevad kõige sagedamini keskmiselt lagundunud tarna- ja puu-tarnaturbad, hästilagundunud puuturvas ja vähelagundunud tarna-lehtsamblaturbad.

5. Ordoviitsiumi ala turvaste lagundumisaste ja mahukaal on suurem ja poorsus väiksem kui devoni ala turvastel. Samuti on nende turvaste tuhasus ja taimetoitainete, eriti lubja sisaldus devoni ala turvastega võrreldes suurem.

6. Madalsoolasundeist esinevad sagedamini: puu-tarna-, lodumetsa-, metsa-lodu-, puu-pilliroo-, tarna- ja mitmekihiline lodumetsalasund.

Madalsoolasundite keskmine sügavus on 2,0 m, siirdesoolasunditel 2,2 m, segalasunditel 3,5 m ja rabalasunditel 5,5 m.

7. Vastavalt hüdroloogilistele ja geoloogilistele tingimustele on madalsoo turbalasundid ordoviitsiumi alal tunduvalt õhemad ja rabalasundid, vastupidi, paksemad kui vastavad Lõuna-Eesti devoni alal moodustunud turbalasundid.

8. Välja arvatud üksikjuhtumid, leidub turbalasundite all sapropeeli, mis tõestab nende soode tekkimist veekogude kinnikasvamise teel.

9. Madalsoo turbalasundeid, samuti siirdesoo metsa-lodulasundeid on kohane kasutada põllumajanduslikus taimekasvatuses ja väetusturba tootmiseks.

Sega- ja rabalasundeid, samuti siirdesoo lodulasundeid on otstarbekohasem kasutada alusturba tootmiseks.

10. Ordoviitsiumi ala soode vahetus läheduses asuvate allikate ja kaevude, samuti madalsoid läbivate väiksemate jõgede veed sisaldavad rohkem lupja kui selle ala soode põhjaveed.

Ordoviitsiumi ala soode toiteveed sisaldavad rohkem kaltsiumi (CaO) ja vähem rauda (Fe_2O_3) kui devoni ala soode toiteveed.

11. Sood paiknevad rõhuvas enamikus jõgede orgudes, harvemini veelahkmeil.

12. Uuritud ala madal- ja osalt ka siirdesood kujunevad pärast nende kuivendamist väärtuslikeks põllumajanduslikeks kõlvikuiks. Ühele kolhoosile kuulub kultiveerimiseks kõlblikku sood keskmiselt 200 ha.

KIRJANDUS

1. Т. Я. Друвиет. О характеристике стратиграфии торфяных залежей Латвийской ССР. Сборник Института мелиорации АН ЛССР. Изд. АН ЛССР, 1953.
2. А. Д. Дубах. Очерки по гидрологии болот. ГГИ, 1936.
3. Eesti NSV Ülemnõukogu seadus soostunud maa-alade kuivendamise ja kasutuselevõtmise ning põldheina külvikordade rakendamise plaani kohta Eesti NSV-s suurte ja püsivate saakide kindlustamiseks ning loomakasvatusele kindla söödabaasi rajamiseks. «Rahva Hääl» nr. 184, 1949.
4. И. Гранов. Полученные из Эзельской провинции ответы на заданные от Вольно Экономического Общества вопросы... Труды Вольно Экономического Общества, часть XIII, 1769.
5. O. Hallik. Kõrgete saakide kindlustamine Eesti NSV-s maaviljeluse heinaväljasüsteemi kaudu. 1952.
6. C. R. Jakobson. Teadus-ja seadus põllul. 1869.
7. Классификация видов торфа и торфяных залежей. Главное Управление Торфяного Фонда при Совете Министров РСФСР, 1951.
8. L. Laasimer, S. Talts ja E. Varep, Eesti NSV turbasamblad. 1954.
9. A. Lillemaa. Eesti NSV mullastik. 1958.
10. A. Luha. Eesti NSV maavarad. 1946.
11. «Mitteilungen des Baltischen Moorvereins». 1911.
12. Описание отдельных русских хозяйств Прибалтийских губерний. Изд. Департамента земледелия, 1898.
13. К. К. Орвику. Основные черты геологического развития территории Эстонской ССР в антропогеновом периоде. Известия Академии Наук Эстонской ССР, том IV, № 2, 1955.
14. I. Paasio. Zur Vegetation der eigentlichen Hochmoore Estlands. Annales Botan. Fennicae Vanamo, B. 11, nr. 2, 1939.
15. Põllumajanduslik sessioon 16.—18. jaan. 1947. Eesti NSV Teaduste Akadeemia, 1947.
16. Ф. Г. Ратлеф. Результаты работ и опытов произведенных на Юрьевской Селекционной станции Нэммико в 1909—11 гг. 1912.
17. A. Raudsepp. Eesti NSV turbasood. 1946.
18. L. Rätsep, A. Truu ja K. Veber. Tallinna ja põlevkivibasseini linnalähedase tsooni soodest ja nende kasutamisperspektiividest. Eesti NSV Teaduste Akadeemia Toimetised nr. 4, 1954.
19. Сборник правил и инструкций по разведке и эксплуатации торфяного фонда Эстонской ССР. Министерство сельского хозяйства Эстонской ССР, 1954.

20. И. Ф. Штукенберг. Статистические труды. Описание Остзейских губерний. Описание С. Петербургской губернии. Перевод с немецкого, 1859.
21. P. W. Thomson, Die regionale Entwickelungsgeschichte der Wälder Estlands. Acta et commentationes universitatis Tartuensis, 1930.
22. P. Thomson. «Sookultuur» III, 1925.
23. A. Truu. Alus- ja väetusturba tootmine ja kasutamine. 1955.
24. A. Vaga. Eesti NSV soode fütotsönoosidest. Eesti NSV fauna ja floora uurimise küsimusi. 1953.
25. E. Varep. Eesti NSV lääneosa soode geobotaaniline iseloomustus. Eesti NSV fauna ja floora uurimise küsimusi. 1953.
26. K. Veber. Endla soostiku geoloogiline ja hüdrograafiline iseloomustus ning genees. Eesti NSV Teaduste Akadeemia juures asuva Loodusuurijate Seltsi aastaraamat 1957.
27. A. Vellner. Eesti hüdrograafia ülevaade. 1922.

О ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЭСТОНСКОЙ ССР В ОБЛАСТИ ОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

А. ТРУУ,
научный сотрудник Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации, кандидат сельскохозяйственных наук

Резюме

Коренные породы на территории Эстонской ССР представлены кембрийскими, ордовикскими, силурийскими и девонскими отложениями, которые располагаются в виде полос в широтном направлении (рис. 1). Наиболее древние породы расположены вдоль побережья Финского залива. По мере продвижения к югу вследствие некоторого падения пластов происходит последовательная смена древних отложений более молодыми по возрасту. На смену кембрийским глинам и песчаникам приходят ордовикские известняки, сланцы и песчаники, силурийские известняки и доломиты, девонские песчаники, глина и доломиты.

Отдельные районы Эстонии значительно отличаются друг от друга по рельефу, по литологическому строению и генезису четвертичных отложений, петрографическому составу коренных пород, что обусловливает различия в торфяных месторождениях.

Торфяники рассматриваемой территории подстилаются следующими горизонтами ордовикских отложений: Ласнамяэским (C_I^b), Ухакуским (C_I^c), Идавереским (C_{III}), Йыхвиским (D_I), Кейласким (D_{II}), Вазалеммаским (D_{III}), Раквереским (E), Набаласким (F_I^a), Вормсиским (F_I^b), Пиргуским (F_I^c) известняками и местами (горизонт Кукрусеский) горючим сланцем. Эти подстилающие породы во многих случаях являются минеральным дном торфяника.

Почвообразующими породами области ордовика являются различные по мощности четвертичные отложения (ледниковые, морские, континентальные). Преобладает маломощная белесовато-серая валунно-щебенчатая суглинистая карбонатная морена — рихковая морена. Эта морена высококарбонатна и на ней развиваются дерново-карбонатные типичные так называемые рихковые почвы.

В краевой зоне Североэстонского плато в районе глинта встречаются выходы коренных карбонатных пород, на которых

мощность почвы составляет не более 10—20 см. На таких участках (альвары) почвы относятся к перегнойно-карбонатным маломощным.

В условиях низинного залегания территории здесь широко распространены заболоченные дерново-глеевые насыщенные болотные почвы.

На образование и развитие почвенного покрова, в частности торфяников, в Эстонской ССР оказывало значительное влияние явление трансгрессии и регрессии Балтийского моря в голоцене. Связанные с деятельностью моря изменения настолько хорошо выражены, что на основании этого по геологическому прошлому территория Эстонской ССР разделяется на две части: возвышенную и низменную (рис. 2), соответственно тому, оставалась ли территория непосредственно после освобождения от покрова материкового льда сушей или же она была покрыта водами различных стадий Балтийского моря. Область ордовикских отложений относится к низменной части Эстонии. К возвышенной части относится лишь незначительная часть Пандивереской возвышенности.

В рассматриваемой низменной части Эстонии имеется много крупных торфяников, развитию которых способствует равнинный характер этой части территории, а также характер залегания и строения ордовикских карбонатных пород.

На развитие болот Эстонской ССР оказали значительное влияние неотектонические движения в послеледниковое время, амплитуда которых в северной Эстонии больше, чем в южной. На северо-западе, в условиях более интенсивного поднятия, уровень грунтовых вод со временем понижается, что создает условия, неблагоприятные для развития низинных торфяников. В южной Эстонии мощность торфа низинного типа достигает 6—8 м, в северной же Эстонии и на островах мощность того же торфа остается в пределах 1—2 м.

Рельеф рассматриваемой территории представляет слегка волнистую равнину с абсолютными отметками в среднем 20—60 метров над уровнем моря, а центральная часть (вблизи Пандивереской возвышенности) поднимается до 100 метров.

В области ордовикских отложений встречаются низинные, переходные и верховые типы болот с характерной для них растительностью. Из общей площади болот в этой зоне болота низинного типа занимают 68,1%; верхового — 24,3% и переходного — 7,6%.

Низинный тип растительности:

Древесная группа представлена следующими группами ассоциаций: ольшаники, березняки, ельники и сосняки. Из них наиболее распространены березняки, занимающие на болотах низинного типа 26% общей площади (рис. 2).

Высота деревьев в березняках и сосняках равняется в среднем 5—10 м, диаметр стволов — 5—15 см и только в редких случаях

более 15 см. Продуктивность этих лесов не превышает 50 кубометров древесины с га. В ельниках высота деревьев достигает 15—17 метров, а диаметр стволов — 16—26 см. Продуктивность ельников — 100 кубометров древесины с га. Сельскохозяйственное освоение болот древесной группы затрудняется обилием лесной растительности и наличием пней как в торфяной залежи, так и на ее поверхности.

В древесно-травяную группу входят следующие группы ассоциаций: сеслерия голубая (*Sesleria coerulea*), молиния голубая (*Molinia coerulea*), схенус ржавый (*Shoenus ferrugineus*), осока просяная (*Carex panicea*), осока нитевидная (*C. lasiocarpa*), осока Дэвелла (*C. Davalliana*), осока Госта (*C. Hostiana*). Из них наиболее распространены сеслерия голубая, занимающая 13,4%, молиния голубая — 12,4% и осока просяная — 10,6% площади болот низинного типа.

В группах ассоциаций древесно-травяной группы деревья и кустарники расположены редко. Микрорельеф этих торфяников в большинстве случаев гладкий или мелкокочковатый. Кочки выше 25 см встречаются лишь в группах ассоциаций схенуса ржавого, осоки нитевидной и осоки Дэвелла. Кочки в большинстве случаев состоят из мхов и расположены вокруг кустов и деревьев.

Группы ассоциаций древесно-травяной группы в естественном состоянии являются малопродуктивными сенокосами, дающими около 2—5 ц с гектара низкокачественного осокового сена.

Травяная группа представлена группой ассоциаций пухонос альпийский (*Trichophorum alpinum*). Группа ассоциаций травяной группы имеет незначительное распространение и используется в виде естественных лугов и пастбищ.

Переходный тип растительности:

Древесная группа представлена сосняками. Сосняки покрывают площадь переходного болота почти на 100%. Высота деревьев в сосняках в среднем 6—12 м, диаметр стволов — 8—15 см. Продуктивность этих лесов — 35—50 кубометров древесины с га. Микрорельеф кочковатый. Высота кочек — 10—60 см. Кочки покрывают 15—35% всей площади.

Верховой тип растительности:

Древесно-моховая группа представлена сосново-сфагновыми фитоценозами, занимающими 86,0% всей площади болот верхового типа. Древесный ярус состоит из сосны (*Pinus silvestris* f. *Willkommii* Sukatš. и *P. silvestris* f. *Litwinowii* Sukatš.). Среди кустарничков встречаются багульник (*Ledum palustre* L.), вереск (*Calluna vulgaris* (L.) Salisb.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), подбел (*Andromeda polifolia* L.) и др. Травяной покров состоит из пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum* L.). В моховом покрове преобладает сфагнум (*Sphagnum medium* Limpr.). Микрорельеф кочковатый, высота кочек — 30—40 см. Кочки занимают до 80% всей площади.

Моховая группа представлена грядово-мочажинными и грядово-озерными комплексами. Сосна здесь сильно угнетенная и располагается преимущественно на кочках, где также растут кустарнички морошки (*Rubus chamaemorus* L.), водяники (*Empetrum nigrum* L.) и др. Травяной покров состоит из пушицы (*Eriophorum vaginatum* L.), шейхцерий (*Scheuchzeria palustris* L.) и др. В моховом покрове преобладает сфагнум (*Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr.).

На исследованных торфяных месторождениях зоны ордовикских отложений наиболее распространены следующие группы растительных ассоциаций:

а) на низинных типах болот — березняки, сеслерия голубая (*Sesleria coerulea*), молиния голубая (*Molinia coerulea*), осока просяная (*C. panicea*);

б) на переходных типах болот — сосняки;

в) на верховых типах болот — сосново-сфагновые.

На изученных торфяниках, расположенных в области ордовикских отложений, чаще всего встречаются следующие низинные виды торфа: древесный, древесно-тростниковый, древесно-осоковый низинный, тростниковый, тростниково-осоковый, осоковый низинный и осоково-гипновый низинный. Редко встречаются древесно-гипновый низинный, древесно-сфагновый низинный, осоково-сфагновый низинный, гипновый низинный и сфагновый низинный. Из переходных видов торфа чаще встречаются древесно-сфагновый переходный и осоково-сфагновый переходный торф. Из верховых видов торфа преобладают пушицево-сфагновый, медиум-торф, комплексный верховой и фускум-торф. Реже встречается сосново-сфагновый торф.

Среди низинных видов торфа в северной Эстонии самое широкое распространение имеют осоковый и древесно-осоковый торф, а в южной Эстонии — тростниковый и древесно-тростниковый торф.

Торфы ордовикских отложений заметно больше разложены и имеют больший объемный вес в сравнении с образовавшимися при более интенсивном увлажнении торфами девонских отложений (табл. 2).

Так как торфы рассматриваемой территории образовались на ордовикских известняках, то воды, питающие эти торфяники, значительно богаче кальцием и беднее железом по сравнению с водами девонских отложений в южной Эстонии (табл. 4).

Повышенное содержание кальция в водах, питающих торфяники, сказывается на содержании кальция в торфах, а именно, содержание его в торфах на ордовикских отложениях значительно выше, чем в торфах на девонских отложениях (табл. 3). Кроме того, торфы ордовикских отложений отличаются повышенным содержанием и других питательных веществ и зольностью.

Из торфяных залежей в зоне ордовикских отложений встречаются следующие виды: лесная, древесно-тростниковая, древес-

но-осоковая, топяно-лесная, лесо-топяная, многослойная топяно-лесная, тростниковая, осоковая, осоково-гипновая и многослойная топяная залежи.

Лесная залежь встречается часто. В этой залежи мощность торфа по сравнению с другими видами залежей наименьшая, степень разложения и зольность торфа, наоборот, — более высокая. Залежи этого вида слагаются из одного или двух видов торфа лесного подтипа, чаще березового и соснового торфа. Местами в составе древесного торфа имеется примесь ольхи и ивы.

Древесно-тростниковая и древесно-осоковая залежи также встречаются сравнительно часто, особенно древесно-осоковая залежь, которая обычно состоит из осоки омской (*Carex omskiana* Meinsh.), осоки Гудну (*C. Goodenowii* Gay), осоки плетевидной (*C. chordorrhiza* Ehrh.), осоки топяной (*C. limosa* L.), осоки нитевидной (*C. lasiocarpa* Ehrh.), осоки пузырчатой (*C. vesicaria* L.).

В таблицах 6 и 7 приведены характеристики одной из наиболее распространенных залежей — древесно-осоковой залежи болота Саусти. В этой залежи с увеличением глубины повышаются степень разложения, зольность и содержание кальция. Торф имеет слабокислую реакцию. Здесь, как и на других болотных массивах низинного типа, содержание кальция и общего азота сравнительно высокое.

Топяно-лесная залежь встречается часто. Верхняя часть этой залежи сложена осоковыми или тростниковыми торфами. Средняя степень разложения — 25—30%. Нижняя часть залежи сложена древесными, древесно-осоковыми или древесно-тростниковыми торфами. Средняя степень разложения этих торфов — 40—50%.

Лесо-топяная залежь встречается тоже довольно часто. Верхняя часть залежи сложена древесными, древесно-осоковыми или древесно-тростниковыми торфами. Нижняя половина залежи сложена осоковыми, тростниковыми, реже гипновыми торфами. Степень разложения в верхних горизонтах торфа обычно выше (40—65%), чем в нижних горизонтах (25—40%).

Многослойная топяно-лесная залежь довольно распространена. Состав залежи многослойного топяно-лесного вида разнообразный. Степень разложения в верхних горизонтах — 25—30%, в средних — 35—45% и в нижних горизонтах — 30—35%.

Из топяного подтипа залежи имеет преимущественное распространение осоковая залежь, реже встречается тростниковая и только в одном случае — осоково-гипновая и многослойная топяная залежи.

В осоковой залежи преобладают осока омская (*Carex omskiana* Meinsh.), осока Гудну (*C. Goodenowii* Gay), осока нитевидная (*C. lasiocarpa* Ehrh.), осока стройная (*C. gracilis* Curt.),

осока вздутая (*C. inflata* Huds.), осока плетевидная (*C. chordorrhiza* Ehrh.), осока топяная (*C. limosa* L.) и осока сближенная (*C. paradox* Willd.).

В пределах переходного типа выделяются два вида залежи: переходная лесо-топяная и переходная топяная.

Переходная лесо-топяная залежь сложена в верхней части древесно-осоковым и древесно-сфагновым торфом и в нижней части — тростниковым торфом. Степень разложения в верхних горизонтах 35—40%, в нижних — 25—30%.

Переходная топяная залежь встречается только в одном случае. Верхняя часть залежи сложена переходным осоково-сфагновым торфом, который подстилается низинным осоково-сфагновым торфом, а последний — осоковым торфом. Степень разложения в верхних горизонтах 15%, в нижних — 25—30%.

В пределах смешанного типа встречаются два вида залежи: смешанная лесо-топяная и смешанная топяная. Из них первая встречается только в одном случае.

Смешанная лесо-топяная залежь сложена в нижних горизонтах низинным осоковым торфом, который выше переходит в осоковый переходный торф. Средние горизонты сложены переходным древесно-сфагновым и древесно-осоковым торфами, которые в верхних горизонтах переходят в верховой торф (*Sphagnum medium* Limpr.).

Смешанная топяная залежь сложена в более глубоких горизонтах тростниковым торфом. Тростниковый торф обычно выше сменяется осоковым низинным торфом, который, в свою очередь, сменяется осоковым переходным торфом. В верхних горизонтах залежь сложена сфагновым (фускум или медиум) торфом. Степень разложения торфа в нижних горизонтах — 30—35%, в верхних — 5—30%.

В пределах верхового типа на исследованных торфяниках встречаются три вида залежей: медиум-залежь, комплексная верховая и фускум-залежь.

Медиум-залежь сложена в верхних горизонтах верховыми торфами с преобладанием медиум-торфа (степень разложения 10—25%). В более глубоких горизонтах залежи встречаются древесно-сфагновый переходный и осоково-сфагновый низинный торфы (степень разложения 30—45%).

Комплексная верховая залежь в нижних горизонтах состоит из тростникового, осокового, осоково-гипнового низинного или пушицево-сфагнового верхового торфа, которые выше переходят в комплексный верховой торф. Степень разложения в нижних горизонтах 25—40%, в верхних — 5—20%.

В фускум-залежи преобладает фускум-торф (степень разложения 5—20%). В более глубоких горизонтах залежи встречается осоково-сфагновый переходный, осоково-гипновый низинный, тростниковый, или осоковый торф (степень разложения 25—35%).

Торфяные залежи низинного типа занимают 70% всей площади болот, переходного типа — 5%, смешанного типа — 5% и верхового типа — 20%.

За исключением низинной лесной и переходной лесо-топяной залежи все другие торфяные залежи подстилаются сапропелевыми отложениями, что указывает на их происхождение путем зарастания бывших водоемов. Мощность сапропелевых отложений доходит местами до 4 метров.

Торфы всех залежей низинного типа и лесо-топяной залежи переходного типа имеют среднюю степень разложения. Торфы же залежей смешанного и верхового типа, а также переходной топяной залежи имеют малую степень разложения (табл. 14).

Залежи низинного типа и лесо-топяная залежь переходного типа вполне пригодны для освоения под сельскохозяйственные угодья и для заготовки торфа на удобрение. Торфы залежей смешанного и верхового типа, а также переходной топяной залежи наиболее целесообразно использовать для заготовки торфяной подстилки.

На основании пыльцевого анализа возраст исследованных торфяников на ордовикских отложениях можно отнести к пребореальному периоду (рис. 7).

Площадь торфяных болот в изученной зоне составляет 195 тыс. га, или 18% всей территории. Из них сектору лесного хозяйства принадлежит 136 тыс. га, или 70%, и сельскохозяйственному сектору — 59 тыс. га, или 30%.

Болота расположены по всей указанной территории и имеются в земельном фонде почти всех колхозов. На один колхоз приходится в среднем 200 га годных к освоению торфяно-болотных почв.

На основании исследований торфяных месторождений, расположенных в области ордовикских отложений, сделаны следующие выводы:

1. Из общей площади изученных торфяных месторождений торфяники низинного типа занимают 68,1%, переходного типа — 7,6% и верхового типа — 24,3% (от общей площади изученных болот всей территории республики низинные торфяники составляют 59%, переходные — 9% и верховые — 32%).

2. На торфяных месторождениях наиболее распространены следующие группы растительных ассоциаций:

а) из низинных типов растительности в древесной группе — березняки; в древесно-травяной группе — *Sesleria coerulea, Molinia coerulea* и *Carex panicea;*

б) из переходных типов растительности в древесной группе — сосняки;

в) из верховых типов растительности в древесно-моховой группе — сосново-сфагновые.

3. Среди низинных видов торфа самое широкое распространение имеет осоковый и древесно-осоковый торф. Среди переход-

ных в большинстве случаев встречается осоково-сфагновый переходный и древесно-сфагновый переходный торф.

4. В верхнем (0—40 см) слое низинных торфяников преобладают следующие виды торфа:

а) среднеразложившийся осоковый и древесно-осоковый,

б) хорошо разложившийся древесный и

в) слаборазложившийся осоково-гипновый торф.

5. Торфы ордовикских отложений заметно больше разложены и имеют больший объемный вес в сравнении с образовавшимися при более интенсивном увлажнении торфами девонских отложений. Торфы ордовикских отложений отличаются несколько повышенным содержанием питательных веществ, особенно кальция.

6. Наиболее часто встречаются следующие залежи низинного типа: древесно-осоковая, топяно-лесная, лесо-топяная, древесно-тростниковая, осоковая и многослойная топяно-лесная.

Средняя мощность низинных залежей — 2,0 метра, средняя мощность переходного типа — 2,2 метра, смешанного типа — 3,5 метра и верхового типа — 5,5 метра.

7. Мощность торфяных залежей низинного типа на ордовикских отложениях значительно меньше, а мощность верховых залежей, наоборот, больше мощности соответствующих залежей, сформировавшихся на девонских отложениях южной Эстонии, что обусловлено различием гидрологических и геологических условий местности.

8. Торфяные залежи, исключая редкие случаи, подстилаются сапропелевыми отложениями, что свидетельствует о происхождении торфяников путем зарастания бывших водоемов.

9. Залежи низинного типа, а также лесо-топяная залежь переходного типа вполне пригодны для освоения под сельскохозяйственные угодья и для заготовки торфа на удобрение. Торфы залежей смешанного и верхового типа, а также переходной топяной залежи наиболее целесообразно использовать для заготовки торфяной подстилки.

10. На ордовикских отложениях вода минеральных источников и колодцев, находящихся в непосредственной близости от торфяников, содержит кальция больше, чем вода самих торфяников.

Воды, питающие торфяники на ордовикских отложениях, богаче кальцием (CaO) и беднее железом (Fe_2O_3), чем воды, питающие торфяники на девонских отложениях.

11. По рельефу торфяники в большинстве случаев располагаются в поймах рек и реже — на водоразделах.

12. Изученные торфяники низинного и переходного типа после их осушения могут быть ценными сельскохозяйственными угодьями. На один колхоз приходится в среднем 200 га торфяно-болотных почв, годных к освоению.

KUIVENDUSE INTENSIIVSUSE MÕJU TURVASMULLALE JA TAIMEKASVULE

I. EISEN,
Tooma katsebaasi teaduslik töötaja,
põllumajandusteaduste kandidaat

Soode kultuuristamise edukus ja selle majanduslik tasuvus sõltub muude tegurite kõrval suurel määral põhjavee sügavuse õigest reguleerimisest.

Põhjavee sobiva sügavuse leidmine on oluline, kuid seni veel mitterahuldavalt lahendatud probleem soode kultuuristamisel. Varasemas maaparandust käsitlevas kirjanduses peetakse üldiselt kultuurniidule sobivaks keskmiseks põhjaveesügavuseks 40—50 sm, karjamaale 60—70 sm ja põllukultuuridele 75 sm ning rohkem (3, 6). Üksikasjalisemalt on kuivendusnormide uurimisega Valgevene NSV-s tegelnud N. F. Lebedevitš (7, 8). Tema poolt soovitati Valgevene madalsoode kultuuristamisel kasutada järgmisi kuivendusnorme: kultuurniidule 70—75 sm, karjamaale 70—80 sm ja põllukultuuridele 70—100 sm. Niidukultuuridele peetakse sobivaks väiksemaid kuivendusnorme kui põllukultuuridele. Seda põhjendatakse tavaliselt sellega, et niidukultuurid vajavad kasvuperioodil rohkem vett kui põllukultuurid (5, 33). Siinjuures ilmneb aga meil vastuolu taimede lämmastiku toiterežiimis. Väiksemate kuivendusnormide puhul jääb nimelt mullaniiskus vegetatsiooniperioodil kas ajutiselt või pidevalt suureks. Suurest mullaniiskusest tingituna koguneb mulda suhteliselt vähem taimedele kergesti omastatavaid toiteelemente, eeskätt lämmastikuühendeid. Suurema kuivenduse puhul aga on meie oludes mulla niiskus optimaalne ja toiterežiim suhteliselt parem, seda eriti omastatava lämmastiku osas. Teatavasti põhjustab lämmastiku rohkus just vegetatiivmassi hoogsa kasvu, mis on suurte heinasaakide saamise eelduseks. Teraviljadel, vastupidi, põhjustab lämmastiku rohkus lamandumist (tabelid 22 ja 27), mille tagajärjel terasaak langeb ning koristustööd on raskendatud.* Lähtudes seega mulla ja taimede bioloogilisest seisu-

* Oelduga ei taheta teraviljakultuuridele soovitada nõrgemat kuivendust, vaid tahetakse rõhutada taimede iseärasusi lämmastiku toiterežiimi suhtes. Et teraviljad heades kuivendusoludes ei lamanduks, selleks tuleb nende kasvu mullaharimise ja väetamise võtete abil reguleerida ning kasutada väiksemat külvinormi.

kohast, ei saa meie oludes nõustuda meil seni soovitavaks peetud kuivendusnormidega.

Eespool nimetatud kuivendusnormid on tuletatud peamiselt lüsimeetrites ja kunstlikult loodud tingimustes saadud andmete alusel. Lüsimeetrites hoitakse põhjaveesügavus taimekasvuperioodi jooksul ettenähtud kõrgusel. Looduses sellist olukorda kuivendatud pinnal tavaliselt ei esine, sest põhjaveesügavus oleneb antud koha hüdrogeoloogilistest tingimustest ning sademete ja aurumise vahekorrast erinevatel kasvuetappidel.

Tabelis 1 on näitena toodud keskmised põhjaveesügavused mais ja juulis ühes Tooma madalsoo kuivendus-katsepinnas.

Need andmed näitavad, et põhjaveesügavus suurenes üksikuil aastail maist juulini 35 ja enam sentimeetrit. Sellised põhjaveesügavuse kõikumised taimekasvukuudel lubavad kahelda, kas lüsimeetrilisel teel optimaalseks osutunud kuivendusnormid looduslikes tingimustes on üldse rakendatavad.

Kui suvekuudel põhjaveesügavus ja mulla niiskus suurtes piirides muutuvad, kas siis üldse saabki olla põllumajanduslikele kultuuridele kindlaid kuivendusnorme? Juba sademete jaotus üksikuil aastail ei luba seda (tabel 1).

Tabel 1

Keskmine põhjaveesügavus mais ja juulis olenevalt dreenide sügavusest ja vahelaiusest

Dreenide rajamise sügavus sm	70			120			Sademete hulk mm 1.V—1.X
Dreenide vahelaius m	20	35	50	20	35	50	
Aasta ja periood	Keskmine põhjaveesügavus sm						
1935. a.							
mais	60	69	72	86	70	66	
juulis	75	80	82	96	89	88	
Keskmine 1.V—1.X	65	65	70	86	74	69	499,4
1936. a.							
mais	58	68	71	80	68	73	
juulis	82	87	92	107	98	98	
Keskmine 1.V—1.X	76	77	80	94	87	86	359,6
1939. a.							
mais	54	60	65	88	76	73	
juulis	89	89	96	104	104	101	
Keskmine 1.V—1.X	82	86	90	104	101	95	195,7
1940. a.							
mais	58	67	67	90	78	76	
juulis	94	95	102	110	110	107	
Keskmine 1.V—1.X	79	87	88	101	98	94	289,2

Tabeli 1 andmed näitavad, et isegi 70 sm sügavusele ja 50 m vahelaiusele asetatud dreenide puhul oli keskmine põhjaveesügavus (kuivendusnorm) suurem kui 50 sm, ületades kultuurniidule eespool sobivaks peetud põhjaveesügavust. Vaatamata sellele, et kuivendusnorm oli suurem kui 50 sm, ei saadud seda kuivendust siiski antud juhul lugeda küllaldaseks ei taimekasvatuse ega drenaaži vastupidavuse seisukohalt.*

Eesti NSV turvasmuldade kultuuristamiseks näivad enam sobivat N. F. Lebedevitši poolt Valgevene soodes sobivaks osutunud kuivendusnormid. Kuid viimaseid ei tohiks siiski Eesti NSV madalsoode kuivendamisel kontrollimata üle võtta, sest Eesti NSV mullastikulised ning kliimaatilised tingimused erinevad tunduvalt Valgevene omadest.

Peaaegu täielikult on ka selgitamata üksikute taimerühmade agrobioloogilised nõuded selle või teise turvasmulla optimaalse vee- ja õhurežiimi suhtes (9, 10, 11, 14).

Hästi iseloomustab eeltoodut B. D. Onoško (14) sellekohane väljendus: «Ulatuslikumaid vaatlusi söödaheintaimede kasvu kohta mitmesuguse põhjaveesügavuse juures ei ole Nõukogude Liidu soojaamades peaaegu üldse tehtud, heintaimede klassifitseerimine selles suhtes baseerub mitmesuguste uurijate subjektiivsel hinnangul.» Ligikaudu samale järeldusele jõuab ka L. A. Tšugunov (28).

Järelikult on soode kuivendamisel olnud üldiselt vähe võimalusi arvestada kultuurtaimede bioloogilisi nõudeid. Siis on ka loomulik, et õige kuivendusnormi leidmine on raske, kuna puuduvad küllaldaselt väljatöötatud agrobioloogilised alused veerežiimi reguleerimiseks. Sellest tingituna käiaksegi madalsoode veerežiimi reguleerimisel veel teatud määral kobamisi.

Käesolevas uurimistöös oli peamiseks lahendust vajavaks küsimuseks sellise vee- ja õhurežiimi leidmine, mis tagaks turvasmulla viljakuse maksimaalse tõusu. Kuid, pidades silmas mullaviljakuse tingimusi, oli seejuures möödapääsmatult vajalik selgitada veel eri taimerühmade bioloogilisi nõudeid mulla vee- ja õhurežiimile.

Uurimistöö läbiviimiseks rajati 1948.—1949. a. selleks väljavalitud Endla soomassiivi ühele madalsoo osale (Toomal) vastavad katseväljad. Esimesel katseväljal, suurusega 3,3 ha, ehitati kuivendusdreenid nii, et saadi 10 sm intervallidena suurenev põhjaveesügavus (30—130 sm). Põhjaveesügavuse ettenähtud taseme säilitamiseks projekteeriti kuivendusdreenide vahele vee juurdejuhtimise dreenid. Viimaseid kasutati 1950.—1953. aastani sel juhul, kui põhjavee pind langes kuivendusdreenidest allapoole. Sellise dreenide asetusega püüti esimesel katseväljal saavutada ligikaudu lüsi-

---

* Mida suurem oli dreenide vahelaius, seda kõrgemale tõusis põhjaveepind kevadel ja sügisel, mis põhjustas mulla liigniiskuse. Mida märjem oli muld, seda intensiivsemalt toimus suvekuudel aurumine pinnalt, mis kutsus esile suhteliselt kiirema põhjavee languse kui dreenide väiksema vahelaiusega pinnal.

meetrilist olukorda. Esimese katsevälja juurde rajati lisaks veel katsepind, kus dreenid asetati 5 m vahelaiusega 140—150 sm sügavusele.

Teisel katseväljal, suurusega 2,65 ha, kindlustati järkjärguline põhjaveesügavuse suurenemine (70—120 sm) ainult kuivendusdreenidega. Seega teisel väljal põhjavee pinda kunstlikult samal tasemel ei hoitud.

Dreenide vahelaiuseks valiti mõlemal katsel 15 m, kusjuures iga erineva põhjaveesügavusega pinna vahel olid üleminekuribad. Kummalegi katsepinnale külvati ribadena samas järjekorras ja ühesugustes agrotehnilistes tingimustes põllu-, niidu- ja karjamaakultuurid. Seda selleks, et iga taimerühma puhul selguks tema bioloogilistele nõuetele vastav optimaalne turvasmulla vee- ja õhurežiim.

Põllukultuuridest kasvatati talirukist, otra, kartulit ja suhkrupeeti.

Mitmeaastastest heintaimedest külvati puhaskultuuridena timutit, harilikku aruheina, keraheina, aasrebasesaba, hõõlaskastikut (bekmanniat), punast aruheina, aasnurmikat, karjamaa raiheina ning punast, roosat ja valget ristikut.

Suurema osa kummastki katsepindalast võtsid enda alla kolm seemnesegudelt erinevat kultuurniitu:

a) Pikaajalise kestusega kultuurniit. Seemnesegus oli 1 ha kohta: timutit 8 kg, harilikku aruheina 10 kg, aasrebasesaba 4 kg, aasnurmikat 6 kg, soonurmikat 3 kg, keraheina 2 kg ja punast ristikut 4 kg.
b) Lühema kestusega kultuurniit. Selle seemnesegus oli timutit 8 kg, harilikku aruheina 12 kg, soonurmikat 8 kg ja punast ristikut 6 kg.
c) Paljuliigiline kultuurniit (12 taimeliigist).

Viimane seemnesegu koostati Eesti NSV-s kõige sagedamini esinevatest kultuurheintaimede liikidest. See kultuurniit rajati eesmärgiga uurida liikide vahekorra kujunemist erineva kuivenduse intensiivsuse korral. Seemnesegus oli 1 ha kohta timutit 3,1 kg, karjamaa raiheina 3,1 kg, harilikku aruheina 6,6 kg, aasrebasesaba 3,8 kg, aasnurmikat 4,3 kg, soonurmikat 4,3 kg, punast aruheina 3,6 kg, keraheina 5,6 kg, hõõlaskastikut (bekmanniat) 1 kg, roosat ristikut 2,5 kg, punast ristikut 2,5 kg ja valget ristikut 2,8 kg.

Osa katseväljade pindalast eraldati kultuurkarjamaaks. Viimase seemnesegusse võeti 1 ha kohta timutit 4,3 kg, harilikku aruheina 19,7 kg, aasrebasesaba 2,2 kg, aasnurmikat 6,8 kg, roosat ristikut 1,0 kg, valget ristikut 4,2 kg ja keraheina 3,6 kg.

Kultuurkarjamaa jaotati põhjaveesügavuse järgi kopliteks, millede pindalad olid 2250—2700 m². Koplite toodang arvestati söötühikutes enne karjatamist haljasmassi järgi ning karjatamise ajal zootehnilisel meetodil.

Madalsoo, kuhu rajati kirjeldatud katse, kuulub oma loodusliku toiterežiimi poolest A. D. Brudastovi (3) jaotuse järgi peamiselt põhjavee toitumisega soode tüüpi. Katseväljade turvas, mille lasundi keskmine tüsedus on üle 2,5 m, koosneb lehtsambla-, pilliroo- ja tarnafragmentidest. Lagundumisaste on 25—30% piires (Varlõgini järgi).

Turvasmulla keskmised füüsikalised ja keemilised näitajad olid enne kultuuristamist järgmised:

Tabel 1a

	0—20 sm kihis	20—40 sm kihis	Keskmine
Mahukaal kg/m³	120	94	107
Erikaal	1,6	1,6	1,6
Üldine poorsus %	90	93	91,5
Tuhasisaldus %	6,00	4,88	5,44
CaO-sisaldus %	2,25	2,28	2,26
N-sisaldus %	2,90	2,68	2,79
P_2O_5-sisaldus %	0,12	0,10	0,11
K_2O-sisaldus %	0,03	0,02	0,025
pH KCl leotises	6,2	6,0	6,1

Filtratsioonikoefitsient G. D. Erkini meetodi järgi oli 0,0013 sm/sek.

1. Mulla ettevalmistus

Uudiskünd tehti 1949. a. juuni algul 35—40 sm sügavuselt. Küntud muld, mis kevad-suvel kiiresti kuivas ning õhustus, tasandati hiljem korduvate randaalimistega. Seejärel külvati samal aastal eelviljaks segavili. Järgmisel (1950.) aastal olid katseväljad veel eelviljade all. Mullaharimine eelviljade kasvatamisel ning enne katsekultuuride külvi toimus peamiselt randaali abil.

Väetisi anti igal aastal kõigile kultuuridele ühtlaselt, arvestusega 60 kg P_2O_5 ja 120 kg K_2O ning 3 aasta tagant 30 kg vasevitrioli hektarile.

Katsekultuurid külvati 1951. a. Kõik eespool nimetatud heintaimede liigid ja -segud külvati 15.—25. aprillini, kuna põllukultuuride külv toimus mais.

II. KUIVENDUSE INTENSIIVSUSE MÕJU TURVASMULLA VEE- JA ÕHUREŽIIMILE

1. Põhjaveerežiim katseväljadel

Alates 1950. a. mõõdeti põhjaveesügavusi erineva kuivendusastmega katselappidel* süstemaatiliselt iga nelja päeva järel. Seejuures ilmnes, et mida väiksemal sügavusel olid dreenid, seda sügavamale langes neist suhteliselt põhjaveepind nii talvel kui ka suvel. Ligikaudu 80—100 sm-st alates ja dreenide suuremate sügavuste juures põhjaveepind enam nimetamisväärselt allapoole dreenide tasapinda ei langenud. See nähtus lubab oletada, et paremates kuivendustingimustes toimus aurumine maapinnalt ja transpiratsioon peamiselt turvasmulla poolt seotud veevarude arvel.

Vegetatsiooniperioodi algul, s. o. aprilli lõpul, mai alguses ning sügisel oktoobris-novembris, oli põhjaveepind tavaliselt kõige kõrgem ning langes madalseisule juulis ja talvel veebruaris-märtsis. Dreenidest, mille sügavus oli vähemalt 70—80 sm, algas veevool sel juhul, kui depressioonijoone kõrgus 7,5 m kaugusel dreenist oli 7—9 sm.

70—80 sm-st kõrgemal asuvate dreenide juures oli nende töötamise algust, sõltuvalt depressioonijoone kõrgusest, raskem määrata, kuna mõõtmisandmed olid väga lahkuminevad.

Tabel 2

Katseväljade 3 aasta (1951—1953) keskmised põhjaveesügavused vegetatsiooniperioodil

Dreenide rajamissügavus sm	I katseväli					II katseväli				
	Keskmised põhjaveesügavused sm									
	aprilli III dekaadil	mais	juulis	septembris	1.V—1.X	aprilli III dekaadil	mais	juulis	septembris	1.V—1.X
145	121	123	132	113	125	—	—	—	—	—
130	90	94	103	95	100	100	102	109	98	105
110	84	87	96	88	90	83	85	88	83	85
100	73	77	85	75	80	71	73	76	75	75
90	65	69	75	66	70	60	64	73	66	65
80	58	63	66	57	60	49	54	63	58	55
70	51	54	55	44	50	—	—	—	—	—
60	42	44	46	40	40	—	—	—	—	—
50	30	35	36	26	30	—	—	—	—	—

* Põhjaveesügavusi mõõdeti kahe dreeni vahel, s. o. kummastki võrdsel kaugusel.

Katseväljade erinevalt kuivendatud lappide keskmised põhjaveesügavused vegetatsiooniperioodil on esitatud tabelis 2. Et keskmised aastased põhjaveesügavused erinevad vähe keskmistest põhjaveesügavustest vegetatsiooniperioodil, siis neid siin ei tooda.

Võrreldes tabelis 2 keskmisi põhjaveesügavusi vegetatsiooniperioodil ja üksikutel kuudel, nähtub, et kuivenduse nõrgenemisega suureneb mõningal määral suvine põhjaveeseisu kõikumine. Samast selgub veel, et esimese välja nõrgema kuivendusega osal, kus põhjaveeseisu reguleeriti, suudeti see hoida maist kuni juulini praktiliselt ühel tasemel.

Alates 1954. a. I katseväljal põhjavett enam ei reguleeritud, kuna eelmistel aastatel ilmnes, et see taimekasvule soodustavat mõju ei avaldanud.

Peale erineva põhjaveerežiimi olenes kuivenduse sügavusest veel põhjavee keemiline koostis, tema temperatuur ja äravoolu hulk dreenidest. Teatud määral saab põhjavee keemilise koostise üle otsustada dreenivete analüüsiandmete põhjal. Nii näitasid analüüsi tulemused, et intensiivsema kuivenduse juures sisaldas dreenivesi rohkem CaO ja vähem P_2O_5 ning nitraate. Vesi oli värvuseta ja pH kõikus 6—7 piires. Nõrgema kuivenduse korral CaO hulk vees aga langes, kuna P_2O_5 ja nitraatide kogus tõusis. Vee värvus oli sel juhul kollane või kollakaspruun ning pH kõikus 5—6 ümber (tabel 3, 4).

Tabel 3

Keskmine P_2O_5- ja nitraatide- (NO_3) sisaldus dreenivees olenevalt kuivenduse intensiivsusest (1954. a. tehtud analüüside põhjal)

I katseväli			II katseväli		
põhjaveesügavus sm	P_2O_5 mg/liitris	NO_3 mg/liitris	põhjaveesügavus sm	P_2O_5 mg/liitris	NO_3 mg/liitris
90	2,6	2,9	85	4,4	3,0
60	7,0	3,1	65	8,5	4.3
50	11,0	5,3	40	13,0	8,5
40	14,0	5,6			
25	21,3	8,8			

Vee kollane värvus on arvatavasti tingitud lahustunud huumusühendeist.

Järelikult uhutakse nõrgema kuivenduse korral mullast tunduvalt rohkem taimede toiteelemente välja.

Olenemata kuivenduse sügavusest ei sisaldanud põhjavesi vaba hapnikku (O_2), vaid andis igal pool positiivse reaktsiooni väävelvesinikule (H_2S). Vaba hapniku puudumist või selle vähest küllas-

tusastet soode põhjavees põhjustab turba suur redutseerimisvõime. Põhjavee proovid vaba hapniku määramiseks võeti selleks tehtud puuraukudest.

Tabel 4

Kuivenduse sügavuse mõju dreenivee keemilisele koostisele (analüüsitud 1953. a. detsembris)

Põhjavee-sügavus, sm	Kuivaine jääk	CaO	P_2O_5	Fe	Oksüdatsioon $KMnO_4$	Värvus
	mg/liitris					
	I katseväli					
90	457	119	1,42	jäljed	325	värvitu
70	355	88	1,55	„	386	kollakas
40	370	84	8,90	„	414	kollakas-pruun
	II katseväli					
90	434	112	7,05	jäljed	398	värvitu
50	320	73	10,90	„	411	kollane

Põhjavee sügavusest olenes ka tema temperatuur. Mida sügavamal asetses põhjavesi maapinnast, seda madalam oli tema suvine temperatuur (tabel 5).

Tabel 5

Kuivenduse sügavuse mõju põhjavee temperatuurile

Keskmine põhjavee-sügavus sm	Põhjavee temperatuur				
	mais	juunis	juulis	augustis	septembris
100—110	1,6	5,7	7,2	9,1	9,4
70—80	2,3	6,1	9,0	10,1	9,9
40—50	4,3	8,3	12,2	12,4	10,4

Kuivenduse sügavuse ja põhjaveerežiimiga on lähedalt seotud ka dreenide äravoolu suurus ehk gravitatsioonivee hulk. 70—80 sm-st sügavamal olevatest dreenidest oli äravoolugraafik ühtlasem kui kõrgemal asuvatest dreenidest. Viimasel juhul oli see teravatipuline ja katkendlik. Juba 5—7 mm sademete korral esines nõrgema kuivenduse puhul dreenidest lühiaegset äravoolu. Nähtavasti on see tingitud turbaprofiili veemahutavusest, mis nõrgemates kuivendustingimustes on väike.

Näitena esitatakse tabelis 6 kuivenduse sügavuse mõju äravoolu suurusele vegetatsiooniperioodil.

Tabel 6

Dreenivete äravool olenevalt kuivenduse sügavusest

Perioodi keskmine põhjaveesügavus sm	Äravool mm	
	1952. a. 25. IV—17. X	1954. a. 10. V—30. IX
90—100	171,2	127,1
65—75	96,0	85,9
30—40	87,1	84,7
	Perioodi sademete summa mm	
	573,6	498,0

Neist andmeist selgub, et nõrgema kuivenduse korral on äravool dreenidest väiksem. Ka see tingib omakorda, et muld on märjem ja põhjaveesügavus muutlikum kui intensiivse kuivenduse puhul. Seetõttu muutuvad ka taimede toiterežiim ja mikrokliima.

2. Põhjaveesügavuse ja künnikihi vee- ning õhurežiimi seostest

Mulla veerežiimi all mõistetakse mullaniiskuse muutusi ühel või teisel perioodil (21). Analoogiliselt tuleb mõista mulla õhurežiimi.

Asudes allpool käsitlema künnikihi vee- ja õhurežiimi mitmesuguste põhjaveesügavuste korral, tuleb selgusele jõuda künnikihi tüseduse mõistes. Nagu teada, määrab künnikihi tüseduse peamiselt künni sügavus. Viimane oli käesoleval juhul 40 sm. Samas asetses peamine põllu- ja niidukultuuride juurte mass. Arvestades künni sügavust ja juurte asetust, mõistetakse käesolevas töös künnikihi all pealmist kobestatud 40 sm tüsedust turvasmulla kihti.

Künnikihi vee- ja õhurežiimi selgitamiseks kasutati võimalikult lõhkumata struktuuriga turvasmulla proovikuubikuid mõõtmetega 10 × 10 × 10 sm. Mullakuubikud võeti 10—20 sm ja 30—40 sm sügavuselt, kahes korduses.

Kui jälgida põhjaveesügavust ja sellele vastavat mullaniiskust ning õhusisaldust mullas, siis selgub, et nende vahel on teatav seos. Õeldu illustreerimiseks on tabelis 7 esitatud mullaniiskused ning õhuhulgad vastavalt tabelis 2 toodud põhjaveesügavusele. Parema ülevaate saamiseks on joonisel 1 kujutatud graafiliselt keskmine mullaniiskuse sõltuvus põhjaveest vegetatsiooniperioodil.

Nimetatud andmeist ilmneb, et põhjaveesügavuse puhul kuni 50 sm oli künnikiht kogu vegetatsiooniperioodil peaaegu täielikult veega küllastatud. Seega oli mullaniiskus siin ligilähedane maksimaalsele veemahutavusele. Kui põhjaveesügavus langes 50 sm-st madalamale, toimus ka järsk mullaniiskuse vähenemine ning õhu-

Künnikihi mullaniiskus ja õhuhulk vegetatsiooniperioodil olenevalt põhjaveesügavusest (1951.—1953. a. keskmiste andmete põhjal)

Keskmine põhjaveesügavus sm	Keskmine mullaniiskus (W) ja õhuhulk (F) mahuprotsentides									
	aprilli III dekaadil		mais		juulis		septembris		V—IX kuude keskmine	
	W	F	W	F	W	F	W	F	W	F
	I katseväli									
125	57	35	54	35	46	42	59	30	54	37
100	56	37	56	37	47	45	57	34	51	39
90	58	33	58	35	46	45	54	38	55	36
80	63	30	62	30	51	40	55	36	52	39
70	66	28	64	29	58	34	60	31	59	31
60	73	20	66	26	71	21	65	27	69	22
50	85	6	76	16	75	16	77	15	78	13
40	84	8	83	9	81	9	83	10	82	10
30	85	7	83	9	82	10	82	9	82	10
	II katseväli									
105	—	—	55	36	47	43	54	37	55	36
85	—	—	60	31	52	39	59	33	58	33
75	—	—	71	20	61	30	70	21	67	24
65	—	—	75	17	65	24	69	22	71	20
55	—	—	78	14	75	17	79	12	78	13

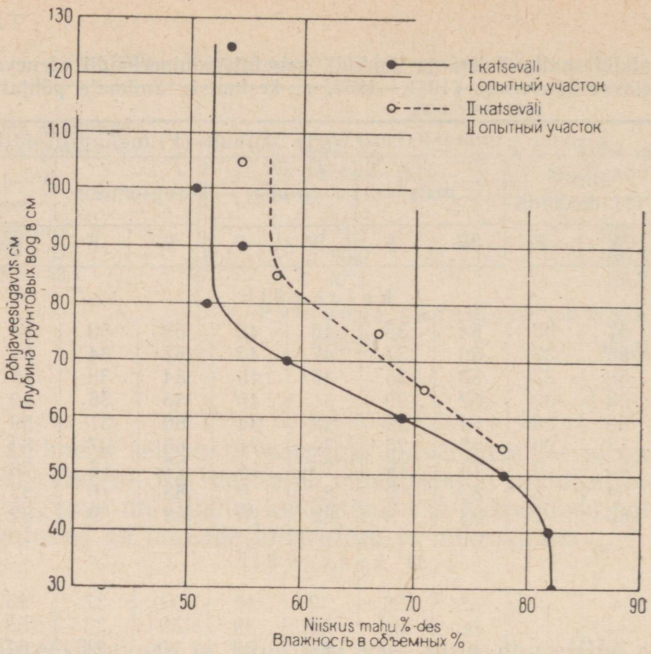
hulga suurenemine. Põhjavee alanemine 75—80 sm-st sügavamale ei kutsunud esile enam nimetamisväärset muutust künnikihi niiskusesisalduses ega õhuhulgas. Mullaniiskus ja õhuhulk sõltus taimekasvukuudel niisuguse kuivenduse puhul peamiselt sademete, aurumise ja transpiratsiooni intensiivsusest. Seejuures oli keskmine künnikihi mullaniiskus vegetatsiooniperioodil, vaatamata põhjaveesügavusele, mahuprotsentides 50—60 ehk 55—65% maksimaalsest veemahutavusest*, kuna õhusisaldus kõikus mahuliselt 30—40% piires.

Järelikult tuleks lugeda 75—80 sm põhjaveesügavust piiriks, kust alates künnikihi niiskuse- ja õhusisaldus muutuvad põhjaveest vähe mõjutatavaks. Võiks koguni öelda, et põhjaveesügavuse puhul üle 75—80 sm kadus ära side põhjavee ja künnikihi niiskuse vahel. Seega pärines siis künnikihi veevaru peamiselt sademetest.

Võrdluseks olgu märgitud, et Minski Sookatsejaamas leiti analoogiline künnikihi niiskuse sõltumatus põhjaveest alates 80—100 sm sügavusest põhjaveest (15).

Tekib küsimus, miks põhjavesi mõjutab vee ja õhu vahekorda künnikihis ainult teatud piirini.

* Maksimaalne veemahutavus arvestati pooride ruumala kaudu.



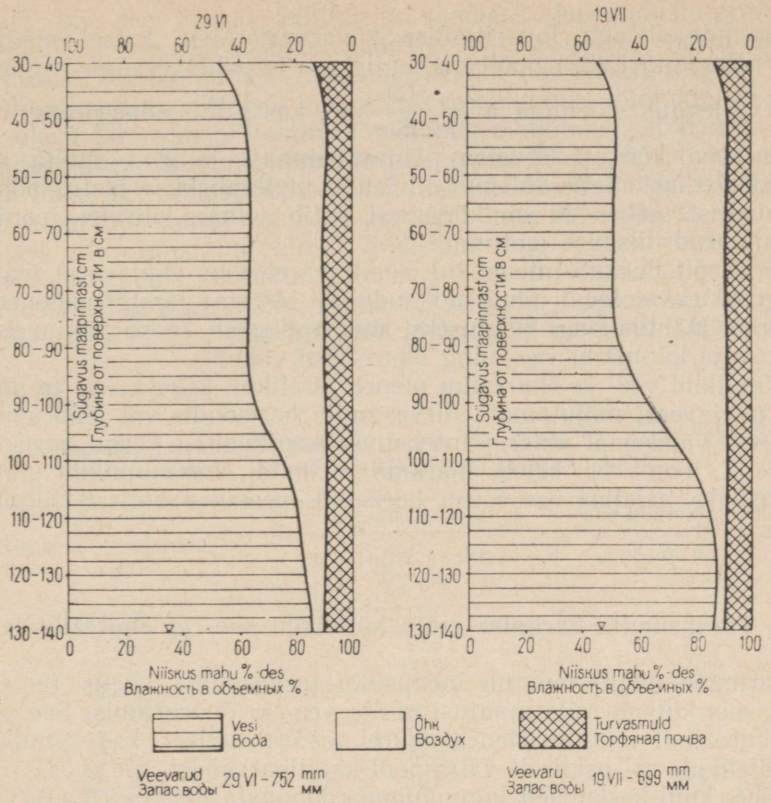
Joonis 1. Künnikihi niiskus olenevalt põhjavee sügavusest (1951.—1953. a. keskmiste näitajate järgi).

Рис. 1. Влажность пахотного слоя в зависимости от глубины залегания грунтовых вод (по средним показателям за 1951—1953 гг.).

Tabel 8

Niiskuse jaotus künnikihi ja põhjavee pinna vahel olevas turvasmullas (niiskus mahuprotsentides)

Sügavus maapinnast sm	Kuivendatud turvasmulla niiskuse %	
	29. juunil	19. juulil
30—40	52	45
40—50	62	51
50—60	63	—
60—70	—	50
70—80	64	57
80—90	62	52
90—100	64	63
100—110	75	76
110—120	79	85
120—130	83	84
130—140	85	85
135—140	Põhjaveepind	



Joonis 2. Niiskuse jaotus ülalpool põhjaveepinda.

Рис. 2. Распределение влажности в зоне, расположенной выше уровня грунтовых вод.

Seda aitab selgitada tabel 8 andmeil koostatud joonis 2. Sellest selgub, et pealpool põhjaveepinda asuvas turvasmulla kihis on niiskuse jaotus enam-vähem reeglipärane.

Vahetult põhjaveepinnast ülalpool asuvas turvasmulla kihis väheneb mullaniiskus kord-korralt vertikaalses suunas. See väheneva niiskusega piirkond kujutab endast intensiivse kapillaarvee tõusuga turvasmulla horisonti (nn. kapillaarvööde). Sellest kõrgemal asuva kihi veevaru on turvasmulla poolt juba seotud ega olene märgatavalt põhjaveest. See turvasmulla kiht moodustab põhjaveest mõjustamata horisondi. Vajalik on märkida, et mineraalmulla profiilis on niiskuse jaotus ligikaudu samasugune (4, 21). Erinevalt sellest väheneb N. F. Lebedevitši (7) järgi turvasmulla niiskus põhjaveepinnast ülespoole lineaarselt, V. S. Stankevitši

(25) andmeil aga logaritmilise kõverana. Meie katsel määrati V. V. Romanovi (22) poolt mullaniiskuse ja põhjaveesügavuse seos, mis väljendus valemina $W = \frac{500}{h} + 55$, kus h tähendab proovi võtmise koha kõrgust arvates põhjaveepinnast ja W — mulla mahulist niiskust. Selle valemi abil leitud mullaniiskuse jaotus põhjaveepinnast umbes 20 sm kõrgemal ühtib suurtes piirides joonisel 2 kujutatud niiskuse jaotusega.

Järelikult hakkab intensiivne kapillaarvee tõus põhjaveest teatud kõrgusel (käesoleval juhul ligikaudu 35—45 sm) järsult vähenema. Viimane nähtus ongi põhjuseks, mis katkestab seose põhjaveesügavuse ja künnikihi vee- ning õhurežiimi vahel.

Künnikihi vee- ja õhurežiim oleneb järelikult sellest, kas ta paikneb põhjaveest mõjutamata turvasmulla horisondis või jääb suuremal või väiksemal määral intensiivse kapillaarvee tõusu horisonti (tabel 7, joonis 1). Tuleks märkida, et muldi, kus künnikiht ulatub intensiivse kapillaarvee tõusu horisonti, peetakse üldiselt liigniiskeiks (19).

3. Turvasmulla harimise mõju künnikihi vee- ja õhurežiimile

Harimise mõjul muutub loodusliku turvasmulla koetis (e. ehitus), mis kutsub esile muutusi mulla vee- ja õhurežiimis. See vee- ja õhurežiimi muutus oleneb suurel määral sellest, kas künnikiht on täielikult või osaliselt väljaspool kapillaarvöödet.

Vähe- kuni keskmiselt lagundunud rikkumata struktuuriga turvasmuld, olles võrdlemisi ühtlase viltja koetisega, omab enamasti suuremaid kapillaarseid poore. Tingituna sellisest poorsusest on turvasmullal suur veemahutavus, millega omakorda kaasneb kerge kapillaarvee liikuvus. Harimisvõtetega purustatud kihis muutub poorsuse iseloom. Mulda tekib rohkem suuri, mittekapillaarseid poore, s. t. tõuseb aeratsioon, mille arvel väheneb mõningal määral veemahutavus. Kuid loomulikult suureneb harimisel (mehaanilisel purustamisel ja lagundumisel) ka mulla väiksemate kapillaarsete pooride hulk, mis omakorda aitab jälle veemahutavust tõsta. Seoses sellega muutub vee liikuvus väiksemaks, sest pooride läbimõõdu vähenemisega suurenevad mulla vett hoidvad jõud*.

Künnikiht, mis sisaldab küllaldaselt mittekapillaarseid poore, ei küllastu veega isegi tulvavete perioodil. Seda muidugi juhul, kui põhjaveepind on küllaldasel sügavusel. Nii näiteks oli aprilli lõpul hästiharitud künnikihi õhuhulk 29—35%, kuna künnikihi puudu-

* Veega küllastumata mullas kujuneb vaba pinnaenergia, mille mõjul mulla veesisene rõhk on negatiivne, s. t. on väiksem atmosfääri rõhust. Negatiivse rõhu tugevus, mis oleneb pooride läbimõõtudest ja mullaniiskuse astmest, määrab mulla vett hoidva jõu tugevuse. Viimast mõõdetakse tavaliselt veesamba kõrgusega (17, 19, 34).

misel oli see samal mullal ja samades kuivendustingimustes 15—20% piires. Suvekuudel kadusid sellised suured vahed õhusisalduses. Teisest küljest raskendab mulla harimisest tingitud loodusliku kapillaarsüsteemi lõhkumine vee liikumist künnikihi ja selle all oleva kihi vahel. Vastavad mõõtmised näitasid, et heades kuivendusoludes vahetult künnikihi all oleva loodusliku turvasmulla vesi liikus 0,1 atmosfäärilisel rõhul ainult tühisel hulgal hästi haritud künnikihi mulda. Nendel pindadel aga, mis olid 2—3 aastat tagasi ettevalmistatud ainult uudiskünni ja randaalimistega, toimus vee vahetus künnikihi ja selle all oleva kihi vahel juba 0,015 atmosfäärilise rõhu puhul. Mullavett hoidvat jõudu ja mullavee liikumist analüüsiti J. Donati poolt kirjeldatud meetodil (34).

Tabel 9

Katsevälja turvasmulla niiskuse jaotus künnikihis 23. juulil 1955. a. (sama aasta 5. mail külvatud kultuurniidul)

Sügavus maapinnast sm	Künnikihi niiskuse %, kui künnikiht asub	
	väljaspool kapillaarvõõdet	osaliselt kapillaarvõõtmes
0—3	12,9	17,5
3—5	68,9	75,6
5—10	78,9	78,9
10—15	76,8	—
15—20	72,1	79,4
25—30	73,8	81,1
35—40	81,5	86,5
	künnikihi piir	
45—50	87,6	89,1

Tänu hästiharitud künnikihi mullavee vähesele liikuvusele, mulla poolt seotud sademete vesi säilib ja seda saavad kasutada taimed. Aurumise kadu künnikihi pinnalt on võrdlemisi väike, kuna vee vähese liikuvuse tõttu kujuneb mulla pinnale 2—3 sm paksune poorne kuiv turvasmulla kihike, mille niiskus kõigub õhuniiskuse piirides (tabel 9). See kihike moodustab nagu kaane, mis pidurdab alumiste kihtide kuivamist. Ulatub künnikiht aga kapillaarvõõtmesse, suureneb mullaniiskus ja vee liikuvus seda enam, mida kõrgem on põhjavee seis. Ja seda enam sarnaneb künnikihi veerežiim soostunud alade veerežiimiga.

Katsed näitasid, et kultuurheintaimedele sobivat künnikihi vee- ja õhurežiimi ei saada ainult uudiskünni ja sellele järgneva randaalimisega. Katseväljadel tehti uudiskünd ainult 35—40 sm sügavuselt. Edaspidine mullaharimine eelviljade kasvatamisel ning enne heina- ja karjamaakultuuride külve toimus randaaliga. Heinakultuuride saagid olid esimesel ja teisel kasutusaastal rahuldavad, kuid kolmandal hakkas saak langema. Tingituna sellest künti kat-

sepind 1953. a. sügisel uuesti 35—40 sm sügavuselt ümber (välja arvatud kultuurkarjamaa osa). Järgneval, s. o. 1954. a., kasvatati vahekultuurina kartulit. Pärast kartuli koristamist toimus veel kord sügavkünd, mis nädalase seismise järel randaaliti. 1955. a. kevadel külvati katseväljadele jälle ettenähtud kultuurid, mis sügisel andsid tunduvalt suurema saagi kui aastail 1951—1953 (tabel 27).

Peamiseks heinasaakide languse põhjuseks oli nähtavasti tingimuste halvenemine toiteelementide kogunemiseks, mida põhjustas künnikihi ebasoodus vee- ja õhurežiim*. Nimelt lähenes künnikihi veerežiim iga aastaga ikka enam sellisele veerežiimile, mis valitses ülesharimata kuivendatud turvasmullas. Seda seepärast, et vähekuni keskmiselt lagundunud pilliroo- ja tarnafragmentidest koosnev turvasmuld, olles viltja koetisega, uudiskünnil nimetamisväärselt ei purune. 30—40 sm paksune künniviil pööratakse ümber peaaegu katkematu lindina. Värske künniviil purustatakse randaaliga heal juhul 20 sm sügavuselt. Künniviilu alumine osa aga jääb purustamata ning vajub mõne aastaga (tavaliselt juba esimese, teise aasta jooksul) nii tugevalt vastu vaopõhja, et takistab loodusliku turvasmulla veerežiim. Mõne aasta möödudes omas künnikihi tunnuseid ainult randaaliga purustatud osa. Kuid nähtavasti ei suuda see õhuke meteoroloogilistele tingimustele alluv kiht küllaldaselt rahuldada heintaimede ega mulla bioloogiliste protsesside nõudeid. Seda tõendas ka taimede juurestiku kasv ja hargnevus. Nimelt selles osas künnikihist, kus esines loodusliku koetisega turvasmulda, oli juurte kasv ja hargnevus märgatavalt nõrgem kui hästiharitud mullas.

Kapillaarvöötmesse ulatuva künnikihi niiskus vähenes mullaharimisel vaid lühikeseks ajaks. Mõne kuu möödudes oli kobestatud künnikiht uuesti tihedaks vajunud ja jälle liigselt veega täitunud, mis omakorda põhjustas õhustuse vähenemist. Liigvee tõttu muutusid künnikihi turvasmulla omadused suhteliselt lühikese ajaga jälle samasteks loodusliku seisukorraga.

Vee- ja õhurežiimi poolest soodsa künnikihi loomiseks kirjeldatud turvasmuldadel tuleks eelviljade kasvatamise perioodil (1—2 aastat) mulda nii künda kui ka randaalida. Kahe- kuni kolmekordne künd 1—2 aasta jooksul on vajalik selleks, et turvasmulla looduslik koetis lõhutaks kogu künnikihi ulatuses, mis loob eeldused tugeva juurekava arenguks, intensiivseks turvasmulla lagundumiseks ja toiteelementide kogunemiseks.

Nagu esitatust nähtub, tuleb ka turvasmulla esialgsel harimisel lähtuda põhiliselt neist harimisvõtteist, mis on välja töötatud mineraalmuldade viljakuse tõstmiseks.

---

* Ka Minski Sookatsejaama uurimistulemused näitavad, et heinasaakide langust 3.—4. kasutusaastal põhjustab künnikihi vee- ja õhurežiimi halvenemine, mille tagajärjel väheneb toiteelementide kogunemise intensiivsus.

III. KÜNNIKIHI VEE- JA ÕHUREŽIIMI MÕJU TOITEELEMENTIDE KOGUNEMISELE, ÕHU KOOSTISELE MULLAS JA TEMPERATUURIREŽIIMILE

1. Künnikihi vee- ja õhurežiimi mõju toiteelementide kogunemisele

Mullaviljakus oleneb peamiselt vee ja õhu vahekorrast mullas (9, 11, 21). Nende sobiv või mittesobiv vahekord mõjutab taimekasvu otseselt või kaudselt (19). Kaudselt avaldub mulla vee- ja õhurežiimi mõju ka mulla toiteelementide režiimis. Üle 99% turvasmulla lämmastikust on kõrgematele taimedele kättesaamatus vormis. Agromelioratsiooni üheks ülesandeks on kindlaks määrata künnikihi selline vee- ja õhurežiim, mis maksimaalsel määral muudab need lämmastikuvarud taimedele kättesaadavaks.

Uuritaval turvasmullal osutus sobivaks künnikihi keskmiseks niiskuseks vegatatsiooniperioodil 55—65% maksimaalsest veemahutavusest. Seejuures toimus intensiivne nitraatide (NO_3) ja liikuva P_2O_5 kogunemine. Kohtades, kus mullaniiskus oli vegetatsiooniperioodil keskmiselt 70—75% maksimaalsest veemahutavusest (s. o. seal, kus künnikiht asus osaliselt kapillaarvöötmes), vähenes nitraatide ja liikuva P_2O_5 kogus eelmisega võrreldes järsult. 75—80%-lise niiskusega muld sisaldas neid toiteelemente veel vähem (tabel 10). Õeldu kehtib taimkatteta mulla kohta. Seejuures oli heades kuivendustingimustes suurem nitraatide kogus künnikihi alumises osas. Kuivenduse nõrgenemisel aga, vastupidi, suhteliselt enam nitraate kogunes künnikihi ülemisse ossa. Liikuva P_2O_5 suurem kogus püsis aga künnikihi ülemises pooles, vaatamata mulla niiskusele.

Tabel 10

Künnikihi niiskuse mõju nitraatide ja liikuva P_2O_5 kogunemisele taimkatteta mullas

Künnikihi keskmine niiskuse % maksimaalsest veemahutavusest	9. juunil		23. juulil		12. augustil	
	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
	sm sügavusel mg 100 g absoluutkuiva mulla kohta					
	Nitraate					
55—65	23	24	41	55	26	50
70—75	14	0	28	21	20	23
75—80	10	0	18	15	—	—
	Liikuvat P_2O_5					
55—65	75	53	67	22	83	70
70—75	49	44	49	22	65	37
75—80	47	41	45	22	—	—

Teatavasti on toiteelementide kogunemine seotud mulla bioloogilise tegevusega ning sõltub selle aktiivsusest. Üheks eelduseks, millest oleneb mulla kasulikkude bioloogiliste protsesside intensiivsus, on head õhustustingimused. Nendele protsessidele mineraalmullas peetakse optimaalseks niiskuseks 60% maksimaalsest veemahutavusest (26) või niiskust, mis jääb mulla väliveemahutavuse* piiridesse (19).

Otsustades eespool toodud nitraatide ja liikuva P_2O_5 koguste järgi, oli ka kirjeldatud turvasmulla kõrgeim biogeensus 55—65%-lise maksimaalse veemahutavuse korral.

Katseväljadel määrati optimaalse vee- ja õhurežiimi selgitamiseks veel nitrifikatsiooni intensiivsus ja spoore moodustavate aeroobsete ammonifitseerivate bakterite arv (32). Mida intensiivsem on nitrifikatsioon ja mida suurem spoorsete bakterite arv, seda kõrgem on mulla kultuuristamise aste. Vastavate analüüside tulemused on esitatud tabelites 11 ja 12.

Tabel 11

Nitrifikatsiooni intensiivsus sõltuvalt turvasmulla niiskusest
(V. Tohveri (32) järgi)

Keskmine künnikihi niiskuse % maksimaalsest veemahutavusest	Moodustus nitraate mg 100 g mulla kohta ööpäeva kestel 0,2 g $(NH_4)_2SO_4$ arvel (0—20 sm kihis)			
	8. juunil	28. juunil	5. augustil	28. augustil
55—65	2,8	7,8	12,7	11,1
70—75	0,8	1,0	6,8	5,3
75—80	jäljed	0,3	2,1	2,3

Tabelitest 11 ja 12 nähtub, et nitrifikatsiooni intensiivsus ja spoore moodustavate bakterite hulk on päripidine mulda kogunevate toiteelementide kogustega.

Tuleb märkida veel seda, et erinevate kuivendussügavustega katsepindu väetati võrdsete fosforväetise kogustega, kuid liikuva P_2O_5 hulk olenes mulla niiskuse astmest sarnaselt nitraatide tekkimise intensiivsusega (tabel 10).

See lubab järeldada mulla biogeensuse mõju fosforühendite liikuvusele. Viimase nähtuse kohta on andmeid ka kirjanduses (26). Kuid esineb ka viiteid, et turvasmulla puudulikes kuivendusoludes aktiveeruvad poolteisthapendid (rauа- ja alumiiniumühendid), mis reageerides liikuva P_2O_5-ga annavad vähelahustuvaid ühendeid (30).

* Mulla väliveemahutavuse all mõistetakse mullaniiskust, mida sisaldab hästi dreeniv muld 2—3 päeva pärast tugevat vihma või kastmist, või teisiti — niiskust, mis jääb mulda pärast gravitatsioonivee äravalgumist (4).

Tabel 12

Spoore moodustavate bakterite arv 1 g absoluutkuiva turvasmulla kohta
(V. Tohveri (32) järgi)

Keskmine künnikihi niiskuse % maksimaalsest veemahutavusest	Maapinnast sm	Spoorsete bakterite arv (milj.)			
		8. juunil	28. juunil	5. augustil	28. augustil
55—65	0—10	0,97	1,84	1,92	0,95
	20—30	0,35	0,75	0,94	0,52
70—75	0—10	0,39	0,62	0,56	0,38
	20—30	0,09	0,18	0,14	0,09
75—80	0—10	0,12	0,21	0,19	0,08
	20—30	—	0,01	0,02	0,01

Järelikult oleneb mulla vee- ja õhurežiimist ka veel mineraalväetiste kasutamise efektiivsus.

Taimkatte mõjul toimus nitraatide kogunemine mõningal määral teisiti (tabel 13).

Tabel 13

Künnikihi niiskuse mõju nitraatide ja liikuva P_2O_5 kogunemisele karjamaa mullas 1954. a.

Künnikihi keskmine niiskuse % maksimaalsest veemahutavusest	Sügavus maapinnast sm					
	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
	mg 100 g absoluutkuiva mulla kohta					
	3. juunil		29. juunil		17. augustil	
	Nitraate					
55—65	16	20	18	20	13	15
70—75	21	25	14	22	19	21
75—80	21	29	14	20	28	35
	29. juunil		24. juulil		17. augustil	
	Liikuvat P_2O_5					
55—65	66	55	42	37	72	46
70—75	37	30	37	30	35	39
75—80	16	32	25	36	16	23

Nii oli karjamaamulla nitraatide sisaldus enamasti vastupidine taimkatteta mulla omale. Kui mulla niiskus oli suurem kui 55—65% maksimaalsest veemahutavusest, siis nitraatide hulk taimkattega mullas tõusis. Selline nähtus esines ka kasvunõudes, kus selgitati odrataimede veetarvet 45-, 60- ja 80%-lise mullaniiskuse korral.

Järelikult kasutavad taimed toiteelemente paremini sellistes niiskusetingimustes, kus on soodsamad olud nende kogunemiseks. Nähtavasti on taimede juurte neeldumisvõime suurema mullaniiskuse korral intensiivselt kulgevate taandusprotsesside mõjul mõningal määral halvatud ning see võibki põhjustada teatud toiteelementide kuhjumist (19). Üldule vihjavad ka mullaõhu analüüsi andmed (vt. järgnev p. 2 ja tabelid 14 ning 15). Liikuva P_2O_5 kogus oli karjamaamullas üldiselt väiksem, kuid see olenes vee- ja õhurežiimist, samuti nagu taimkatteta mullas (tabel 13).

2. Künnikihi niiskuse mõju õhu koostisele mullas

Mullaõhu koostise kohta on kirjanduses toodud üsna arvukalt andmeid, kust selgub, et ta sisaldab üldiselt rohkem CO_2 ja vähem O_2 kui atmosfääri õhk. Suur CO_2 kontsentratsioon avaldab ebasoodsat mõju mulla toiterežiimile, samuti taimede juurtoitumise füsioloogiale (17). Kuni praeguseni ei ole selgunud, kui suures kontsentratsioonis muutub CO_2 mullaõhus taimedele kahjulikuks.

Oilakse siiski arvamusel, et taimekasvu seisukohalt pole niivõrd tähtis mullaõhu CO_2 kontsentratsioon, vaid see, kui kiiresti võib toimuda gaaside vahetus atmosfääri ja mulla vahel, s. t. millised on aeratsioonitingimused.

Osa katseväljadel läbiviidud mullaõhu analüüsi tulemusi on toodud tabelis 14. Sealt nähtub, et paremates kuivendustingimustes,

Tabel 14

Künnikihi niiskuse mõju õhu koostisele mullas

(analüüsiti 1955. a. augustis gaasianalüsaatoriga GHP-3 GOST 6329-52)

Määramise sügavus sm	Künnikihi niiskuse % maksimaalsest veemahutavusest					
	41,1		63,3		78,0	
	õhu koostis künnikihis mahuprotsentides					
	CO_2	O_2	CO_2	O_2	CO_2	O_2
5	0,6	20,5	0,5	20,2	0,5	20,1
10	0,7	20,4	0,5	20,5	2,7	17,5
20	0,7	20,7	1,5	19,8	2,2	18,0
30	0,7	20,2	2,7	18,8	9,0	4,4
40	4,3	19,4	3,4	17,6	10,0	ei ole
60	4,2	17,7	7,4	6,5	16,8	ei ole
Põhjavee sügavus sm	117		99		72	

kus mullaniiskus analüüsi ajal oli 41% (maksimaalsest veemahutavusest), ei ulatunud CO_2 kontsentratsioon kogu künnikihi ulatuses 1%-ni, kusjuures O_2 kontsentratsioon oli üle 20%. Suurema niiskuse korral (63%) tõusis CO_2 kontsentratsioon mullaõhus juba 20 sm sügavusel üle 1% ja O_2-sisaldus langes alla 20%. Veel suurema mullaniiskuse puhul (78%) tõusis CO_2 kontsentratsioon 10 sm sügavusel juba 2%-st kõrgemale, kuna O_2 kontsentratsioon langes 17,5%-le. Järelikult halveneb õhu koostis mullas turvasmulla niiskuse suurenemisega.

Samades kohtades, kus analüüsiti mullaõhu koostist, selgitati ka turvasmulla niiskuse mõju CO_2 eraldumisele mullapinnalt. Viimane katse tehti koostöös Eesti Põllumajanduse Akadeemia mullateaduse kateedri töötaja V. Hellenurmega.

Mullast eralduv õhk püüti selleks valmistatud plekist karpi, milles oli CO_2 sidumiseks nõu baariumhüdroksüüdi lahusega. Enne määramist kõrvaldati mullapinnalt taimede maapealsed osad. Lisaks maapinnalt eralduva CO_2 koguse mõõtmisele määrati selle eraldumise intensiivsus samades kohtades ka 20 sm sügavuselt. Analüüsi tulemused on näha tabelis 15.

Tabel 15

CO_2 eraldumine mullast (mg tunnis 1 m^2-lt) olenevalt künnikihi niiskusest
(1956. a. juulis)

Keskmine mullaniiskuse % maksimaalsest veemahutavusest	Odrapõllul		II aasta kultuurniidul	
	maapinnalt	20 sm sügavuselt	maapinnalt	20 sm sügavuselt
55—65	410	534	364	704
70—75	429	509	338	781
75—80	282	663	286	1014

Analüüsi andmeist selgub, et turvasmulla niiskuse tõusuga väheneb pinnalt CO_2 (gaasi) difusioon, kusjuures aga 20 sm sügavusel on märgata CO_2 kontsentratsiooni suurenemist. Seega: mida niiskem on muld, seda halvemad on gaasi difusiooni võimalused pinnalt. Gaaside vahetuse halvenemist neis mineraalmuldades, kus niiskus tõuseb üle mulla väliveemahutavuse piiri, põhjustab pindmise kihi pooride täitumine veeauruga (19). Arvatavasti on see analoogiline ka turvasmullal. Järelikult halvenevad niiskuse tõustes ja õhuhulga langedes mulla aeratsioonitingimused. Õhuhapnik ei pääse mulda ning vastupidi, mullas tekkiv CO_2 ei pääse atmosfääri, mistõttu ta kontsentratsioon mullas tõuseb. Küllaldane õhusisaldus mullas, käesoleval juhul 75—80 sm ja suuremate põhjaveesügavustega aladel (tabel 7), on seega põhiliseks tingimuseks, mis kindlustab künnikihi head aeratsioonitingimused.

Öeldut kinnitavad analüüsi andmed tabelis 14, kust nähtub, et mullaniiskuse tõusuga väheneb O_2 ning tõuseb CO_2 kontsentratsioon.

Seega ongi liigniiskusest tingitud gaaside difusiooni halvenemine üheks põhjuseks, mis pidurdab mulla kasulikke bioloogilisi protsesse ja taimede juurte arengut.

3. Künnikihi niiskuse mõju turvasmulla ja õhu temperatuurirežiimile

Turvasmulla temperatuurirežiim oleneb tema vee- ja õhurežiimist. Vastupidi mineraalmullale langeb turvasmulla temperatuur kuivenduse tagajärjel. Viimane nähtus on seletatav turvasmulla termilis-füüsikaliste omadustega (29). Nagu teada, on turvasmullal suhteliselt suur poorsus, mis moodustab 88—93% mulla mahuühikust. Pärast kuivendust sisaldavad turvasmulla ülemiste kihtide poorid suurel hulgal õhku (tabel 7). See põhjustab turvasmulla soojusjuhtivuse ja soojusmahutavuse vähenemist. Niiskuse tõustes, s. o. kuivenduse nõrgenedes, suureneb turvasmulla soojusmahutavus*, kuid teisest küljest suureneb veel enam tema soojusjuhtivus. Seda vahekorda aitavad orienteerivalt selgitada järgmised arvud:

Niiskuse %	53	59	70	80	
Soojusmahutavus cal/sm³ tunnis	0,599	0,670	0,778	0,843	
Niiskuse %	68	76	82	88	93
Soojusjuhtivus	0,32	0,45	0,64	0,83	1,01

Tingituna nendest termilis-füüsikalistest omadustest sõltubki turvasmulla temperatuur tema vee- ja õhurežiimist. Mida niiskem on turvasmuld, seda parem on ta soojusjuhtivus ja seda kiiremini ning sügavamalt ta soojeneb. Öeldu illustreerimiseks esitatakse tabelis 16 turvasmulla temperatuuri andmed erinevalt kuivendatud pindadel, kusjuures võrdluseks on toodud mineraalmulla temperatuurid. Viimased pärinevad Tooma hüdrometeoroloogia jaamast.

Tabeli 16 andmed näitavadki, et suurema niiskusega turvasmuld soojeneb kevadel kiiremini. Seda eriti 15 ja 20 sm sügavuses. Ka sügisel ja suvel on mulla temperatuur nõrgemates kuivendusoludes kõrgem.

Mineraalmulla temperatuur oli üldiselt kõrgem kui turvasmullal. Tunduvalt kiiremini toimus ka mineraalmulla soojenemine kevadel ja mõningal määral isegi jahenemine sügisel.

---

* Soojusmahutavus on määratud Riikliku Hüdroloogia Instituudi vanema teadusliku töötaja V. V. Romanovi poolt Toomal 1955. a.

Tabel 16

Turvasmulla temperatuur olenevalt künnikihi niiskusest
(1953. a.)

Kuud	Keskmine künnikihi niiskuse % maksimaalsest veemahutavusest							
	55—65				75—80			
	sügavus maapinnalt sm							
	5	10	15	20	5	10	15	20
	Turvasmulla keskmine temperatuur (päevaste keskmiste järgi)							
Mai III dekaadil . .	12,7	11,3	10,9	9,9	12,6	11,3	11,7	12,9
Juuni	17,0	14,8	14,7	12,9	17,3	15,6	15,6	15,2
Juuli	17,9	17,0	17,6	15,2	18,1	16,7	17,2	17,1
August	15,6	15,4	15,8	14,9	16,0	15,1	15,8	16,0
September	10,9	11,2	11,4	11,6	11,3	10,6	11,7	12,2
	Mineraalmulla keskmine temperatuur (päevaste keskmiste järgi)							
Mai III dekaadil . .	14,4	13,4	12,9	12,7				
Juuni	19,9	18,5	17,7	17,2				
Juuli	19,7	18,7	18,3	18,0				
August	16,4	16,0	15,8	15,7				
September	11,2	11,0	11,1	11,2				

Märkus. Mai I ja II dekaadil pidurdas mulla t° mõõtmist parema kuivenduse puhul kelts.

Kui turvasmulla temperatuur jääb kuivenduse tagajärjel vegetatsiooniperioodil ja eriti selle algul madalamaks, kas ei avalda see siis pidurdavat mõju mulla biogeensusele ja taimede kasvule? Olemasolevate katseandmete põhjal on raske sellele küsimusele vastata.

Kuigi kevadel algas vegetatsioon nõrgemates kuivendusoludes 5—10 päeva varem, ei suutnud taimed siiski kasvus sammu pidada nendega, mis kasvasid paremates kuivendustingimustes. Järelikult ei avaldanud mulla madalam temperatuur taimede kasvule märgatavat mõju. Välja arvatud muidugi vegetatsiooni algus, mis paremates kuivendusoludes hilines niipalju, kuipalju seal kulus rohkem aega kasvuks minimaalse mullatemperatuuri saabumiseni.

Esitatut selgitavad mõningad andmed kirjandusest, kust nähtub, et juured vajavadki oma normaalseks kasvuks madalamaid temperatuure võrreldes maapealsete osadega (12, 20, 23). Näiteks on selgitatud, et heintaimede juurte kasvukuhikutes toimub veel suh-

teliselt kiire rakkude jagunemine isegi sel juhul, kui neid ümbritseva keskkonna temperatuur on 0° ümber (20).

Teisest küljest — mida madalam on mulla temperatuur, seda väiksem on juurte hapnikunõudlus (16) ja seda anaeroobsemasse keskkonda võivad nad levida. Viimast nähtust seletatakse juurte väiksema hingamisega keskkonna suhteliselt madalama temperatuuri tingimustes.

Kõigil neil kaalutlustel ei peaks hästikuivendatud turvasmulla madal temperatuur avaldama pidurdavat mõju juurte ja taimede kasvule.

Vastupidine oli pinna ja pinnalähedaste õhukihtide temperatuuri olenevus mullaniiskusest. Nii oli päikesepaisteliste ilmadega taimkatteta pinna temperatuur väiksema mullaniiskuse puhul kõrgem. Sama kehtis ka pealmise 0—2 sm sügavuse mullakihi kohta. 3—4 sm sügavuses oli kuivema turvasmulla temperatuur juba madalam kui suurema niiskuse korral.

Näitena esitatakse tabelis 17 vastavad arvud, mis aitavad selgitada mullaniiskuse mõju katsevälja mikrokliimale.

Tabel 17

Künnikihi niiskuse mõju katsevälja mikrokliimale
(mõõdeti taimedeta pinnal 23. juunil 1955. a.)

	Künnikihi niiskus mahuprotsentides		
	58	74	81
	Mullatemperatuur		
Sügavus maapinnast sm			
0	33,0	30,9	30,4
1—2	22,8	22,4	22,3
3—4	19,6	20,0	20,1
	Relatiivne õhuniiskus		
Kõrgus maapinnast sm			
2	23,1	38,9	53,2
10	28,0	36,1	44,4
	Õhutemperatuur		
Kõrgus maapinnast sm			
2	29,2	26,0	25,7
10	27,5	25,2	25,2
150	24,0	24,3	23,7
	25. juunil		
Maapinnast 2 sm kõrgusel			
maksimaalne t°	34,0	31,5	32,0
minimaalne t°	3,8	8,4	17,9
	29. juunil		
maksimaalne t°	35,2	30,9	30,2
minimaalne t°	—8,5	—3,3	—3,0

Maapinnalähedane õhutemperatuur oli samal ajal suurema niiskuse korral madalam ja tõusis niiskuse vähenemisel. Eriti teravalt ilmnes see 2 sm ja 10 sm kõrgusel. Samasugune seaduspärasus ilmnes õhu relatiivses niiskuses, s. o. turvasmulla niiskuse vähenemisel vähenes õhu relatiivne niiskus.

Madalam õhutemperatuur ja kõrgem relatiivne niiskus lubavad järeldada, et niiskema turvasmulla puhul toimub pinnalt suhteliselt suurem aurumine. Seda kinnitavad omakorda sademete ja äravoolu summade vahed tabelis 6.

Väga suurt mõju avaldas mullaniiskus ööpäevastele maksimum- ja miinimumtemperatuuridele. Nii oli päevase maksimumi ja öise miinimumi vahe suurem väiksema mullaniiskuse puhul (tabel 17). Suured temperatuuri kõikumised maapinnalähedastes õhukihtides heades kuivendustingimustes on tõenäoliselt põhjustatud 2—3 sm paksusest kuivast pealmisest mullakihist (tabel 9). See õhukuiv, suure poorsusega kihike ongi üheks suuremaks soojuse liikumise takistajaks, mis põhjustab teravate öökülmade ja päevaste kõrgete maksimumide esinemise.

Järelikult muutub turvasmulla mikrokliima heades kuivendusoludes tunduvalt karmimaks, võrreldes puudulikult kuivendatud aladega.

Karmimate mikroklimaatiliste tingimuste, eriti öökülmade kahjustav mõju on heintaimedele siiski tühine, võrreldes selle kahjuga, mida põhjustab neile puudulikes kuivendusoludes kõrge põhjavee seis (tabelid 23, 27).

IV. KÜNNIKIHI AKTIIVNE VEEVARU JA KULTUURTAIMEDELE VAJALIK VEEKOGUS

Mulla veevaru oleneb vee ja õhu vahekorrast. Seepärast ei ole küllaldane, kui käsitletakse mulla vee ja õhu vahekordi, puudutamata mulla veevarusid. On ju oluline teada, kas mikrobioloogilisele tegevusele ning taimekasvule sobivaks osutunud vee ja õhu vahekorra puhul on ka mulla veevaru küllaldane kõrgete saakide saamiseks.

Asudes selgitama mulla veevarusid, tuleb lähtuda sellest, kas künnikiht asub kapillaarvöötmes või sellest kõrgemal. (Vt. «Põhjaveesügavuse ja künnikihi vee- ning õhurežiimi seostest».) Nagu eespool juba märgitud, peetakse käesolevas töös sellist kuivendust, kus künnikiht jääb kapillaarvöötme piirkonda, puudulikuks. Tänu intensiivsele kapillaarvee tõusule, mis ulatub suuremal või väiksemal määral künnikihti, on mullas vett külluses. Loomulikult ei ole sel korral veevarude selgitamine nii aktuaalne kui seal, kus künnikiht asub väljaspool kapillaarvöödet, s. o. heade kuivendustingimuste puhul. Seepärast käsitlesingi peamiselt hästikuivendatud katsepindade veevarusid.

Turvasmulla veevarude selgitamisel lähtuti mineraalmulla veevarude uurimise alustest (4, 12, 17, 19, 21, 23), kusjuures peamine rõhk pandi turvasmulla poolt seotud vee sellele osale, mis on taimede poolt kergesti omastatav, nn. aktiivsele ehk produktiivsele veevarule. Viimase varu määrab staatiliselt ühelt poolt mulla niiskus, mis vastab mulla nn. väliveemahutavusele, ja teiselt poolt mulla niiskuse aste püsiva närbumise algul.

Eespool loetletud kirjanduses tuuakse andmeid, et need mõlemad niiskuse piirid kõiguvad teatud määral isegi ühe ja sama mullaliigi puhul, kuid nad on küllalt täpsed, et iseloomustada selle mulla aktiivset veevaru.

Mullaniiskus, mis ületab mulla väliveemahutavuse piiri, allub raskustungile ning moodustab vaju- ehk gravitatsioonivee. Teatud ettekujutuse selle veeliigi kogusest katseväljal annab tabel 6.

Turvasmulla väliveemahutavuse kindlakstegemiseks määrati mullaniiskus igal kevadel, ajal, millal vee kadu aurumise teel oli veel tühine ja äravool dreenidest lõpukorral või lõppenud. Sama korrati ka sügisel mulla veevarude taastumisel. Lisaks sellele määrati väliveemahutavust suvekuudel Dolgovi (4) meetodil, mis ei andnud kevadisest ja sügisesest määramisest nimetamisväärselt lahkuminevaid tulemusi. Nendest uurimustest selgus, et kui turvasmulla niiskus mahuliselt oli 40 sm tüseduses künnikihis keskmiselt 57—63%, siis vastas ta mulla väliveemahutavusele. Sellise niiskusega 40 sm tüsedune künnikiht sisaldab (heades kuivendustingimustes) vegetatsiooni algul ja harilikult ka lõpul keskmiselt 220—240 mm kõrguse veekihi.

Kogu nimetatud veehulk ei ole taimedele kättesaadav. See osa veest, mis jääb mulda pärast närbumiskoefitsiendi saabumist, moodustab kättesaamatu ehk mitteproduktiivse veevaru (nn. surnud veevaru).

Vaieldav on, kas närbumiskoefitsient (närbumisniiskus) oleneb taime liigist. Kirjanduses (12, 21, 23) tuuakse varasemate katsete andmeid, kus eitatakse seda sõltuvust. Kuid hilisemad uurimused ja katsed on seevastu näidanud närbumiskoefitsiendi sõltuvust taime liigist ja selle arenguastmest (27).

Turvasmulla nn. surnud veevaru oleneb suurel määral lagundumisastmest. Kõrgema lagundumisastmega turvasmuld, olles kolloididest rikkam, sisaldab rohkem taimedele kättesaamatut vett. Vähelagundunud turvasmullas aga on enamik vett seotud lagundumata taimeosade poolt mehaaniliselt ning on seetõttu taimedele kättesaadav.

Katseväljadel, s. o. vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmullal, oli timuti ja hariliku aruheina närbumiskoefitsient ligikaudu 15—20% maksimaalsest veemahutavusest ehk 55—60% absoluutkuiva mulla kaalust. Närbumiskoefitsient määrati vegetatsiooninõude meetodil, kus taimede kasvutingimused on põllutingimustest erinevad.

Seepärast võeti katsevälja künnikihi mulla aktiivse veevaru määramisel närbumiskoefitsient teatud reservatsiooniga — 15—20% asemel 30% (arvates maksimaalsest veemahutavusest). 40 sm tüsedusega künnikihis on 30% maksimaalsest veemahutavusest ligikaudu võrdne 100 mm kättesaamatu veega.

Tabel 18

Soo-kultuurniidu ja põldheinapõllu veevarude võrdlus

Keskmine põhjaveesügavus sm	Kihi tüsedus sm	Mais	Juunis	Juulis	Augustis	Septembris
		1952. a.				
		Sademeid mm				
		103	46	100	119	122
		Aktiivne veevaru mm				
100	0—40	127	90	70	122	125
70	0—40	139	131	111	146	155
50	0—40	225	220	206	212	230
Mineraalmullal	0—50	98	81	69	90	97
		1953. a.				
		Sademeid mm				
		35	68	75	139	107
		Aktiivne veevaru mm				
100	0—40	71	66	65	123	141
70	0—40	126	106	123	183	187
50	0—40	203	212	223	234	225
Mineraalmullal	0—50	63	58	51	96	94

Aktiivse veevaru ligikaudsest dünaamikast erinevates kuivendustingimustes annab ülevaate tabel 18. Samas tuuakse võrdluseks lähedal oleva savika mineraalmulla vastavad veekogused. Mineraalmaa, kust pärinevad mullaniiskuse andmed, oli katsepinnast umbes 1 km kaugusel ja reljeefilt 5—8 m kõrgemal.

Veevarude võrdlusest selgus, et intensiivse kuivenduse korral sisaldas kultuurniidul 40 sm tüsedune turvasmulla kiht aktiivset veevaru isegi rohkem kui 50 sm tüsedune mineraalmulla kiht. Seejuures oli kevad- ja sügiskuudel hästikuivendatud turvasmulla veevaru tunduvalt suurem mineraalmulla omast. Juunis ja juulis ületas turvasmulla aktiivne veevaru mineraalmulla veevaru väiksemal määral.

1955. a. hilise ja vihmase kevade tõttu oli mulla veevaru suve esimesel poolel eriti suur (tabel 18 a). Suve teisel poolel, millal sademete hulk oli normaalsest tunduvalt väiksem, vähenes ka veevaru kiiresti, kuid turvasmullal oli see mineraalmullast siiski tunduvalt kõrgem. Tabelis 18 a toodud andmeid tuleb võtta teatud ettevaatusega, sest turvasmulla veevaru määrati mai algul külvatud kultuurniidul, kuna mineraalmulla vastavad andmed pärinevad vanemalt põldheinapõllult.

Tabel 18 a

Hästikuivendatud kultuurniidu ja põldheinapõllu veevarude võrdlus sademetevaesel (1955.) aastal

Keskmine põhjaveesügavus sm	Kihi tüsedus sm	Mais	Juunis	Juulis	Augustis	Septembris	Märkusi
		Sademeid mm					
		83	23	39	37	56	
		Aktiivne veevaru mm					
110—120	0—40	170	135	100	94	49	Mai algul külvatud kultuurniit
Mineraalmullal	0—50	*	*	55	31	15	Vanem põldheinapõld

* Andmed puuduvad.

Olgugi, et mineraalmulla aktiivne veevaru oli tunduvalt väiksem hästikuivendatud turvasmulla omast, ületas põldheinasaak 1952.—1953. a. mineraalmullal (56 ts/ha) turvasmullalt saadud heinasaagi (53 ts/ha). Turvasmulla suurema niiskuse, s. t. nõrgema kuivenduse puhul oli heinasaak kultuurniidult veelgi väiksem (tabelid 23 ja 27).

Järelikult oli 75—80 sm-st suuremate põhjaveesügavustega pindadel aktiivne veevaru küllaldane. Et osa taimejuuri kasvas 40 sm-st sügavamale (tabel 19), siis loomulikult kasutati teatud kogus vett ka sealt. (Vt. joonisel 2 kuivendatud kihi veevaru ja selle vähenemist intensiivsel kasvuperioodil.) Tabelist 19 nähtub veel põhjaveesügavuse mõju talirukki ja hariliku aruheina juurte levikule ja kaalule.

Ettekujutuse künnikihi aktiivse veevaru, sademete ja aurumise vahekordadest annab nende bilanss. 40 sm tüsedune künnikiht 75—80 sm ja suurema põhjaveesügavusega pindadel sisaldas ap-

Tabel 19

Talirukki ja hariliku aruheina juurte kaal ning sügavus olenevalt põhjaveest

	Põhjaveesügavus sm		
	110	80	50
Rukki juurte			
kogukaal abs. kuivalt g	5,55	3,23	0,84
ulatus maapinnast sm	90—100	70—80	40—50
Hariliku aruheina juurte			
kogukaal abs. kuivalt g	24,75	10,87	7,13
ulatus maapinnast sm	100	80—90	50

rilli lõpul, mai algul aktiivset veevaru ca 120—140 mm. Mulla õhusisaldus oli sel juhul 30—35% piirides. Eesti NSV-s tuleb suurem osa sademeid vegetatsiooniperioodil, see täiendab aeg-ajalt mulla veevarusid. Mitme aasta (1948—1955) keskmisena on Toomal olnud sademeid 1. maist — 30. septembrini 328 mm. Sademeterikkamaks kuuks oli juuli (80—100 mm).

Aurumismõõtjaga (GGI-500, monoliidi sügavus 40 sm) määrates kõikus aurumine 1. maist — 30. septembrini üksikuil aastail (1951—1955) hästikuivendatud kultuurniidu pinnalt 320—380 mm piires. Sademete ja äravoolu vaheks (aurumise keskmiseks) saadi sel perioodil samalt pinnalt 347 mm.

Kiirgusbilansi meetodil määrates oli aastane aurumine Toomal (1954. a.) kultuurniidult 390 mm. Künnikihi veebilansi koostamisel tuleb seega keskmiseks aurumiseks võtta 360—380 mm. Kui liidame keskmise kevadise aktiivse veevaru 40 sm tüseduses kihis (120—140 mm) keskmise sademetehulgaga 1. V — 30. IX (328 mm), saame aktiivset mullavett kokku 448—468 mm. Arvestades sellest maha aurumise vegetatsiooniperioodil (360—380 mm), saame jäägina aktiivse mullavee — ligikaudu 88 mm. Muidugi ei näita see bilanss eraldi seda mullavee kogust, mis võeti juurte poolt sügavamatest kihtidest.

Järgnevalt peatume kultuurtaimede veetarbel. Seda küsimust uuriti hästikuivendatud kultuurniidul ja nõukatsetes.

Kultuurniidu taimede veevajadusest annab ligikaudse ülevaate üldine aurumise hulk* (transpiratsioon ja aurumine taimede all olevalt maapinnalt). Et iseloomustada kultuurniidu veevajadust esimese ja teise saagi kasvuperioodil, selleks antakse aurumise hulk kummagi kohta eraldi (tabel 20).

* Aurumist mõõdeti aurumismõõtjate GGI-500 abil. Tabelis 20 esitatud aurumise hulgad on kahe paralleelse mõõtmise aritmeetilised keskmised.

Tabel 20

Aurumise hulk mm kultuurniidult I ja II saagi kasvuperioodil

Aastad	Periood	Kasutatud vett transpiratsiooniks ja aurumiseks mm			Mulla veevaru suurenemine sademete arvel mm
		sademete arvel	mullavee arvel	kokku	
1952	I. V—4. VII	148,6	65,9	214,5	—
	5. VII—2. IX	274,1	—	153,5	120,6
1953	I. V—22. VI	91,0	45,6	136,6	—
	23. VI—9. IX	252,1	—	154,0	98,1
1954	I. V—3. VII	130,5	44,4	174,9	—
	4. VII—16. IX	295,3	—	181,2	114,1
1955	6. V—3. VII	119,9	18,6	138,5	—
	4. VII—16. IX	80,4	75,6	156,0	—

Nagu tabeli andmed näitavad, kasutasid taimed mulla veevarusid peamiselt esimese saagi moodustamiseks, välja arvatud 1955. a., millal suve teisel poolel esines erakordselt vähe sademeid. Suve teisel poolel ületasid sademed tavaliselt aurumise ja mulla veevarud hakkasid taastuma. Kuigi veetarve on käesolevas uurimistöös antud mitmeaastaste heintaimede kohta, võib siiski järeldada, et ka teistel kultuuridel ei esinenud veepuudust. Seda tõestasid niisama suured mullaveevarud ka teiste kultuuride all olevas turvasmullas. Ka mineraalmullal ei mõjuta enam-vähem ühesuguse kasvutempoga taimeliigid oluliselt mullaniiskust (1, 18, 35).

Lähemalt selgitati veel odra, timuti ja hariliku aruheina veetarvet 1953., 1954. ja 1955. a. selleks rajatud nõukatsetes. Nendes kasutati katsevälja turvasmulda, kusjuures mullaniiskus hoiti 45, 60 ja 80% piires maksimaalsest veemahutavusest.

Tulemused näitasid, et odrataimede üldine veekulutus (transpiratsioon + aurumine pinnalt) oli suurim 60%-lise puhul, väiksem 45%-lise ja kõige väiksem 80%-lise niiskuse korral. Nii näiteks oli 20 odrataime keskmine ööpäevane veekulutus 45%-lise mullaniiskuse puhul 357 g, 60%-lise puhul 388 g ja 80%-lise puhul kõigest 291 g. Taimedeta nõudelt toimus aurumine seda intensiivsemalt, mida suurem oli mullaniiskus.

Ka heintaimedel oli suurem veekulutus turvasmulla 60%-lise niiskuse korral. Et taimede suurim veetarbimine toimub kasvuks optimaalsete niiskustingimuste puhul, seda on näidanud ka vastavad katsed mitmesugustel mineraalmuldadel (4, 19). 60 ja 45%-lise mullaniiskuse korral olenes taimede veetarbimise intensiivsus kasvuetappidest, 80%-lise mullaniiskuse korral aga oli see vaevalt märgatav.

Nii oder kui heintaimed andsid suurema saagi turvasmulla 60%-lise niiskuse puhul.

Et optimaalselt suurema mullaniiskuse puhul taimede veetarvitus ja kasv vähenevad, siis ei ole meie oludes õige, et heintaimi soovitatakse kasvatada niiskematel pindadel (33), selleks et nad saaksid seal rahuldada oma suuremat veetarvet. Kuigi heintaimede veetarve on võrreldes põllukultuuridega suurem, mis on tingitud peamiselt nende pikemast kasvuperioodist, ei arene nad seepärast ometi normaalselt optimaalsest suurema turvasmulla niiskuse korral (tabelid 23 ja 27).

Sageli esineb arvamusi, nagu kutsuks saagi tõus esile suurema veetarbimise (kuni 750 mm), mille mõjul mulla veevarud peavad tunduvalt vähenema (5). Selle küsimuse selgitamiseks rajati võimalikult headesse kuivendustingimustesse vastav katse (põhjaveesügavus 120—130 sm). Heinasaagi tõstmiseks anti kaali- ja fosforväetistele lisaks ka lämmastikväetist.

Heinasaagid kujunesid keskmiselt järgmisteks: ilma lämmastikuta 56 ts/ha ja lämmastikväetise andmisel 98 ts/ha.

Kasvuperioodil tehtud süstemaatiliste analüüside põhjal selgus, et saagi suurus ei mõjutanud mullaniiskust ega põhjaveesügavust.

Ligikaudu samadele tulemustele on jõudnud paljud autorid (1, 12, 18, 35), kes näitavad, et saagi suurenemise ja taimede veetarbimise vahel ei ole otsest seost. Öeldut illustreerivad tabeli 21 andmed.

Tabel 21

Põllumajanduslike taimede veetarvitus olenevalt väetisfoonist

(H. Kalweiti (35) järgi)

Kultuur	Kuivaine saak g/m²	Veetarvitus mm	Transpiratsioonikoefitsient
Oder väetiseta	418	235	1342
„ väetisega	601	239	662
Kartul väetiseta	321	303	2980
„ väetisega	736	315	580
Kaer väetiseta	290	222	765
„ väetisega	310	242	474

Nagu neist andmeist näha, pidurdus saagi tõusul järsult veetarvitus ühe kuivaine ühiku kohta (transpiratsioonikoefitsient). Järelikult loob õige agrotehnika mullas soodsa agrohüdroloogilise ja mikroklimaatilise režiimi, mis võimaldab taimedel ökonoomselt vett kulutada. Kaudselt võib saagi suurenemisel taimede väiksemale veetarvitusele kaasa aidata ka fütokliima. Nii näitasid vastavad mõõtmised, et tugeva heinakasvuga pinnal oli taimede vahel õhu relatiivne niiskus tunduvalt suurem kui nõrgema kasvuga taimede puhul.

Järelikult on turvasmulla aktiivsed veevarud heade kuivendustingimuste puhul küllaldased kõrgete saakide saamiseks. Ühtlasi ilmneb, et meie oludes ei ole karta soode ülekuivendust ja sellele järgnevat saakide langust. Et taimede veemajandus optimaalsest suurema turvasmulla niiskuse korral halveneb, siis ei ole meie oludes õige lootma jääda nn. bioloogilisele drenaažile, s. o. oletusele, nagu viiksid suured saagid ilma süstemaatilise kuivendusvõrguta põhjavee vajalikku sügavusse.

V. PÕLLU-, NIIDU- JA KARJAMAAKULTUURIDE SAAGIKUS OLENEVALT PÕHJAVEESÜGAVUSEST JA KÜNNIKIHI VEE- NING ÕHUREŽIIMIST

Kõik katses olnud kultuurid kasvasid paremini ning andsid kõrgemaid saake seal, kus keskmine põhjaveesügavus oli suurem kui 75—80 sm (tabelid 22, 23 ja 27).

Tabel 22

Kolme aasta keskmised kultuuride saagid olenevalt põhjaveesügavusest

(1950.—1953. a.)

Põhjaveesügavus sm	Rukis		Oder		Kartul		Suhkrupeet	
	saak ts/ha		saak ts/ha		saak ts/ha		saak ts/ha	
	teri	põhku	teri	põhku	mugulaid	tärklist	juurikaid	lehti
	I katseväli							
100	23	60	24*	91	246	15	143	321
90	22	54	29	91	241	13	153	312
80	22	55	29	97	247	14	149	290
70	20	52	22	58	244	14	148	257
60	17	43	19	60	239	15	120	207
50	16	42	19	56	176	15	59	107
40	13	37	14	43	94	14	11	31
30	7	24	4	32	0	0	0	0
	II katseväli							
105	23	—	23	59				
85	22	37	19	55				
75	20	38	17	48				
65	18	40	17	48				
55	17	38	16	39				

* Oder lamandus.

Nagu varem selgus, oli sellise kuivenduse korral künnikiht väljaspool kapillaarvöödet. Keskmine mullaniiskus vegetatsiooniperioodil, vaatamata põhjaveesügavusele, kõikus 55—65% piires maksimaalsest veemahutavusest ja aeratsioon mahuprotsentides

30—45% piires (tabel 7). Mida väiksem oli keskmine põhjaveesügavus, seda suurem oli mullaniiskus (tabel 7, joonis 1) ja seda halvem põllu-, niidu- ja karjamaakultuuride kasv ning saak (tabelid 22, 23 ja 27). Seejuures on iseloomulik, et kui kuivenduse sügavus väheneb sirgjooneliselt, siis sellest tingitud saagi langus omab kõverjoone kuju (joonis 3).

Tabel 23

Kolme aasta keskmised kultuurniitude kuivheinasaagid (ts/ha) olenevalt põhjaveesügavusest

Põhjaveesügavus sm	Pikaajalise kestusega kultuurniit			Lühema kestusega kultuurniit			Paljuliigiline kultuurniit (segu 12 komponendist)			4 a. keskmine karjamaatoodang sü/ha
	I niide	II niide	kokku	I niide	II niide	kokku	I niide	II niide	kokku	
	I katseväli									
125	—	—	—	39	14	53	38	12	50	3170
100	37	12	49	40	14	54	38	12	50	
90	33	13	46	34	14	48	35	12	47	
80	32	14	46	36	14	50	33	15	48	
70	30	12	42	34	14	48	28	11	39	2717
60	28	11	39	28	15	43	26	10	36	2289
50	21	9	30	25	11	36	25	9	34	
40	20	7	27	21	9	30	22	8	30	
30	12	8	20	10	4	14	15	8	23	1279
	II katseväli									
105	42	10	52	48	10	58	39	16	55	
85	42	9	51	—	—	—	33	16	49	
75	38	8	46	34	14	48	37	13	50	
65	32	8	40	32	14	46	33	12	45	
55	29	8	37	24	11	35	25	12	37	

Koos saagi langusega tõusis põldude umbrohtumine (tabel 24) ja kiirenes kultuuride valmimise aeg.

Et puhaskultuurina külvatud heintaimede saagid sõltusid vee- ja õhurežiimist sarnaselt kultuurniitude saakidega, siis neid siin ei esitata.

Katseväljadele oli külvatud veel paljuliigiline (12 komponendist koosnev) heinaseemnesegu selleks, et selgitada mulla vee- ja õhurežiimi mõju heintaimiku liigilise koostise kujunemisele. Valitseb ju üldiselt tõekspidamine, et osa kultuurheintaimi eelistab märjemat, teine osa kuivemat kasvukohta. Seega peaks mõne aasta jooksul selekteeruma igale kuivenduse astmele vastava botaanilise koostisega heintaimik. Teisel ja kolmandal kasutusaastal tehtud botaanilise

Tabel 24

Põhjaveesügavuse mõju pikaajalise kestusega kultuurniidu heina botaanilisele koostisele kolmandal kasutusaastal

Segu koosseis	Külvatud kg/ha	Põhjaveesügavus sm		
		100	70	30
		heina botaaniline koostis %-des kaalanalüüsil		
Timutit	8	47,8	33,3	25,8
Harilikku aruheina . . .	10	21,5	40,9	14,9
Aasrebasesaba	4	14,9	10,5	15,3
Aasnurmikat	6	3,2	1,4	0,4
Soonurmikat	3	4,7	2,7	2,3
Keraheina	2	5,2	6,2	4,4
Punast ristikut	4	—	—	28,7
Umbrohtu	—	1,6	2,3	6,1
Määramatuid osi	—	1,1	2,7	2,1

analüüsi tulemustest aga selgus, et ei esinenud selliseid kultuurheintaimede liike, mis oleksid 75—80 sm-st väiksema põhjaveesügavusega aladel hakanud domineerima. Ka kultuurkarjamaal oli kolmandal karjatamisaastal heades kuivendustingimustes moodustunud tihe kamar, mis sisaldas 40—45% aasnurmikat. Kuivenduse nõrgenemisel vähenes kamara tihedus ja aasnurmika protsent selles.

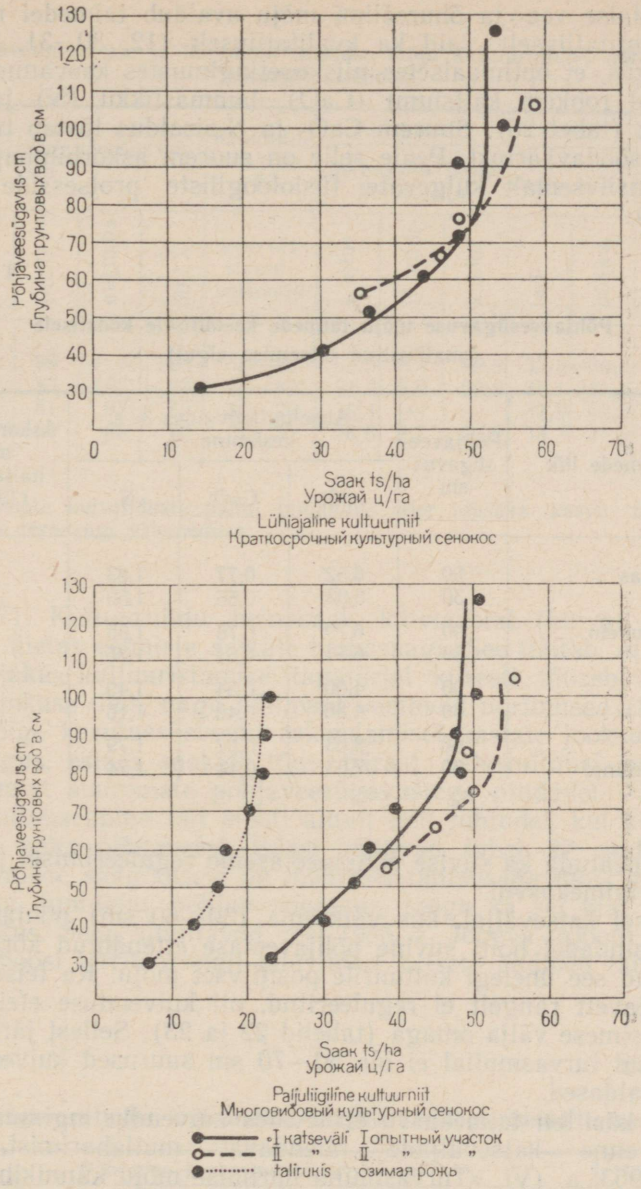
Hästi iseloomustab kasvukoha olusid (ökoloogilisi tingimusi) heintaimede võrsete arv ja kõrgus. Generatiivvõrsete loendamine pinnaühikul puhaskultuurides näitas, et nende arv taimedel optimaalsetes kasvutingimustes oli mitmekordne, võrreldes taimedega halvemates oludes. Samuti oli võrsete pikkus soodsates kasvuoludes alati suurem (tabel 25).

Tabel 25

Künnikihi niiskuse mõju heintaimede võrsumisele ja võrsete kõrgusele puhaskultuurides

(1953. a. 15. juunil)

Heintaimede liik	Künnikihi niiskuse % maksimaalsest veemahutavusest					
	55—65		65—75		75—85	
	generatiivvõrsete arv 1 m^2-l ja kõrgus sm					
	arv	kõrgus	arv	kõrgus	arv	kõrgus
Soonurmikas	3768	60—56	2068	50—58	1152	25—48
Aasnurmikas	528	60—70	304	60—65	140	25—45
Timut	816	55—60	288	30—48	140	20—40
Aasrebasesaba	92	50—80	52	60—87	24	35—70



Joonis 3. Kultuurniidu ja talirukki terade keskmised saagid olenevalt põhjaveesügavusest.

Рис. 3. Средние урожаи сена с культурных сенокосов и зерна озимой ржи в зависимости от глубины залегания грунтовых вод.

Optimaalse vee- ja õhurežiimi mõju avaldub taimedel mitte ainult kvantitatiivselt, vaid ka kvalitatiivselt (12, 30, 31, 36). Nimelt selgus, et optimaalsetes niiskusetingimustes kasvanud taimed sisaldasid rohkem kaltsiumi (CaO), lämmastikku (N) ja askorbiinhapet (tabel 26). Suurem CaO- ja N-sisaldus tõstab tunduvalt taimede söödaväärtust. Peale selle on suurem askorbiinhappesisaldus intensiivsemalt kulgevate füsioloogiliste protsesside tunnuseks (23).

Tabel 26

Põhjaveesügavuse mõju taimede keemilisele koostisele
(analüüsitud õitsemise algul)

Heintaimede liik	Põhjaveesügavus sm	Absoluutkuivaines 3 a. keskmine %			Askorbiinhapet mg/kg haljasmassis (1953. a.)
		tuhk	CaO	N	
Aasnurmikas . . .	90	6,52	0,77	1,83	268
	30	5,03	0,55	1,59	150
Harilik aruhein . .	90	6,79	0,76	1,55	146
	30	6,54	0,61	1,36	135
Timut	90	4,90	0,54	1,49	260
	30	4,86	0,40	1,16	238
Kerahein	90	8,63	0,67	1,79	—
(2 a. keskmine)	30	7,63	0,44	1,24	—

Tuleb peatuda ka suvise põhjaveetaseme reguleerimisel ja sellest sõltuval taimekasvul.

Esimesel katseväljal, kus väiksema (30—60 sm) põhjaveesügavusega pindadel hoiti suvine põhjaveetase ettenähtud kõrgusel, ei avaldanud see ühelegi kultuurile positiivset mõju. Ka teisel väljal, kus põhjavett rangelt ei reguleeritud, oli kuivenduse efekt samalaadne esimese välja omaga (tabelid 22 ja 23). Sellest järeldub, et kirjeldatud turvasmullal ei ole 50—70 sm suurused kuivendusnormid küllaldased.

Siiani käsitleti taimekasvu erinevates kuivendustingimustes peamiselt enne katseväljade täiendavat mullaharimist, s. o. 1951.—1953. a. (Vt. «Turvasmulla harimise mõju künnikihi vee- ja õhurežiimile».)

Pärast vahekultuuri (kartul 1954. a.) külvati 1955. a. kevadel katseväljale heinaseemnesegusid, otra ja päevalille.

Täiendava mullaharimise mõjul tõusid aga kultuuride saagid tunduvalt, eriti suuremate kuivenduste korral. Seda näeme, kui võrdleme tabelites 22 ja 23 toodud keskmisi saake 1955. a. saakidega

Tabel 27

Põhjaveesügavuse ja künnikihi niiskuse mõju kultuurniidu-, odra- ja päevalillesaakidele

Keskmine põhjaveesügavus sm					Keskmine niiskuse %	Kultuurniit heinasaak ts/ha külviaastal			Oder* saak ts/ha		Päevalill haljasmassisaak ts/ha
mais	juunis	juulis	augustis	1.V—30.IX	vegetatsiooniperioodil	I niide	II niide	kokku	teri	põhk	
79	87	89	113	100	55—65	53,5	6,4	59,9	33,8	70,0	752,4
67	77	83	107	90	55—65	51,3	5,6	56,9	35,1	61,1	692,3
62	72	81	93	80	60—70	36,4	—	—	37,9	58,9	513,4
56	61	80	88	70	üle 70	26,5	2,7	29,2	33,3	45,0	241,9

* Suuremate kuivenduste puhul lamandus oder lopsaka kasvu tõttu, mis kutsus esile terasaagi vähenemise.

(tabel 27). Kultuurniidu heinasaak külviaastal (külvati 6. mail 1955. a.) ületas eelmiste aastate heinasaagi. See näitab, et turvasmulla viljakus kultuuristamise tagajärjel kiiresti tõuseb. Turvasmulla viljakuse tõus, nagu näitavad vastavad uurimused (8, 9, 10, 11), on õige kasutussüsteemi rakendamisel aastate jooksul pidev. Nagu selgus, esines saakide tõus pärast vahekultuuri peamiselt 70—80 sm-st suuremate põhjaveesügavustega pindadel. Järelikult annab mullaharimine täit efekti ainult neil juhtudel, kui künnikihi niiskus ei sõltu põhjaveest. Edasi näitavad tabel 27 andmed, et kultuurtaimede saagikusele on määrava tähtsusega mai- ja teatud määral ka juunikuu põhjaveesügavus, seega ka sel ajal valitsev mullaniiskus. Seda kinnitavad veel 1955. a. Jõgeva rajooni «Bolševiku» kolhoosi territooriumil läbiviidud katsete andmed tabelis 28.

Tabel 28

Põhjaveesügavuse mõju kultuurniidu saagile hästilagundunud turvasmullal

Põhjavee keskmine sügavus sm					Heinasaak ts/ha esimesest niitest
mais	juunis	juulis	augustis	V—IX keskmine	
47	60	91	111	86	46,5
9	24	79	106	67	19,5
6	18	76	102	62	10,7

Kõrge põhjaveeseis mais avaldas pidurdavat mõju isegi kultuurniidu ädalasaagile (tabel 27). Et põhjaveesügavus oli 1955. a. ädalakasvu perioodil optimaalne ka nõrgemate kuivenduste korral, siis oleks võinud oodata suuremat saaki. Seda aga ei olnud. Ajutine südasuvine põhjavee langus nõrgemate kuivendustega pindadel ei suuda nähtavasti kindlustada taime juurtele vajalikke arenemistingimusi ja toiteelementide küllaldast kogunemist mulda (19).

Et kevadisest põhjaveesügavusest oleneb edaspidine taimekasv, siis ei või keskmine põhjaveesügavus olla mais 65—70 sm-st väiksem. Selline põhjaveesügavus on vajalik veel selleks, et vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmullale oleks kevadel võimalik õigeaegselt väetisi anda ja mullaharimistöid teha. Keskmine põhjaveesügavus vegetatsiooniperioodil peab põllu-, niidu- ja karjamaakultuuride kasvatamiseks olema 75—80 sm-st sügavamal (pärast esialgset kuivendusjärgset soo vajumist). Siinjuures peab märkima ka seda, et seal, kus olud seda lubavad, tuleb projekteerida võimalikult suuremaid põhjaveesügavusi. Kuigi selline sügavam kuivendus ei mõjuta enam kuigi suurel määral saaki, pikendab ta siiski drenaaži iga ja kuivendatud pinda on lihtsam kasutada kõigiks põllumajanduslikeks kõlvikuiks.

*

Eespool käsitleti katseandmete põhjal vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmulla vee- ja õhurežiimi, toiteelementide režiimi, mikrokliima ning kultuurtaimede kasvu intensiivsuse sõltuvust põhjaveesügavusest. Nendest sõltuvustest tulenevad järgmised praktilise ja teoreetilise iseloomuga järeldused:

1. Vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmullad sobivad õigete kuivendus- ja kasutustingimuste puhul põllu-, niidu- ja karjamaakultuuride kasvatamiseks.
2. Nimetatud turvasmuldade õigeks kuivendamiseks on vajalik viia kuivendusvõrgu abil põhjavesi 75—80 sm-st sügavamale.
3. Kui põhjavesi on 75—80 sm-st sügavamal, siis ei ulatu kapillaarvööde künnikihini, mistõttu künnikihis kujuneb toiteelementide kogunemiseks ja kultuurtaimede kasvuks optimaalne vee- ja õhurežiim (vaatamata sellele, kui palju põhjavesi on 75—80 sm-st sügavamal).
4. Optimaalsetes künnikihi vee- ja õhurežiimi tingimustes on aktiivse vee varud koos suviste sademetega enam kui küllaldased, et katta taimede veetarvet.
5. Kuivenduse sügavuse suurenemisel tõusevad mulla aktiivse vee varud, sest taimede juured saavad tungida ka sügavamatesse õhku sisaldavatesse mullakihtidesse.
6. Eelviljade kasvatamise perioodil tuleb mullaharimise võtetega luua tüse, bioloogiliselt aktiivne künnikiht.
7. Mullaharimine ja mineraalväetiste kasutamine annab täit efekti ainult õigetes kuivendustingimustes.

8. Hästikuivendatud pindadel on karmimad mikroklimaatilised tingimused võrreldes puudulikult kuivendatud pindadega, kuid heinasaagi suurusele nad märgatavat mõju ei avalda.
9. Gaaside vahetuse intensiivsus (difusioon) mullaõhu ja atmosfääriõhu vahel nõrgeneb põhjaveesügavuse vähenemisel alla 75—80 sm. Seetõttu suureneb künnikihi õhus CO_2 ja väheneb O_2 kontsentratsioon, mis kutsub esile taandusprotsesside intensiivistumise.
10. Ainult hästi kuivendatud turvasmullal kujuneb tihe rohukamar ning tõuseb heina keemiline väärtus.
11. Kevadine põhjaveesügavus määrab taimekasvu intensiivsuse kogu vegetatsiooniperioodiks. Seepärast ei või keskmine põhjavesügavus vegetatsiooniperioodi esimesel kuul olla alla 65—75 sm.
12. Maa-alune niisutus suvekuudel, s. o. põhjavee samal tasemel hoidmine, mõjub põllu-, niidu- ja karjamaakultuuride kasvule pigem takistavalt kui soodustavalt.
13. Mida väiksem on põhjaveesügavus (alla 75—80 sm), seda vähem koguneb mulda toiteelemente ja seda nõrgem on taimede kasv.
14. Kõik katses olnud põllu-, niidu- ja karjamaakultuurid andsid parema saagi võrdsetes vee- ja õhurežiimi tingimustes (keskmine künnikihi niiskus vegetatsiooniperioodil 55—65% maksimaalsest veemahutavusest). Järelikult ei nõua nimetatud taimerühmad oma normaalseks kasvuks vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmuldadel erinevaid kuivendusnorme.

KIRJANDUS

1. А. М. Алпатьев. Влагооборот культурных растений. Гимиз, Ленинград, 1954.
2. Большая советская энциклопедия № 8, (Вода в почве), Москва, 1951.
3. А. Д. Брудастов. Осушение минеральных и болотных земель. Гос. изд. сельскохозяйственной литературы, Москва, 1955.
4. С. М. Долгов. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. Изд. Акад. Наук СССР, Москва, 1948.
5. Г. И. Лашкевич. Устройство, использование пастбищ на осушенных болотах и уход за ними. Гос. изд. БССР, Минск, 1947.
6. Н. Ф. Лебедевич. Урожайность искусственных многолетних лугов и однолетних сельскохозяйственных растений в зависимости от водного и воздушного режима торфяной почвы. Минск, 1939.
7. Н. Ф. Лебедевич. Основы травопольной системы земледелия на торфяных почвах. Гос. изд. сельскохозяйственной литературы, Москва, 1951.
8. Н. Ф. Лебедевич. Труды Института мелиорации, водного и болотного хозяйства АН БССР, том V, Изд. АН БССР, 1954.
9. И. С. Лупинович и Г. Ф. Голуб. Торфяно-болотные почвы БССР и их плодородие. Изд. АН БССР, Минск, 1952.
10. И. С. Лупинович. Регулирование водного режима болотных и заболоченных почв как необходимое условие повышения их плодородия. «Почвоведение» № 7, Москва, 1954.

11. И. С. Лупинович. О задачах научно-исследовательских учреждений, работающих в области мелиорации и освоению болотных и заболоченных почв. Изд. АН БССР, Минск, 1956.
12. Н. А. Максимов. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. Том I, Изд. АН СССР, Москва, 1952.
13. В. Б. Мацкевич. Наблюдения над режимом углекислоты в почвенном воздухе мощных черноземов. Работы по химии и агрохимии почв. Труды Почвен. института им. В. В. Докучаева. Том XXXI, Изд. АН СССР, Москва, 1950.
14. Б. Д. Оношко. Культура болот. Гос. изд. колхозной и совхозной литературы, Москва—Ленинград, 1934.
15. А. Ф. Печкуров. Регулирование влажности торфяных почв путем внутрипочвенного орошения. Труды конференции по мелиорации и освоению болотных и заболоченных почв, Изд. АН БССР, Минск, 1956.
16. М. Б. Рассел. Аэрация почвы и развитие растений. Физические условия почвы и растение. Изд. иностранной литературы, Москва, 1955.
17. Э. Рассел. Почвенные условия и рост растений. Изд. иностранной литературы, Москва, 1955.
18. В. В. Рахманов. О роли климатических факторов и агромелиоративных мероприятий в уменьшении годового стока рек. Труды Центрального института прогнозов. Выпуск 48 (75), Гидрометеоиздат, Ленинград, 1956.
19. Л. А. Ричардс и Ч. Вадлей. Почвенная влага и развитие растений. Физические условия почвы и растений. Изд. иностранной литературы, Москва, 1955.
20. С. Дж, Ричардс, Р. М. Хаган и Т. М. Мак-Калла. Температура почвы и развитие растений. Физические условия почвы и растение. Изд. иностранной литературы, Москва, 1955.
21. А. А. Роде. Почвенная влага. Изд. АН СССР, Москва, 1952.
22. В. В. Романов. Предварительный отчет за 1954 г. (Изучение испарения с неосушенных и осушенных болот). Государственный Гидрологический Институт, Ленинград, 1955.
23. Д. А. Сабинин. Физиологические основы питания растений. Изд. АН СССР, Москва, 1955.
24. И. Н. Скрынникова. Еще раз о принципах классификации болотных почв. «Почвоведение» № 9, Москва, 1955.
25. В. С. Станкевич. Осушение сельскохозяйственных земель выборочной сетью каналов. Гос. изд. сельскохозяйственной литературы, Москва, 1953.
26. М. Б. Федоров. Почвенная микробиология. Изд. Советская наука, Москва, 1954.
27. Д. В. Федоровский. Зависимость коэффициента завядания от вида растений осмотического давления почвенного раствора. «Почвоведение» № 10, Москва, 1948.
28. Л. А. Чугунов. Луговодство. Сельхозгиз, Москва, 1940.
29. В. Ф. Шебеко. Тепловой режим торфяных почв. Труды конференции по мелиорации и освоению болотных и заболоченных почв. Изд. АН БССР, Минск, 1956.
30. Ф. Эллис. Улучшение пойменных лугов. «Сельское хозяйство за рубежом» № 3, Изд. иностранной литературы, Москва, 1956.
31. I. Eisen. Põhjavee sügavuse mõju soomulla viljakusele. ENSV TA Toimetised, kd. III, nr. 2, Tallinn, 1954.
32. V. Tohver. Soomulla kasulikust mikrofloorast erinevate kuivendusnormide juures. Tartu Riikliku Ülikooli Toimetised, vihk 42, ERK, Tallinn, 1956.
33. V. R. Viljams. Mullateadus. ERK, Tallinn, 1950.
34. J. Donat. Zur Kennzeichnung des Bodengefüges. «Der Kulturtechniker» nr. 1/2, Berlin, 1938.
35. H. Kalweit. Der Einfluss der Steigerung des Land- und Forstwirtschaftlichen Hektarertrages auf den Wasserhaushalt. «Wasser und Boden» nr. 3, 1955.
36. H. Lundegardh. Klima und Boden, Jena, 1949.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОСУШЕНИЯ НА ТОРФЯНУЮ ПОЧВУ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

И. ЭЙЗЕН,
научный сотрудник опытной базы «Тоома»

Резюме

В Эстонской ССР широко распространены слабо и среднеразложившиеся низинные торфы с гипновыми, тростниковыми и осоковыми фрагментами. Нормы осушения для освоения низинных болот, указанные в учебниках и справочниках, практикой не подтверждаются. В большинстве случаев эти нормы определены в лизиметровых условиях, но на осушенных низинных торфяниках лизиметровых условий не бывает (таблица 1), так как глубина залегания грунтовых вод зависит от гидрологических условий, соотношений количества выпадающих осадков, испарения и пр.

Опытной базой «Тоома» в 1949—1956 гг. проводились исследования вопросов осушения низинных болот. Целью исследований являлось выяснение основ создания оптимального водно-воздушного режима, обеспечивающего максимальный подъем плодородия торфяной почвы со слабо- и среднеразложившимся торфом. Но наряду с выявлением условий повышения плодородия торфяной почвы было необходимо выяснить требования отдельных групп растений к водно-воздушному режиму почвы.

Для проведения исследования в 1949 г. были заложены опыты на соответствующих оборудованных участках. На первом участке в 3,3 га глубина заложения дрен позволяла поддерживать постоянный уровень грунтовых вод на высоте от 30 до 140 см с интервалом падения уровня в 10 см. Для поддержания грунтовых вод на требуемом уровне между осушительными дренами были заложены дрены для подпочвенного орошения. Последние использовались в 1951—1953 гг. в тех случаях, когда уровень грунтовой воды падал ниже осушительных дрен.

На втором участке в 2,65 га были заложены только осушительные дрены с постепенным увеличением глубины уровня грунтовых вод от 70 до 120 сантиметров.

Дрены на опытных участках располагались на расстоянии 15 метров. С целью выяснения оптимального водно-воздушного режима торфяной почвы для каждой отдельной группы расте-

ний, согласно ее биологическим требованиям, на обоих участках в одинаковых агротехнических условиях и последовательности были посеяны отдельными полосами полевые, сенокосные и пастбищные культуры.

Торф опытных участков состоит в основном из гипновых, тростниковых и осоковых фрагментов с мощностью торфяной залежи свыше 2,5 м. Степень разложения торфа по Варлыгину 25—30%.

Влияние интенсивности осушения на водно-воздушный режим торфяной почвы

Установившийся на участках режим (таблица 2) грунтовой воды отразился на нескольких факторах почвообразовательного процесса. Например, в дренажной воде при более слабой интенсивности осушения повысились: количество нитратов, подвижной P_2O_5 и окисляемость воды. Содержание извести (CaO) было выше в условиях интенсивного осушения (таблицы 3 и 4).

При более интенсивном осушении понизилась температура грунтовой воды (таблица 5) и усилился сток из дрен (таблица 6).

При увеличении глубины грунтовой воды свыше 75—80 см значительного изменения в водно-воздушном режиме пахотного слоя не происходило (таблица 7, рисунок 1). При таком пределе интенсивности осушения средняя объемная влажность почвы за вегетационный период, независимо от горизонта грунтовых вод, была 50—60% или 55—65% от полной влагоемкости. Аэрация пахотного слоя в этих условиях колебалась в пределах 30—40% (таблица 7). Если уровень грунтовых вод поднимался выше 75—80 см, т. е. становился ближе к поверхности земли, то снижалось содержание воздуха и повышалась влажность пахотного слоя.

В торфяной почве опытного участка интенсивный подъем капиллярной воды, т. н. зона интенсивного капиллярного поднятия, колеблется в пределах 35—45 см (таблица 8, рисунок 2). Следовательно, водно-воздушный режим пахотного слоя зависит от того, находится ли он выше зоны интенсивного капиллярного понятия или простирается в эту зону.

Влияние водно-воздушного режима на накопление питательных веществ, на состав воздуха почвы и питательный режим

Более интенсивное накопление нитратов и подвижных форм P_2O_5 происходило при средней влажности пахотного слоя 55—65% от максимальной влагоемкости (таблицы 10 и 11). При такой влажности в почве развивалось максимальное количество спорообразующих бактерий (таблица 12).

На опытные участки вносились равные дозы фосфорно-калийных удобрений, но подвижных форм P_2O_5 в хорошо осушенной почве оказалось больше. Следовательно, биогенезис почвы оказывает влияние на эффективность использования минеральных удобрений.

При недостаточном осушении, с влажностью почвы выше 70%, растения усваивают нитраты, очевидно, хуже, чем при интенсивном осушении (таблица 13), так как в почве под растениями остается их больше.

При более слабой интенсивности осушения и увеличении почвенной влажности в почвенном воздухе снижается концентрация кислорода (O_2) и повышается концентрация углекислого газа (CO_2) (таблица 14). При увеличении влажности почвы значительно уменьшается также интенсивность диффузии CO_2.

Водно-воздушный режим оказывает влияние на режим температуры и микроклимат торфяной почвы. Температура интенсивно осушенной торфяной почвы в течение вегетационного периода остается ниже температуры слабо осушенной торфяной почвы (таблица 16). На торфяных почвах с меньшей влажностью увеличивается частота ночных заморозков, повышаются дневные максимумы температуры и снижается влажность надпочвенного слоя воздуха (таблица 17). Но при интенсивном осушении неблагоприятное воздействие более сурового микроклимата на травы в общем незначительно по сравнению с повреждением, причиняемым высоким уровнем грунтовых вод при слабом осушении (таблицы 23 и 27).

Продуктивный запас воды в пахотном слое и потребность растений в воде

Весной, после стока гравитационной воды по дренам, пахотный слой мощностью в 40 см, расположенный выше зоны капиллярного поднятия, содержит 220—240 мм воды. Аэрация почвы при этом примерно 30%. Коэффициенту завядания растений соответствует 15—20-процентная объемная влажность почвы. При подсчете продуктивного запаса воды в почве приведенный коэффициент завядания принимался в счет с запасом, т. е. вместо 15—20% было принято 30%.

Приведенное в таблицах 18 и 18а сравнение запаса продуктивной воды при различных степенях осушения сопоставлено с запасом воды глинистой минеральной почвы, не нуждающейся в осушении. Оказывается, что даже при интенсивном осушении пахотный слой торфа мощностью в 40 см содержит больше продуктивной влажности, чем слой минеральной почвы мощностью в 50 см.

Продуктивный запас воды при более интенсивном осушении относительно больше, так как корневая система растения может

охватить более мощные слои торфяной почвы (таблица 19), чем в условиях недостаточного осушения.

Запасы воды использовались растениями культурных сенокосов, главным образом, для формирования первого урожая (таблица 20). Во второй половине лета осадки обычно превышали интенсивность испарения и почвенные ресурсы воды начинали восстанавливаться. Исключение составило лето 1955 г., когда во второй половине лета осадков выпало на 130 мм меньше нормального.

Поставленные для выяснения потребности растений во влаге полевые опыты показали, что увеличение урожая (от 54 ц/га до 96 ц/га) не вызвало заметных изменений в содержании влаги в почве.

Урожайность полевых, сенокосных и пастбищных культур, в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и водно-воздушного режима почвы

Полевые, сенокосные и пастбищные культуры росли лучше и дали наиболее высокие урожаи там, где средняя глубина уровня грунтовых вод была больше 75—80 см (таблицы 22, 23 и 27). При таком осушении пахотный слой находился вне зоны поднятия капиллярной воды, и его влажность за вегетационный период составляла в среднем 55—65% от максимальной влагоемкости. Характерно, что при прямолинейной закономерности уменьшения глубины грунтовой воды падение урожайности имело криволинейный характер (рисунок 3).

Одновременно со снижением урожая увеличилось зарастание посевов сорняками (таблица 24) и укоротился срок созревания культур. В течение трех лет глубина залегания грунтовой воды на ботанический состав травостоя существенного влияния не оказала (таблица 24).

При интенсивном осушении у трав развилось значительно больше генеративных побегов (таблица 25) и растения содержали больше азота, кальция и аскорбиновой кислоты (таблица 26).

Искусственное поддерживание уровня стояния грунтовой воды на определенной высоте, проведенное на первом опытном участке в 1951—1953 гг., никакого положительного влияния ни на какую культуру не оказало (таблицы 22 и 23).

В 1954 году на опытных участках после соответственной обработки почвы промежуточной культурой выращивался картофель. Ранней весной 1955 г. на этом участке были снова посеяны подопытные культуры. При интенсивном осушении в результате обработки почвы в период выращивания промежуточной культуры, урожаи культур значительно повысились (таблица 27). Следовательно, эффективное плодородие торфяной почвы вследствие окультуривания при интенсивном осушении возрастает.

Оценивать интенсивность осушения только на основании среднего уровня грунтовой воды нельзя. Опыты показали, что на осушенном низинном болоте условия развития растений определяет весенний уровень залегания грунтовых вод (таблицы 28 и 27). Поэтому в первый месяц вегетационного периода глубина грунтовой воды должна быть не ближе 65—79 см от поверхности земли.

ВЫВОДЫ

1. Слабо- и среднеразложившиеся торфяные почвы при правильных приемах осушения и использования пригодны для возделывания на них полевых, сенокосных и пастбищных культур.

2. Для осушения названных торфяных почв необходимо путем осушения понизить уровень залегания грунтовых вод на глубину ниже 75—80 см (после первой осадки торфа).

3. При залегании уровня грунтовой воды глубже 75—80 см зона интенсивного поступления капиллярной воды не достигает пахотного слоя, и поэтому в пахотном слое образуется оптимальный водно-воздушный режим для накопления питательных элементов и развития культурных растений.

4. Запас продуктивной влаги в условиях оптимального водно-воздушного режима пахотного слоя вместе с осадками летнего периода вполне достаточен для удовлетворения потребности растений в воде.

5. С углублением осушительной сети повышается запас продуктивной влаги почвы, потому что корни растений могут проникнуть в более глубокие, содержащие воздух слои торфа.

6. В период возделывания предшественников агротехническими приемами необходимо создать мощный, биологически активный пахотный слой.

7. Обработка почвы и внесение минеральных удобрений дает полный эффект только при правильных условиях осушения.

8. На хорошо осушенных почвах микроклиматические условия суровее, чем на недостаточно осушенных почвах, но на урожай сена это заметного влияния не оказывает.

9. Интенсивность газообмена (диффузия) между почвенным и атмосферным воздухом ослабляется при уменьшении глубины стояния грунтовой воды выше 75—80 см. Вследствие этого в воздухе пахотного слоя повышается концентрация CO_2 и понижается концентрация O_2.

10. Только на хорошо осушенных торфяных почвах развивается плотная дернина и улучшается химический состав сена.

11. Глубина залегания грунтовой воды весной определяет интенсивность развития растений на весь вегетационный период. Поэтому средняя глубина стояния грунтовой воды в первый месяц вегетационного периода должна быть не меньше 65—75 см.

12. Подземное орошение в летние месяцы, т. е. поддержание горизонта грунтовой воды на одном уровне, на полевые, сенокосные и пастбищные культуры влияния не оказало.

13. Чем меньше глубина грунтовых вод (меньше 75—80 см), тем меньше накопляется в пахотном слое питательных веществ и тем слабее развиваются растения.

14. Все находившиеся в опыте полевые, сенокосные и пастбищные культуры дали более высокий урожай в одинаковых условиях водно-воздушного режима (средняя влажность пахотного слоя за вегетационный период 55—65% от полной влагоемкости). Следовательно, названные группы растений для своего нормального развития на слабо- и среднеразложившихся торфяных почвах не требуют различных норм осушения.

SOODE KUIVENDAMINE DRENAAŽIGA

U. TOMBERG,
Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi teaduslik töötaja, tehniliste teaduste kandidaat

I. Soo vajumine

Soode kuivendamisel muutuvad turbamassi tasakaalutingimused. Turbalasundi kuivendatav kiht muutub allpool asuvatele kihtidele lisakoormuseks, mille suurus võrdub pealepoole põhjaveepinda jääva turbamassi raskusega. See põhjustab alumiste kihtide kokkusurumise. Järelikult oleneb allapoole põhjaveepinda jääva lasundiosa vajumise suurus peale alumise kihi tüseduse veel kuivendatava kihi tüsedusest kui koormust iseloomustavast suurusest, mis on omakorda funktsioon dreeni või kraavi sügavusest.

Kuivendatav turbakiht vajub oma kaalu, turba kokkutõmbumise, kapillaarjõudude ja põllutöömasinate surve mõjul. Seega oleneb kuivendatava kihi vajumise suurus peamiselt tema tüsedusest.

Peale nimetatud tegurite oleneb vajumise suurus veel turba füüsikalistest omadustest. Meie soodeuurimise praegune tase lubab neid omadusi iseloomustada ainult turba lagundumisastme kaudu, sest seni on see ainus näitaja, mis soode uurimisel registreeritakse.

Soo pinna vajumine on nimetatud kahe komponendi — kuivendatava ja allapoole põhjaveepinda jäävate kihtide vajumise summa. Seega vajuvad kuivendamise tagajärjel kõik turbakihid soo mineraalsest aluspõhjast kuni soo pinnani.

Turba vajumine algab kohe pärast kuivendussüsteemide rajamist. Vahetult pärast soo kuivendamist on ta kõige intensiivsem ja väheneb seejärel pidevalt, kuni stabiliseerub 2—4 aasta jooksul. Edasine soopinna vajumine suurusega 1—2 sm aastas on tingitud turba lagundumisest ülemises, kuivendatud kihis. Seda vajumist võime nimetada ka soo mahatöötamiseks.

Turba vajumise määramiseks võib kasutada järgmisi valemeid:

1) dreenide või kraavide põhjade vajumine

$$\Delta h_H = 0{,}046\ m_1\ h_o\ h_H^{0{,}70}; \qquad [1]$$

2) dreenide või kraavide sügavuse vähenemine esimese 2—4 aasta jooksul pärast kuivendamist

$$\Delta h_o = Bh_o \qquad [2]$$

või

$$\Delta h_o = 0{,}14\ m_2 h_o; \qquad [3]$$

3) soopinna vajumine esimese 2—4 aasta jooksul pärast kuivendamist

$$\Delta h = \Delta h_H + \Delta h_o,$$

seega

$$\Delta h = 0{,}046\ m_1 h_o h_H^{0{,}70} + 0{,}14\ m_2 h_o. \qquad [4]$$

Kui turba lagundumisaste lasundi sügavuses ei muutu, siis $m_1 = m_2$ ja

$$\Delta h = 0{,}046\ m h_o\ (h_H^{0{,}70} + 3{,}05). \qquad [5]$$

Soopinna vajumise määramiseks pikema perioodi ($T > 4$ aastat) vältel tuleb arvestada ka soo mahatöötamist

$$\Delta h_T = 0{,}046\ m_1 h_o h_H^{0{,}70} + 0{,}14\ m_2 h_o + b\ (T - 4), \qquad [6]$$

4) dreenide (kraavide) projektsügavus

$$h_o = C\ (h + D). \qquad [7]$$

Nendes valemites:

Δh_H — dreenide või kraavi põhja vajumine meetrites;

h_H — dreenide või kraavi põhja alla jääva turbakihi tüsedus meetrites;

h_o — dreeni või kraavi rajamis- või projektsügavus meetrites;

m_1 — koefitsient, mille suurus määratakse dreeni (kraavi põhja) alla jääva turbalasundi lagundumisastme järgi tabelist 1;

Δh_o — dreeni (kraavi) rajamis- või projektsügavuse vähenemine meetrites (esimese 2—4 aasta jooksul pärast soo kuivendamist);

C, B, m_2 — koefitsiendid, millede suurus määratakse ülemise, kuivendatava kihi lagundumisastme järgi tabelist 1;

Δh — soopinna vajumine esimese 2—4 aasta jooksul pärast kuivendamist meetrites;

Δh_T — soopinna vajumine T aasta jooksul pärast kuivendamist ($4 < T < 15$ aastat) meetrites;

b — iga-aastane soo mahatöötamine, mille suurus on 0,01—0,02 m aastas;

h — soovitav dreeni (kraavi) keskmine sügavus kuivendussüsteemi ekspluatatsiooniperioodi kestel;

D — dreenide (kraavide) sügavuse vähenemine soo mahatöötamisest:

savitorudreenidel $D = 0{,}25$ m
puitdreenidel $D = 0{,}15$ m

Tabel 1

Koefitsientide *m*, *B* ja *C* väärtused olenevalt turba lagundumisastmest valemites [1] kuni [7]

Turba lagundumisaste %	*m*	*B*	*C*
20	2,07	0,29	1,41
30	1,72	0,24	1,32
40	1,36	0,19	1,24
50	1,00	0,14	1,16
60	0,64	0,09	1,10

Valemid [1], [2] ja [3] on tuletatud Toomal neljä aasta vältel veeolude reguleerimise katsel 370 punktis mõõdetud dreenide ja soopinna vajumise andmete alusel. Nimetatud katseväljakutel oli dreenide rajamissügavus 0,40—1,32 m, dreenide alla jääva turbakihi tüsedus aga 0,87—5,96 m. Valemi [1] keskmine aritmeetiline viga on +7,2%, keskmine ruutviga aga ±38%. Valemi [2] keskmine ruutviga ±5,6%.

Koefitsiendi *m* väärtused olenevalt turba lagundumisastmest on leitud üheteistkümnes soos mõõdetud turba vajumise suuruste võrdlemise teel.

Valem [7] dreenide projektsügavuse määramiseks on tuletatud eeldusest, et dreenide ekspluatatsiooniperioodi keskel oleks tagatud projekteeritud kuivendusnorm, ja et soo iga-aastase mahatöötamise suuruseks on 2 sm.

Teatavasti on kuivendatud turbapinnastel kultuuride edukaks viljelemiseks sobiv keskmine põhjaveesügavus vähemalt 75—80 sm. Sellise keskmise põhjaveesügavuse kindlustamiseks peaks dreenide sügavus pärast turba vajumist olema veidi suurem — vähemalt 90 sm. Seda tuleb pidada dreenide lubatavaks minimaalseks sügavuseks. Kuigi dreenide vahelaius ja sügavus olenevad teineteisest (väiksema dreenide vahelaiuse korral võivad nad olla madalamad), ei või dreenid asetseda madalamal kui 90 sm, sest siis ei ole ka väiksemate vahelaiuste puhul enam tagatud sobiv keskmine põhjaveesügavus. Lähtudes sellest sügavusest esitatakse tabelis 2 dreenide minimaalsed lubatavad rajamissügavused olenevalt turba lagundumisastmest.

Tabel 2

Dreenide minimaalne rajamissügavus m

Turba lagundumisaste %	20	30	40	50	60
Laud- ja freestorudreenid	1,50	1,40	1,30	1,20	1,15
Savitorudreenid	1,60	1,50	1,43	1,35	1,25

Kuivendustöödel kaevatakse esmalt lahtised kogujakraavid. Mõni aeg hiljem kaevatakse ka dreenide kaevikud. Sellel ajavahemikul (mõnest kuust paari aastani) toimub aga turba vajumine varem kaevatud lahtise kogujakraavi mõjupiirkonnas, kusjuures vajumine on kõige suurem vahetult kraavi juures. Hiljem kaevatavatele dreenidele antakse tavaliselt ühtlane lang kogu nende pikkuse ulatuses. Pärast dreenikaevikute kaevamist vajuvad ka nende põhjad. Et aga kogujakraavi mõjupiirkonnas on dreenide kaevamise ajaks juba toimunud teatav vajumine, siis dreenid vajuvad siin selle võrra vähem. Väljaspool kogujakraavi mõjupiirkonda (50—100 m, olenevalt ajavahemikust) vajuvad dreenid seetõttu rohkem kui suudmeosas. Selle tagajärjel väheneb dreeni lang lahtise kogujakraavi poolses osas ning äravool dreenidest halveneb (tabel 3).

Tabel 3

Dreenide langu vähenemine kogujakraavi tsoonis

Nr.	Asukoht	Kogujakraavi tsooni ulatus m	Dreenide lang		Vaadeldud dreenide arv
			kogujakraavi tsoonis	mujal	
1	Tooma	10	— 0,002	0,0026	36
2	Tooma	20	0,002	0,0046	22
3	Oidrema	85	0,0009	0,0025	13
4	Oidrema	85	0,0029	0,003	7

Taolise ebasoovitava nähtuse vältimiseks tuleb dreenidele anda nende suudmeosas suurem lang.

Tabelis 3 viimasena toodud näites on langu vähenemine tähtsusetu, kolmandas näites seevastu suur. Põhjus seisab selles, et neljandas näites nimetatud dreenide kaevikud kaevati vahetult pärast lahtise kogujakraavi kaevamist, kolmandas näites märgitud dreenid aga 9—10 kuud hiljem.

2. Turba mõningad füüsikalised omadused ja nende muutumine seoses kuivendamisega

Soo vajumisel turvas tiheneb — sama pinnasemass paigutub ümber väiksemasse ruumalasse. Järelikult väheneb vajumise käigus turba poorsus ja suureneb tema mahukaal.

Pärast soo kuivendamist suureneb turba lagundumise intensiivsus, millega kaasneb turbaosakeste peenenemine, pooride mõõtmete vähenemine ja mahukaalu suurenemine.

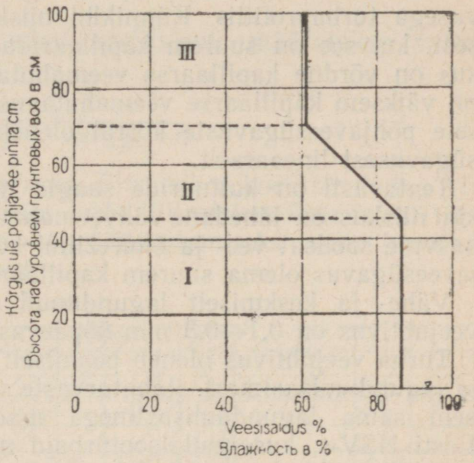
Soo kuivendamisele järgneva turba vajumise ja lagundumise käigus muutuvad ka teised turba füüsikalised omadused; suureneb

erikaal, maksimaalne molekulaarne ja kapillaarne veemahutavus, kapillaartõusu kõrgus, väheneb täielik veemahutavus, veeloovutavus ja veejuhtivus. Füüsikaliste omaduste muutumine on eriti intensiivne vahetult pärast kuivendamist.

Aja jooksul nende protsesside intensiivsus väheneb, kuni turba omadused lõpuks stabiliseeruvad. Füüsikaliste omaduste esialgse järsu muutuse põhjuseks on turba vajumine, edasise aeglase muutumise põhjuseks aga turba lagundumine.

Füüsikaliste omaduste muutumine oleneb ka kuivenduse intensiivsusest — mida intensiivsem on kuivendus, seda suurem ja intensiivsem on ka turba omaduste muutumine.

Joonisel 1 on kujutatud turbale omane mullavee paiknevus pinnaseprofiilis ülalpool põhjaveepinda. Alates põhjaveepinnast kuni teatud kõrguseni on turba veesisaldus praktiliselt konstantne ja võrdub kapillaarse veemahutavusega — I tsoon. Seda tsooni võime nimetada kapillaarse veemahutavusega tsooniks.



Joonis 1. Mullavee paiknemine turba profiilis.

Рис. 1. Распределение влаги в торфянике.

Kapillaarse veemahutavuse tsoonist ülespoole turba veesisaldus väheneb pidevalt kuni väliveemahutavuseni — väheneva veesisaldusega tsoon II. Tsoonis III (väliveemahutavuse tsoon) sõltub turba veesisaldus ainult klimaatilistest tingimustest, mitte aga põhjaveesügavusest: aurumise ja transpiratsiooni tõttu on veesisaldus siin väiksem, pärast sademeid allapoole valguva gravitatsioonivee korral aga suurem väliveemahutavusest.

Vähe- ja keskmiselt lagundunud madalsooturvaste kapillaarne veemahutavus moodustab 85—90%, väliveemahutavus aga keskmiselt 60% pinnase mahust.

Kuna pinnase veesisaldus oleneb põhjaveesügavusest ainult kuni väliveemahutavuse tsoonini, siis on kapillaartõusu kõrgus võrdne I ja II tsooni kõrguste summaga. Nii kapillaarse veemahutavuse tsooni kõrgus kui ka kapillaartõusu kõrgus olenevad turba lagundumisastmest ja kuivenduse kestusest; lagundumisastme ja kuivenduse kestuse suurenedes need kõrgused suurenevad. Nii oli J. Eiseni uurimisandmete järgi Toomal 30%-lise lagundumisastmega madalsooturbas 7 aastat pärast kuivendamist kapillaarse

veemahutavuse tsooni kõrgus 20 sm ja kapillaartõusu kõrgus 45 sm, samas rajoonis «Bolševiku» kolhoosis rohkem kui 20 aastat tagasi kuivendatud 45%-lise lagundumisastmega madalsoos aga vastavalt 80 ja 100 sm. Ilmneb ka sõltuvus kuivenduse intensiivsusest. Oidrema sovhoosi 25—30%-lise lagundumisastmega madalsoos oli viiendal aastal pärast kuivendamist kapillaarse veemahutavuse tsooni kõrgus dreenide vahelaiuste 30, 80 ja 120 m puhul vastavalt 50, 40 ja 35 sm.

Nagu näitavad mõõtmisandmed, on kuivendatud soodes künnikihi niiskuse olenevus põhjaveesügavusest analoogne vee paiknevusega turbaprofiilis. Künnikihi niiskus ei olene põhjaveesügavusest, kui see on suurem kapillaartõusu kõrgusest. Künnikihi niiskus on võrdne kapillaarse veemahutavusega, kui põhjaveesügavus on väiksem kapillaarse veemahutavuse tsooni kõrgusest. Vahepealsete põhjaveesügavuste korral oleneb künnikihi niiskus põhjaveesügavusest lineaarselt.

Teatavasti on kultuuride saagid maksimaalsed siis, kui künnikihi niiskus on lähedane väliveemahutavusele. Et kindlustada taimekasvule soodsat vee- ja õhurežiimi künnikihis, peab keskmine põhjaveesügavus olema suurem kapillaartõusu kõrgusest.

Vähe- ja keskmiselt lagundunud madalsooturvaste kapillaarne veejuhtivus on 0,1—0,3 mm ööpäevas ehk 3—10 mm kuus.

Turba veejuhtivus oleneb peamiselt turba botaanilisest koostisest ja lagundumisastmest. Rabaturvaste veejuhtivus on tunduvalt väiksem sama lagundumisastmega madalsooturvaste veejuhtivusest. Eesti NSV-s, kus madalsooturbaid moodustavad peamiselt tarnad ja pilliroog, oleneb madalsooturba veejuhtivus peamiselt tema lagundumisastmest. Kuivendamata pillirooturba lasundite veejuhtivus on mõnevõrra suurem kui teistel turbaliikidel. Pärast soo kuivendamist see vahe aga väheneb. Tabelis 4 esitatakse kuivendatud madalsooturvaste keskmised filtratsioonikoefitsiendid olenevalt turba lagundumisastmest 1 m sügavusel asuva kihi kohta.

Tabel 4

Madalsooturvaste keskmised filtratsioonikoefitsiendid olenevalt turba lagundumisastmest

Lagundumisaste %	30	40	50	60
Filtratsioonikoefitsient $k_{1,0}$ sm/sek.	0,0013	0,0007	0,00035	0,00012

10—20% lagundumisastmega kuivendatud rabaturbalasundite filtratsioonikoefitsiendid 1 m sügavusel on 0,0003—0,0001 sm/sek.

Filtratsioonikoefitsiendid on arvutatud Erkini valemi järgi.

Turbalasundi sügavuses suureneb rõhk allpool asuvatele kihtidele. Tavaliselt suureneb sügavuses ka turba lagundumisaste. Seo-

ses sellega väheneb lasundis turbakihi sügavuse suurenedes tema veejuhtivus. Ühtlase stratigraafilise ehitusega lasundi filtratsioonikoefitsiendi muutumist lasundi sügavuses võib iseloomustada valemiga [8]:

$$k_\tau = \frac{k_{\tau_0}}{10^{\alpha(\tau-\tau_0)}}, \qquad [8]$$

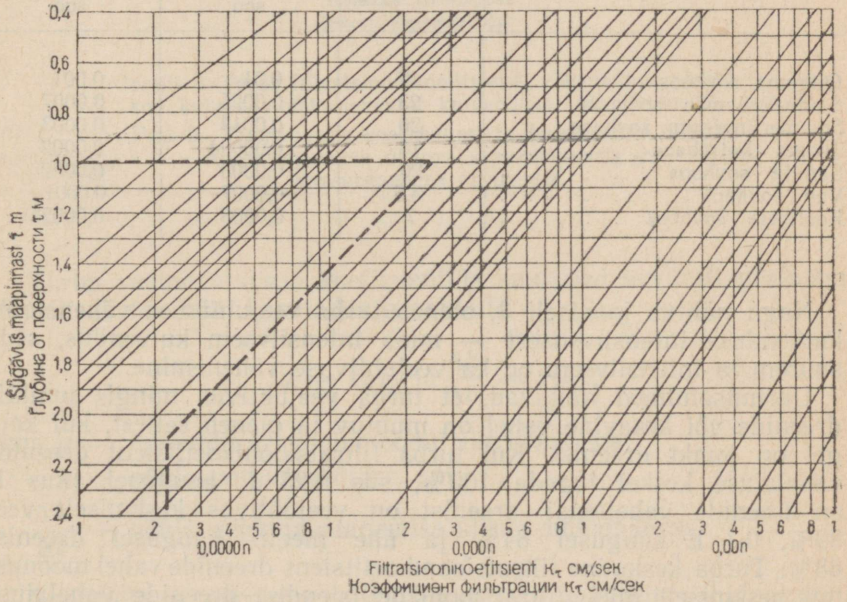
kus k_τ — turba filtratsioonikoefitsient sm/sek. otsitavas sügavuses τ meetrit;

k_{τ_0} — sügavusel τ_0 meetrit määratud turba filtratsioonikoefitsient sm/sek.;

α — turvast iseloomustav koefitsient, määratakse valemi [9] järgi:

$$\alpha = \frac{1}{10^{0,32+0,06\tau_0}\, k_{\tau_0}^{\,0,10}}. \qquad [9]$$

Teades sügavusel τ_0 määratud filtratsioonikoefitsienti k_{τ_0}, võib valemite [8] ja [9] abil määrata turba filtratsioonikoefitsienti igas soovitavas sügavuses. Arvutuste lihtsustamiseks võib kasutada joonisel 2 toodud nomogrammi.



Joonis 2. Nomogramm turba filtratsioonikoefitsiendi määramiseks lasundis. Näide: $k_{1,0} = 0{,}00024$ sm/sek.; $k_{2,1} = 0{,}000022$ sm/sek.

Рис. 2. Номограмма для определения коэффициента фильтрации торфяной залежи.

Пример: $\kappa_{1,0} = 0{,}00024$ см/сек.; $\kappa_{2,1} = 0{,}000022$ см/сек.

Valemid [8] ja [9] on kehtivad, kui $\tau_0 > 0{,}4$ m, sest turbalasundi ülemise — künnikihi — veejuhtivus sõltub peamiselt agrotehnikast ning klimaatilistest tingimustest ja muutub aasta jooksul, sõltumata allpool asuva turba veejuhtivusest. Valemi [8] keskmine ruutviga on $\pm 16\%$. Turbalasundi kihilise ehituse korral, kui rabaturba all asub madalsooturvas või kui turbas esineb maetud puitu, valem [8] ei ole kehtiv.

Nagu eespool märgitud, väheneb turba veejuhtivus seoses soo kuivendamisega. Tabelis 5 esitatakse mõned 1 m sügavusel mõõdetud filtratsioonikoefitsiendid kuivendamata ja kuivendatud soodes. Toodud andmete kohaselt vähenes turba veejuhtivus keskmiselt 5,1 korda.

Tabel 5

Turba veejuhtivuse vähenemine pärast soo kuivendamist

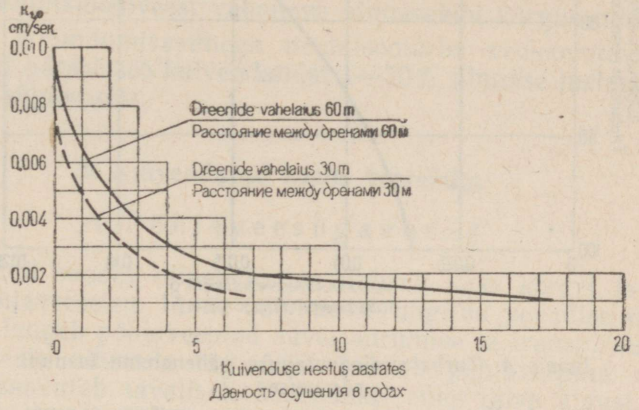
Soo asukoht	Kuivenduse kestus aastates	Filtratsioonikoefitsient $k_{1,0}$ sm/sek.	
		kuivendamata soo	kuivendatud soo
Oidrema sovhoos	17	0,01	0,001
Saida-Rehemäe sovhoos . . .	23	0,0025	0,0007
Sommerlingi-nim. sovhoos . . .	20	0,0013	0,0003
Tooma katsebaas	18	0,00094	0,0002
Sandla sovhoos	20	0,0008	0,0002
Vao sovhoos	3,5	0,0007	0,0001
Kostivere sovhoos	7	0,0005	0,00025

Nagu nähtub jooniselt 3, oleneb turba veejuhtivuse vähenemine kuivenduse intensiivsusest — mida intensiivsem kuivendus, seda suurem ja intensiivsem on ka veejuhtivuse vähenemine.

Uurimisandmed näitavad, et turba veejuhtivus mingis punktis dreenide või kraavide vahel on muutuv ja oleneb sellest, kui kaugel on punkt dreenist. Kui turba filtratsioonikoefitsient dreenide vahelaiuse keskel lugeda 100%, siis 0,25 E kaugusel (kus E on dreenide vahelaius) dreenist on veejuhtivus keskmiselt veel 89%, 0,1 E kaugusel 84% ja ühe meetri kaugusel dreenist 68%. Turba keskmine filtratsioonikoefitsient dreenide vahel moodustab keskmiselt 88% filtratsioonikoefitsiendist dreenide vahelaiuse keskel. Nimetatud nähtuse põhjustab asjaolu, et dreenide (või kraavide) läheduses on põhjaveesügavus ja sellest tulenevalt ka surve pinnases suurem kui kuivendajate vahelaiuse keskkohas.

Intensiivne vee voolamine dreenidest kevadise lumesulamise ajal, kui turvas on veel külmunud, ja samuti külmunud turba filtratsioo-

nikoefitsientide määramised näitavad, et ka külmunud turvas on vettjuhtiv. Seejuures oleneb tema veejuhtivus turba veesisaldusest külmumise ajal. Mida intensiivsem on olnud kuivendus, s. t. mida väiksem on turba veesisaldus külmumise ajal, seda suurem on külmunud turba veejuhtivus. Üldiselt on aga külmunud turba veejuhtivus palju kordi väiksem külmumata turba veejuhtivusest.



Joonis 3. Turba filtratsioonikoefitsiendi vähenemine pärast soo kuivendamist olenevalt kuivenduse intensiivsusest.

Рис. 3. Уменьшение коэффициента фильтрации торфа после осушения болота в зависимости от интенсивности осушения.

Turba veeloovutavuse koefitsientide suurused arvutati grafoanalüütilisel meetodil, kasutades graafikuid

$$q = f(h) \text{ ja } \frac{\Delta h}{\Delta t} = f(h),$$

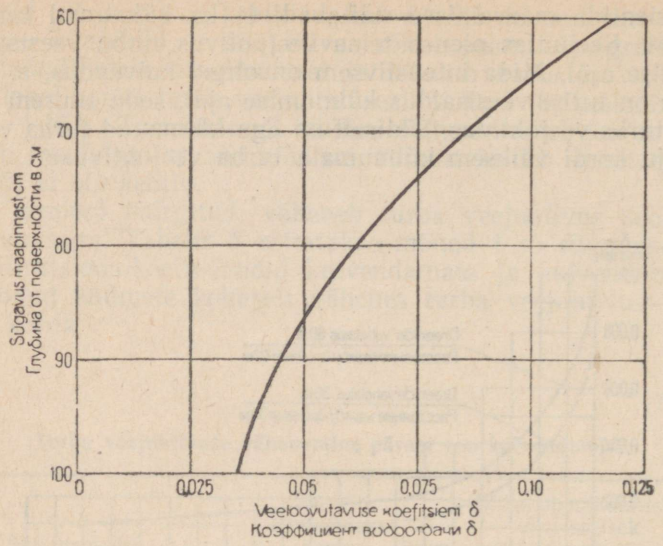
kus q — dreenide äravoolumoodul liitrit/sek. ha;

h — põhjavee survekõrgus sm;

$\frac{\Delta h}{\Delta t}$ — põhjaveepinna alanemise kiirus sm/ööpäevas.

Sademete ja aurumise elimineerimiseks määrati põhjaveepinna alanemise kiirused varakevadel ja hilissügisel sademeteta perioodidel.

Nii saadud andmetest selgub, et turba veeloovutavus väheneb lasundi sügavuses (joonis 4) ja pärast kuivendamist (tabel 6) ning et veeloovutavuse vähenemine oleneb ka kuivenduse intensiivsusest (tabel 7).



Joonis 4. Turba veeloovutavuse vähenemine lasundi sügavuses.

Рис. 4. Уменьшение водоотдачи по глубине залежи.

Tabel 6

Turba veeloovutavuse koefitsient δ olenevalt kuivenduse kestusest
(dreenide vahelaius 30 m)

Kuivenduse kestus	6 kuud	2 aastat	5 aastat
Veeloovutavuse koefitsient δ	0,123	0,025	0,014
Filtratsioonikoefitsient *k* sm/sek.	0,008	0,006	0,0015

Tabel 7

Turba veeloovutavuse koefitsient δ olenevalt kuivenduse intensiivsusest
(6 kuud pärast soo kuivendamist)

Dreenide vahelaius m	30	45	60
Veeloovutavuse koefitsient δ	0,123	0,133	0,146
Filtratsioonikoefitsient *k* sm/sek.	0,008	0,0092	0,0095

Andmed tabelites 6 ja 7 on toodud 0,8 m sügavusel asuva kihi kohta.

Kirjeldatud meetodil arvutatud turba veeloovutavuse väärtused osutusid tunduvalt suuremaks A. J. Ivitski tuntud valemi

$$\delta = 8{,}2k^{3/8}H^{3/4}$$

põhjal arvutatust. Nimetatud valemis on

k — filtratsioonikoefitsient m/sek.;

H — gravitatsiooniveest vabaneva pinnasekihi kõrgus meetrites.

30%-lise lagundumisastmega madalsooturba veeloovutavus on 3.—5. aastal pärast soo kuivendamist 1—10% pinnase mahust, olenevalt kihi sügavusest.

3. Kuivendatud soode veerežiim

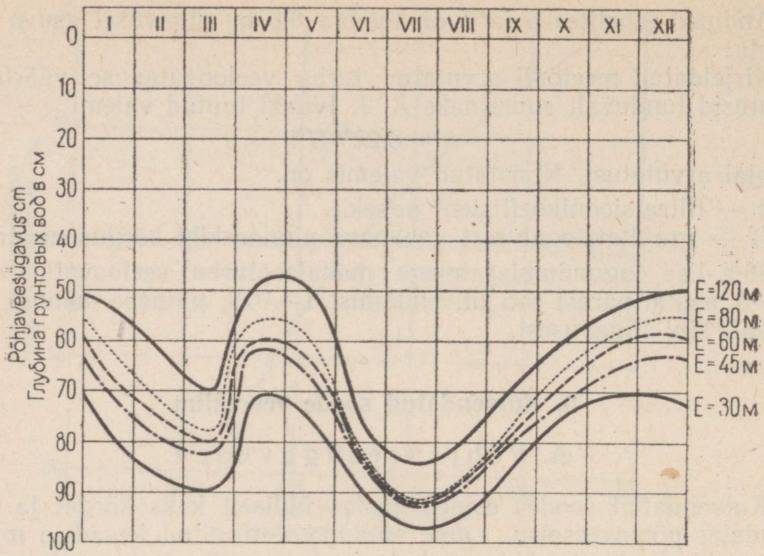
A. Põhjaveesügavused

Kuivendatud soodes esineb aastas üldiselt kaks kõrget ja kaks madalat põhjaveeseisu. Lume sulamisest tingitud kevadise maksimumi järel langeb põhjaveepind suvel aurumise ja transpiratsiooni tõttu. Sügiseste vihmade tagajärjel hakkab põhjaveepind uuesti tõusma ja saavutab tavaliselt kõrgpunkti enne talve algust. Talvise äravoolu ja vee ümberpaiknemise tõttu külmunud pinnasekihti ta jällegi langeb (joonis 5). Kirjeldatud põhjaveepinna käik kordub aastast aastasse. Erinevad on aga põhjaveepinna kõikumiste amplituudid ja tähtajad, mis olenevad konkreetsetest klimaatilistest tingimustest.

Nii kevadise kui ka sügisese maksimumi ajal on keskmised põhjaveesügavused praktiliselt võrdsed. Sageli esineb aasta kõrgeim põhjaveeseis isegi vegetatsiooniperioodi viimastel kuudel — septembris ja oktoobris, nagu see oli Oidremal 1952., 1954., 1956. ja 1957. a. Nimetatud aastail oli vegetatsiooniperioodi sademete summa tõenäosus väiksem kui 28%.

Suvisel poolaastal oleneb kuivendatud soode põhjaveerežiim suurel määral aurumisest. Kevadel alaneb põhjaveepind dreenide tasemele (joonisel 5—90—95 sm) 2—4 korda kiiremini kui talvel, millal põhjaveepinna alanemise põhjuseks on mullavee ümberpaiknemine külmumise mõjul, ja äravool. Põhjaveepinna alanemine suvel allapoole dreene toimub ainult tänu aurumisele ja transpiratsioonile. Vaatamata sademete suurenemisele ja aurumise vähenemisele augustis on sel ajal keskmised põhjaveesügavused ainult 1—3 sm väiksemad kui juulis (joonis 5). Viimati mainitud nähtuse põhjuseks on turba veemahutavus — suurem osa augustikuu sademetest kasutatakse turba niiskusevarude taastamiseks.

Põhjaveerežiimi olenevus aurumisest on põhjuseks, miks põhjaveepind asub suvisel poolaastal sügavamal kui talvisel poolaastal (tabel 8), kuigi suvised sademed ületavad talvised ligi kahekordselt.



Joonis 5. 1951.—1958. a. keskmised kuukeskmised põhjaveesügavused olenevalt dreenide vahelaiusest Oidrema katsealal.

Рис. 5. Средние за 1951—1958 гг. среднемесячные глубины грунтовых вод в зависимости от расстояния между дренами на опытном участке в «Ойдрема».

Tabel 8

Suvise ja talvise poolaasta keskmised põhjaveesügavused (sm) aastail 1951—1955 Oidremal

Periood	Dreenide vahelaius m				
	30	45	60	80	(120)
Suvine (V—X)	95	89	88	86	78
Talvine (XI—IV)	83	76	73	69	59
Põhjaveesügavuste vahe	12	13	15	17	19

Põhjaveesügavus oleneb kuivenduse intensiivsusest — suurema dreenide vahelaiusega aladel asub põhjaveepind maapinnale lähemal. See olenevus ei ilmne aga mitte alati ja ühesuguselt. Erineva dreenide vahelaiusega aladel on põhjaveesügavuste intervall suvel sügava põhjaveeseisu ajal minimaalne ja suureneb vastavalt põhjaveepinna kerkimisele (joonis 5). Mida kõrgem on põhjaveeseis, seda ilmekam on ka põhjaveesügavuste olenevus kuivenduse inten-

siivsusest. Nähtuse põhjuseks on, nagu juba eespool märgitud, aurumine ja turbapinnase veemahutavus. Kuna mõlemad tegurid olenevad peamiselt klimaatilistest tingimustest, mitte aga kuivenduse intensiivsusest, siis ilmneb põhjaveesügavuste olenevus kuivenduse intensiivsusest just perioodil, millal aurumine ja veemahutavus ei mõju — talvel, varakevadel ja hilissügisel, s. o. kõrge põhjaveeseisuga perioodidel.

Selle tulemusena, et erineva dreenide vahelaiusega aladel põhjaveesügavuste intervall põhjaveepinna tõustes suureneb, on ka põhjaveepinna kõikumise amplituud seda suurem, mida suurem on dreenide vahelaius (tabel 9).

Tabel 9

Kuukeskmiste põhjaveesügavuste keskmine amplituud (sm) 1951.—1955. a. olenevalt kuivenduse intensiivsusest Oidremal

Periood	Dreenide vahelaius m				
	30	45	60	80	(120)
I—XII	49	55	60	66	70
V—X	38	42	47	53	54

Põhjaveerežiim on seda ühtlasem, mida intensiivsem on kuivendus.

Suured erinevused põhjaveesügavustes üksikuil aastail näitavad põhjaveerežiimi olenevust klimaatilistest tingimustest. Kuna põhjaveesügavused olenevad peale sademetehulga veel nende jaotusest, aurumisest, transpiratsioonist ja turba veemahutavusest, aga ka veejuhtivuse muutumisest aasta jooksul, seega teguritest, mis võivad igal aastal olla erinevad, ei õnnestunud määrata kindlat seost sademete ja põhjaveesügavuste vahel.

Võrreldes vegetatsiooniperioodi keskmisi põhjaveesügavusi Oidrema katseväljakul aastail 1952, 1954 ja 1956, millal sademeid oli praktiliselt ühepalju ega esinenud ka olulisi erinevusi sademete jaotuses, ilmneb, et keskmised põhjaveesügavused aasta-aastalt vähenevad (tabel 10).

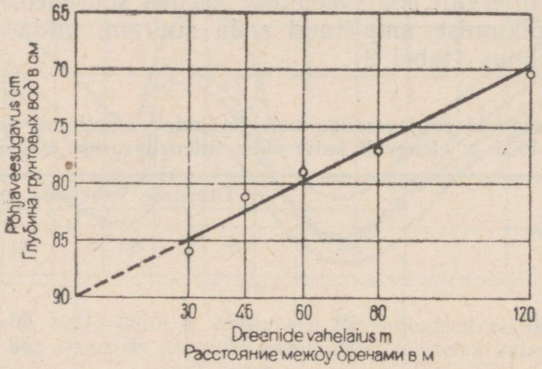
Tabel 10

Vegetatsiooniperioodi (V—X) keskmised põhjaveesügavused (sm) 1952., 1954. ja 1956. a. Oidremal

Aasta	Sademed V—X mm	Dreenide vahelaius m				
		30	45	60	80	(120)
1952	511	93	84	82	79	70
1954	495	80	74	74	73	67
1956	512	72	64	61	57	53

Nähtuse põhjuseks on turba veejuhtivuse vähenemine pärast soo kuivendamist 1950. a.

Võrreldes sama-aegseid põhjaveesügavusi Oidremal ja Tooma katsebaasis Veldingsoos selgub, et viimases on põhjaveesügavused tunduvalt väiksemad: 1952.—1956. a. vegetatsiooniperioodide keskmisena on põhjaveesügavuste vahe dreenide vahelaiuste 30, 45 ja 60 m puhul vastavalt 32, 33 ja 40 sm.



Joonis 6. 1951.—1958. a. vegetatsiooniperioodide keskmised põhjaveesügavused Oidrema katsealal.

Рис. 6. Средние за вегетационные периоды (1951—1958 гг.) глубины грунтовых вод на опытном участке в «Ойдрема».

Joonisel 6 on toodud suvise poolaasta (V—X) keskmised põhjaveesügavused 1951.—1958. a. olenevalt dreenide vahelaiusest Oidremal. Nähtub, et dreenide vahelaiuse suurenemisel 15 m võrra väheneb suvine keskmine põhjaveesügavus ainult umbes 2,5 sm võrra. Veldingsoos väheneb aga suvine keskmine põhjaveesügavus dreenide vahelaiuse suurenedes 15 m võrra keskmiselt 10 sm, s. o. 4 korda rohkem kui Oidremal. Põhjuseks on asjaolu, et Oidremal on dreenide sügavus 20—25 sm, dreenide alla jääva turbakihi tüsedus 2 korda ja ka turba veejuhtivus keskmiselt 2 korda suuremad kui Veldingsoos. Põhjaveesügavuse nõrk olenevus dreenide vahelaiusest Oidremal on tingitud ka sellest, et seal on turba veejuhtivus suurema dreenide vahelaiusega aladel suurem. Viimane tuleneb turba veejuhtivuse vähenemise dünaamika olenevusest kuivenduse intensiivsusest. Veldingsoos aga, kus erineva vahelaiusega drenaaž rajati umbes 40 aastat pärast soo esialgset kuivendamist lahtiste kraavidega, on turba veejuhtivus igal pool ühtlane.

Oidremal on kõigi teiste tingimuste võrdsuse korral alal, kus turba veejuhtivus on 4 korda suurem, põhjavesi keskmiselt 20 sm võrra sügavamal.

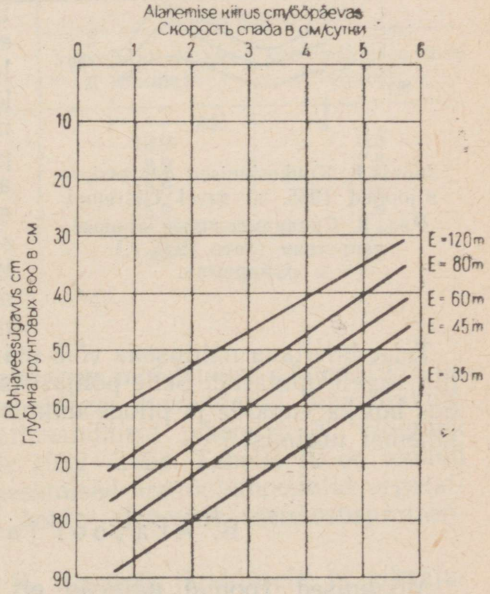
Toodud näited tõendavad, et samade kliimatingimuste ja dreenide vahelaiuste korral oleneb põhjaveesügavus lasundi sügavusest, dreenide sügavusest ja turba veejuhtivusest.

Selle tagajärjel, et põhjaveerežiim oleneb peale kuivenduse intensiivsuse veel aurumisest ja turba veemahutavusest, on ka põhjaveepinna tõusukoefitsientide (põhjaveepinna tõusu suhe sademetesse) väärtused erinevad ning olenevad konkreetsetest klimaatilistest tingimustest. Esineb juhte, kus põhjaveepinna tõusukoefitsient on negatiivne või null — vaatamata sademetele põhjaveepind langeb või püsib. Juhtudel, kui sademed põhjustasid suvisel poolaastal põhjaveepinna tõusu, olid Oidremal põhjaveepinna tõusukoefitsiendid 1952.—1956. a. perioodil keskmiselt järgmised:

Dreenide vahelaius	30 m	— 2,9
„ „	45 m	— 3,2
„ „	60 m	— 3,3
„ „	80 m	— 3,4
„ „	(120) m	— 3,8

Seoses pinnase niiskusevarude täienemise ja turba veemahutavusest tingitud akumulatsiooni vastava vähenemisega sügisel suureneb põhjaveepinna tõusukoefitsient. Nii põhjustab Oidremal 1 mm sademeid novembris 4,7—5,9 mm ja detsembris 7,8—10 mm põhjaveepinna tõusu, olenevalt dreenide vahelaiusest.

Põhjaveepinna alanemise kiirus oleneb kuivenduse intensiivsusest, põhjavee survekõrgusest, pinnase veeloovutavuse koefitsiendist ja klimaatilistest tingimustest. Joonisel 7 on toodud põhjaveepinna alanemise kiirus maikuus, kui ei esinenud sademeid ja pinnas oli täielikult sulanud, olenevalt dreenide vahelaiusest Oidremal. Sademete ja külmunud pinnasekihi sulamise korral põhjaveepinna alanemise kiirus

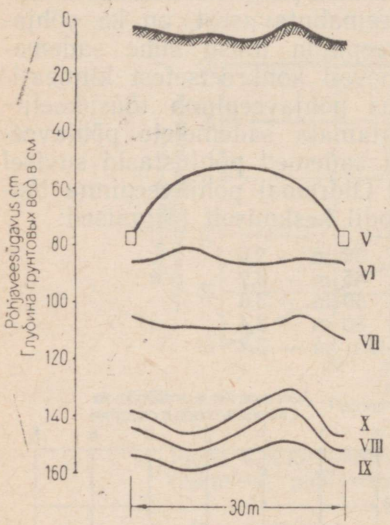


Joonis 7. Põhjavee alanemise kiirus maikuus olenevalt dreenide vahelaiusest Oidrema katsealal.

Рис. 7. Зависимость скорости спада уровней грунтовых вод в мае от расстояния между дренами на опытном участке в «Ойдрема».

väheneb, sest mõlemad nimetatud tegurid on lisatoitumise allikaks põhjaveepinna alanemisel eralduva vee kõrval. Aurumine seevastu suurendab põhjaveepinna alanemise kiirust.

Põhjaveepinna alanemise kiiruse komplitseeritud olenevus paljudest teguritest on põhjuseks, miks põhjaveepinna alanemise kiirusel põhinevad dreenide vahelaiuse määramise valemid pole praktiliselt kasutatavad.



Joonis 8. Kuukeskmised depressioonijooned 1955. a. suvel Oidremal.
Рис. 8. Среднемесячные кривые депрессии (лето 1955 г.) в «Ойдрема».

1955. a. põuasel suvel, kui põhjaveepind asus allpool dreene, suurenes põhjaveesügavus nii Tooma, Oidrema kui ka Saida sovhoosi Rehemäe osakonna katseväljakul kiirusega keskmiselt 1,0 sm/ööpäevas.

Nagu nähtub jooniselt 8, on põhjaveepind suvel, kui ta asub allpool dreene, kõverpind, mis üldiselt jälgib maapinda, mitte aga horisontaalne tasapind. Et taoline põhjaveepinna kuju ei esine mitte ainult põhjaveepinna langemisel, vaid ka kerkimisel, kui infiltratsioon ületab aurumise, siis on see seletatav ainult põhjavee liikumiseks vajaliku algsurvega ehk alggradiendiga: aurumise intensiivsuse olenevusest põhjaveesügavusest tingitud põhjaveepinna kõverused säilivad, kuna need on väiksemad turba alggradiendist.

Teise huvitava nähtusena võib märkida asjaolu, et soodes on dreenid sageli uputatud. Selle põhjuseks võib olla nii torude suur karedus kui ka vuukide ja pilude ummistumine turbaga. Küsimus vajab lähemat uurimist.

B. Äravool ja aurumine

Mõõtmised Toomal näitasid, et kuivendatud soost on äravool suurem kui looduslikus seisundis olevast soost. Nii oli 1952. a. sademeterikkal suvel maist oktoobrini (suviste sademete esinemise tõenäosus 4%) keskmine äravoolumoodul kuivendatud soost 14,1 liitrit/sek. km², kuivendamata soost aga 9,6 liitrit/sek. km². Äärmiselt põuasel 1951. aastal, millal vegetatsiooniperioodi sademete tõenäosus oli Toomal 96%, moodustas vegetatsiooniperioodi keskmine äravoolumoodul kuivendatud soost 1,5 liitrit/sek. km², kuiven-

damata soost aga 1,8 liitrit/sek. km². Seega oli põuasel aastal äravool looduslikust soost veidi suurem kui kuivendatud soost. Analoogilised on andmed äravoolu kohta ka Leivajõe vesikonda kuuluvast Suursoost. Põuasel 1955. a. olid vegetatsiooniperioodi keskmised äravoolumoodulid nii kuivendatud (Soone) kui ka looduslikust soost (Salu) praktiliselt võrdsed — vastavalt 6,6 ja 6,0 liitrit/sek. km². Sademeterikkal 1956. a. suvel aga ületas äravool kuivendatud soost tunduvalt loodusliku soo äravoolu — vegetatsiooniperioodi keskmised äravoolumoodulid olid vastavalt 14,8 liitrit/sek.km² ja 10,0 liitrit/sek.km².

Toodud andmed lubavad eeldada, et äravoolu suurenemine kuivendatud soost on seda suurem, mida väiksem on äravoolu tõenäosus ehk mida sademeterikkam on aasta. Tabelis 11 esitatakse aastakeskmised äravoolumoodulid kuivendatud ja kuivendamata vesikondadest Suursoos.

Tabel 11

Aastakeskmised äravoolumoodulid liitrit/sek.km² Suursoos Hüdrometeoroloogia Teenistuse Valitsuse andmeil

Aasta	Sademeid mm	Äravoolumoodulid	
		kuivendatud soos (Soone)	kuivendamata soos (Salu)
1954	740	10,9	9,6
1955	630	9,9	7,8
1956	730	16,0	11,4
1957	780	15,9	11,6
1958	510	7,5	5,4
Keskmine	680	12,0	9,2

Saida sovhoosi Rehemäe osakonnas mõõdetakse alates 1952. a. äravoolu 47 ha suuruselt dreenidega kuivendatud sooväljakult. Kasutades hüdrometeetrilisi vaatlusandmeid pikendas K. Hommik need äravooluandmed perioodile 1922—1954. Tabelis 12 on toodud Rehemäe kuivendatud soo kuukeskmised äravoolumoodulid vegetatsiooniperioodi üksikute kuude kohta olenevalt tõenäosusprotsendist.

Nende andmete alusel tuleb K. Hommik järeldusele, et pikaajaline aastakeskmine äravoolumoodul intensiivselt kuivendatud soodest on keskmiselt 2,1 liitrit/sek.km² võrra suurem pikaajalisest aastakeskmisest klimaatilisest äravoolumoodulist.

Ööpäevaste äravoolu moodulkoefitsientide keskmised väärtused Rehemäel vegetatsiooniperioodi üksikute kuude kohta olenevalt tõenäosusprotsendist on toodud tabelis 13.

Tabel 12

Vegetatsiooniperioodi kuukeskmised äravoolumoodulid (liitrit/sek.km²) Rehemäel, olenevalt tõenäosusprotsendist

Kuu	Tõenäosusprotsent				
	5	10	20	50	90
Mai	24,0	18,0	13,9	6,7	2,2
Juuni	17,8	13,1	7,7	2,5	1,0
Juuli	16,4	11,3	6,9	1,3	0,5
August	27,9	21,2	10,5	2,1	0,6
September	21,6	16,8	11,8	4,0	0,5
Oktoober	34,8	27,6	22,2	10,8	1,2
Keskmine (V—X)	18,6	15,5	12,0	6,7	2,4

Tabel 13

Ööpäevased keskmised äravoolu moodulkoefitsiendid vegetatsiooniperioodi üksikute kuude kohta Rehemäel, olenevalt tõenäosusprotsendist

Kuu	Tõenäosusprotsent				
	5	10	20	50	90
Mai	2,55	2,08	1,54	0,81	0,36
Juuni	2,16	1,86	1,46	0,82	0,48
Juuli	2,42	2,00	1,54	0,88	0,48
August	3,05	2,20	1,52	0,65	0,36
September	2,10	1,75	1,39	0,90	0,51
Oktoober	1,90	1,55	1,32	0,92	0,56

Tabeli andmed iseloomustavad drenaaži äravoolu jaotust kuu jooksul. Toodud andmeist järeldub, et ööpäevaste drenaaži äravoolumoodulite tõenäosuskõverad on vasakpoolse asümmeetriaga, s. t. esinevad üksikud kõrged tipud, kuna sagedamini esinevad äravoolumoodulid on väiksemad kuu keskmisest. Eriti silmatorkav on see augustis.

Kuna äravool soode veebilansis suureneb seoses kuivendamisega, sademed jäävad aga endisteks, siis võiks oletada, et aurumine väheneb pärast soo kuivendamist. Mõõtmisandmed näitavad aga vastupidist — aurumine kuivendatud soost on tunduvalt suurem kui looduslikust soost. K. Hommiku arvutuste andmeil moodustab pikaajaline keskmine aurumine kuivendatud soost Toomal 394 mm,

looduslikust soost aga 314 mm aastas. Seega suureneb aurumine seoses soo kuivendamisega keskmiselt 80 mm e. 25% võrra.

E. Tamm mõõtis 1956.—1958. a. Oidremal kiirgusbilansi järgi aurumist kuivendatud ja looduslikust soost. Andmed esitatakse tabelis 14.

Tabel 14

Aurumine kuivendatud ja looduslikust soost Oidremal E. Tamme andmeil

Aasta	Vaatlusperiood	Suvise poolaasta sademete tõenäosus %	Sademeid vaatlusperioodil mm	Aurumine mm		Aurumine kuivendatud soost ületab aurumise looduslikust soost mm
				kuivendatud soost	looduslikust soost	
1956	1. VI—20. IX	18	375	325	195	130
1957	20. V—31. X	28	404	410	300	110
1958	20. V—31. X	93	233	400	—	—

Drenaaži äravoolu mõõtmised Toomal näitavad, et äravool sõltub kuivenduse intensiivsuset: mida sügavamad on dreenid, seda suurem on ka äravool. Nii oli 1. maist kuni 1. detsembrini I. Eiseni andmeil keskmine äravoolukiht aastail 1934—1939 nn. vanal kuivenduskatsel 70 sm sügavusele asetatud dreenidest 268 mm, 120 sm sügavusele asetatud dreenidest aga 380 mm, seega 112 mm e. 42% võrra suurem. Samas veeolude reguleerimise katses moodustas 1952. a. äravoolukiht keskmiselt 66 sm sügavustest dreenidest 282 mm, keskmiselt 91 sm sügavustest dreenidest aga 507 mm. Ka Oidrema katsealal 1955/56. a. talvel erineva kuivenduse intensiivsusega drenaažisüsteemidest mõõdetud äravoolu andmed näitavad äravoolu olenevust kuivenduse intensiivsusest (tabel 15).

Tabel 15

Äravool dreenidest 1. XI 1955 kuni 15. IV 1956 olenevalt kuivenduse intensiivsusest Oidremal

Dreeni vesikonna pindala ha	Dreenide		Äravoolukiht dreenist mm
	vahelaius m	sügavus m	
0,40	30	1,00	180
0,50	37,5	1,00	156
0,60	45	0,91	140
0,71	52,5	0,98	164
0,81	60	1,10	158
1,20	70	1,01	120

Võib oletada, et dreenide ühtlase sügavuse korral ilmneks äravoolu olenevus kuivenduse intensiivsusest tabelis 15 veel paremini — äravool 45 m vahelaiusega dreenidest suureneks, 60 m vahelaiusega dreenidest aga väheneks.

Äravoolu ja aurumise suurenemine pärast soo kuivendamist ning selle suurenemise olenevus üksikute aastate veerohkusest ning äravoolu olenevus kuivenduse intensiivsusest näitavad, et kõigil vaadeldud objektidel (Tooma, Oidrema, Rehemäe, Suursoo) tekib seoses soo kuivendamisega täiendav põhjaveetoitumine. Olemasolevail andmeil on täiendava põhjaveetoitumise suuruseks keskmiselt 130—150 mm aastas. Sademeterikkal 1956. ja 1957. a. ulatus see aga kuni 200 millimeetrini.

Ilmselt muutub juba väljakujunenud põhjaveerežiim soo kuivendamisel. Põhjaveepinna alandamisel rikutakse senine tasakaaluseisund ja loodud põhjaveepindade nivoode vahe tõttu kontsentreerub ümbritsevate alade põhjaveevool soo kuivendatud osasse. Ühtlasi näitab see, et madalsood on otseses ühenduses ümbritsevate alade põhjaveega.

4. Dreenide vahelaius

Soode kuivendamisel on meil dreenide vahelaiuseks võetud tavaliselt 30—40 m, arvestamata seejuures dreenide sügavust, turbalasundi tüsedust ja omadusi.

Lähtudes turba veejuhtivuse vähenemise seaduspärasusest [8] lasundi sügavuses, tuletati valem dreenide vahelaiuse määramiseks turbapinnastes

$$E = 5530\beta\sqrt{\frac{k_{dr}}{\alpha q}\left(\frac{10^{\alpha h_1} - 1}{2{,}3\alpha} - h_1 10^{-\alpha a}\right)}, \qquad [10]$$

kus

E — dreenide vahelaius meetrites;
k_{dr} — turba filtratsioonikoefitsient sm/sek. dreenide sügavusel;
h_1 — põhjavee survekõrgus meetrites;
a — allapoole dreene jääva turbakihi tüsedus meetrites;
q — äravoolumoodul liitrit/sek.km²;
α — määratakse valemi [9] järgi;
β — parandustegur, määratakse h_1 järgi tabelist 16.

Tabel 16

Paranduskoefitsiendi β väärtused olenevalt põhjavee survekõrgusest h_1

h_1	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70
β	0,56	0,68	0,77	0,84	0,91	0,95	0,98

Valemi [10] järgi võib dreenide vahelaiust määrata vastavalt soovitud kuivenduse intensiivsusele, s. o. h_1 ja q väärtustele, enamvähem ühtlase stratigraafilise ehitusega lasundite jaoks, millede tüsedus on võrdne või suurem dreenide sügavusest ja mis asuvad praktiliselt vett mitte läbi laskval kihil.

Paranduskoefitsiendi β väärtused leiti arvutatud ja Oidrema ning Saida sovhoosi seitsmes erinevas drenaažisüsteemis mõõdetud äravoolumoodulite kõverate alusel. Valem [10] on kontrollitud mitmel pool Eesti NSV-s teostatud maaparandusobjektidel, kokku kahekümne ühes kuivendussüsteemis. Kontrollimisel selgus, et valemi keskmine aritmeetiline viga on —3,2%, keskmine ruutviga aga ±10,8%. Kontrollimise tulemused näitavad, et soode kuivendamisel on võimalik rakendada dreenide vahelaiuse määramiseks teoreetiliselt põhjendatud valemeid. Valemites esinev turba filtratsioonikoefitsient tuleb määrata puuraugus veepinna taastumise kiiruse põhjal Erkini valemi järgi.

Et turba veejuhtivus pärast kuivendustöid väheneb, tuleb väliuurimistöödel filtratsioonikoefitsient määrata samas soomassiivis varem kuivendatud (vähemalt 3—5 aastat tagasi) aladel. Kui see pole aga võimalik, võib kasutada tabelis 4 toodud andmeid olenevalt turba lagundumisastmest.

K. Hommik määras arvutusliku kuivenduse intensiivsuse lähtudes tingimusest, et kuivendussüsteemi ekspluatatsioonikulude ja kuivendamise järel esinevate liigniiskusest põhjustatud saagikadude summa peab olema minimaalne. See tingimus on rahuldatud:

a) põllukülvikorras, kui maapinnast 50 sm sügavusel asuva põhjaveepinna puhul dreenide äravoolumoodul $q = 2{,}2\,\bar{q}$, kus $\bar{q}$ on pikaajaline aastakeskmine äravoolumoodul;

b) niidukülvikorras, kui maapinnast 45 sm sügavusel asuva põhjaveepinna puhul dreenide äravoolumoodul $q = 1{,}9\,\bar{q}$.

Seega on kuivendussüsteemide arvutusliku intensiivsuse korral põllukülvikorras $h_1 = h - 0{,}50$ ja $q = 2{,}2\,\bar{q}$ ning niidukülvikorras $h_1 = h - 0{,}45$ ja $q = 1{,}9\bar{q}$, kus h on dreenide sügavus meetrites.

Rakendades neid tingimusi valemi [10] kohta, saame valemid dreenide vahelaiuse määramiseks soos vastavalt külvikorrale:

a) põllukülvikorras:

$$E = 3750\beta \sqrt{\frac{k_{dr}}{\alpha \bar{q}} \left[\frac{10^{\alpha (h - 0{,}50)} - 1}{2{,}3\alpha} - (h - 0{,}50)\, 10^{-\alpha a} \right]} \qquad [11]$$

b) niidukülvikorras:

$$E = 4000\beta \sqrt{\frac{k_{dr}}{\alpha \bar{q}} \left[\frac{10^{\alpha (h - 0{,}45)} - 1}{2{,}3\alpha} - (h - 0{,}45)\, 10^{-\alpha a} \right]}. \qquad [12]$$

Valemite [11] ja [12] kasutamisel tuleb silmas pidada, et ei eksitaks neis valemeis esineva pikaajalise aastakeskmise äravoolu-

mooduli $\bar{q}$ määramisel — K. Hommiku koostatud kartogrammilt leitud suurusele tuleb liita 2,1 liitrit/sek. km².

Dreenide vahelaiuse määramiseks 30%-lise lagundumisastmega madalsoos võib kasutada tabeli 17 andmeid.

Sulgudes on antud vahelaiused põllukülvikorra jaoks.

Kui $\bar{q} \neq 11{,}1$ liitrit/sek. km², siis tuleb tabelis 17 toodud suurusi korrutada $\sqrt{\frac{11{,}1}{\bar{q}}}$.

Tabel 17

Dreenide vahelaiused (m) 30%-lise lagundumisastmega madalsoos ($\bar{q} = 9{,}0 + 2{,}1 = 11{,}1$ liitrit/sek. km²)

Dreenide sügavus m		Turbalasundi tüsedus enne vajumist m		
enne vajumist	pärast vajumist	1,5	2,0	üle 2,5
1,25	0,8	24 (20)	30 (24)	32 (26)
1,50	1,0	28 (24)	38 (32)	42 (32)
1,75	1,2	—	42 (36)	48 (37)

Kui turba lagundumisaste on 40% või 50%, tuleb tabelis 17 toodud vahelaiusi vähendada vastavalt 20% või 40% võrra, ja kui turba lagundumisaste on 20%, siis suurendada 20% võrra.

Maaparandustööde jätkamisel soos, kus varem on juba osaliselt rajatud drenaažkuivendus, võib dreenide vahelaiuse määramiseks kasutada ka kuivendatud alal teostatud samaaegsete põhjaveesügavuste ja drenaaži äravoolu mõõtmiste andmeid. Nimetatud andmete alusel koostatakse drenaaži äravoolumoodulite kõver $q_t = f(h_2)$, kus h_2 — põhjaveesügavus maapinnast kahe dreeni vahelaiuse keskel.

Kuna teiste tingimuste (dreenide sügavus, põhjaveesügavus, turbalasundi tüsedus ja filtratsioonikoefitsient) võrdsuse korral oleneb dreenide vahelaius äravoolumooduli ruutjuurest ja et

$$\frac{E}{\sqrt{q}} = \text{const.},$$

siis

$$E_{pr} = E_T \sqrt{\frac{q_{pr}}{q_T}}, \qquad [13]$$

kus E_{pr} — nõutav dreenide vahelaius meetrites;

E_T — tegelik dreenide vahelaius meetrites;

q_T — tegelik (mõõdetud) dreenide äravoolumoodul arvutusliku põhjaveesügavuse h_2 puhul;

q_{pr} — arvutuslik drenaaži äravoolumoodul arvutusliku põhjaveesügavuse h_2 puhul ($h_2 = 50$ sm, $q_{pr} = 2{,}2\ \bar{q}$ põllul; $h_2 = 45$ sm, $q_{pr} = 1{,}9\ \bar{q}$ niidul).

ОСУШЕНИЕ БОЛОТ ДРЕНАЖЕМ

У. ТОМБЕРГ,
научный сотрудник Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации, кандидат технических наук

Резюме

1. По профилю залежь следует разделить на две зоны, в которых осадка торфа происходит по разным законам. А именно — зона залежи ниже дрен или дна канав, где размер осадки зависит от мощности этого слоя и от глубины осушителей, и зона залежи выше дрен, где размер осадки зависит только от глубины заложения осушителей. Размер осадки поверхности болота является суммой осадки в этих двух зонах. С увеличением степени разложения торфа осадка уменьшается.

По времени процесс осадки торфа можно разделить на две стадии. В течение первых двух—четырех лет происходит основная осадка торфа, причиной которой является понижение уровня грунтовых вод. При этом оседают все слои торфяной залежи от поверхности болота до минерального дна. В дальнейшем происходит так называемая «сработка» поверхности болота за счет минерализации торфа. Ежегодная величина ее составляет 1—2 см.

На основе обработки данных наблюдений за осадкой торфа в опытной базе «Тоома» составлены формулы для определения осадки дрен или дна канав [1] и для определения уменьшения глубины закладки осушителей [2], [3]. Так как формулы характеризуют осадку торфа за первые 2—4 года после осушения, то и полученная при сложении этих двух формул формула для определения осадки поверхности торфа [4], [5] характеризует осадку поверхности болота в зависимости от осушения за первые 2—4 года. Для определения осадки поверхности торфяника за более длительный период можно пользоваться формулой [6], где учитывается и сработка залежи. Исходя из закономерности уменьшения глубины осушителей, была выведена формула для определения проектной глубины осушителей [7], в которой учитывается и сработка залежи.

Величины коэффициентов m, B и C в зависимости от степени разложения найдены на основе сравнения осадки торфа одиннадцати участков с разной степенью разложения торфа.

2. После осушения, вследствие осадки и сельскохозяйственного использования торфяников, происходит уплотнение и разложение торфа, что приводит к изменению и других его свойств.

Как показывают исследования, в связи с осушением торфяников увеличиваются удельный и объемный вес и высота капиллярного поднятия, уменьшаются скважность, полная и некапиллярная влагоемкость, водоотдача и водопроницаемость торфа. Все эти изменения происходят особенно интенсивно в первые годы после осушения, затем они постепенно затухают. Установлено, что, чем интенсивнее осушение, тем интенсивнее и больше изменяются свойства торфа. Причиной первоначального резкого изменения водно-физических свойств торфа является осадка, а дальнейшего — разложение торфа.

На рис. 1 изображено типичное распределение влаги в торфянике над уровнем грунтовых вод.

Высота капиллярного поднятия низинных торфяников составляет от 0,5 до 1,0 м. Чтобы обеспечить для развития растений наилучшие условия водно-воздушного режима в корнеобитаемом слое, уровень грунтовых вод должен залегать на глубине большей высоты капиллярного поднятия.

В ЭССР, где основными торфообразователями низинных болот являются тростники и осоки, водопроницаемость низинных торфяников зависит главным образом от степени разложения торфа. В таблице 4 приведены средние величины коэффициентов фильтрации осушенных низинных торфяников в зависимости от степени разложения торфа. Водопроницаемость верхового торфа заметно меньше водопроницаемости низинного торфа.

В однородной торфяной залежи водопроницаемость по мере увеличения глубины залегания торфяного слоя уменьшается по зависимости [8].

После осушения, под влиянием осадки и разложения торфа, уменьшается его водопроницаемость. По данным наблюдений на 7 болотах, водопроницаемость торфа уменьшилась в среднем в 5,1 раза (таблица 5). Как показывают опытные данные на рис. 3, уменьшение и стабилизация водопроницаемости зависят от интенсивности осушения. При интенсивном осушении уменьшение водопроницаемости больше и оно происходит быстрее, чем при экстенсивном.

Водопроницаемость торфа вблизи дрен меньше, чем в середине расстояния между дренами. Если принять водопроницаемость в середине междудренья за 100%, то, по имеющимся данным, средневзвешенный коэффициент фильтрации торфа между двумя дренами составляет 88% от коэффициента фильтрации в середине междудренья.

Осушенные торфяные почвы и в мерзлом виде достаточно водопроницаемы. Однако водопроницаемость промерзшего торфа значительно меньше, чем незамерзшего торфа.

Как показали исследования, коэффициент водоотдачи уменьшается с увеличением глубины залегания слоя торфа в залежи. Уменьшение это наблюдается и после осушения.

3. На рис. 5 приведены измеренные на опытном участке в совхозе «Ойдрема» средние за период 1951—1958 гг. среднемесячные глубины грунтовых вод при разных расстояниях между дренами. Наивысшие среднемесячные уровни грунтовых вод на осушенных болотах ЭССР наблюдаются в осенне-зимний или весенний период, а самые низкие — летом. В зимнем полугодии уровни стоят более близко к поверхности, чем в вегетационный период. В вегетационный период режим уровней грунтовых вод зависит от испарения и влагоемкости торфа.

Режим уровней грунтовых вод зависит и от интенсивности осушения. На более интенсивно осушенных участках уровень грунтовых вод стоит ниже, амплитуда колебаний уровней и коэффициент поднятия уровня грунтовых вод от осадков меньше, а скорость спада уровней больше, чем на менее интенсивно осушенных участках. Зависимость режима грунтовых вод от интенсивности осушения более ярко выражена в зимний период, в летний период из-за испарения и влагоемкости эта зависимость выражена слабо.

При одинаковых климатических условиях и расстояниях между дренами режим грунтовых вод зависит также от свойств залежей (водопроницаемость, мощность) и глубины закладки дрен.

Данные измерений показывают, что после осушения торфяников увеличиваются сток и испарение, причем это увеличение тем больше, чем меньше обеспеченность стока или чем более дождливый год. По вычислениям К. Т. Хоммика, после осушения низинных болот среднегодовой за многолетний период модуль стока увеличивается в среднем на 2,1 л/сек. км^2, а среднегодовое испарение увеличивается в среднем на 80 мм. Увеличение стока зависит и от интенсивности осушения — чем больше интенсивность осушения, тем больше и увеличение стока. Эти данные позволяют делать вывод, что после осушения низинного болота изменяется режим движения грунтовых вод и что после осушения сток грунтовых вод из окружающих районов концентрируется в осушенном участке болота.

4. Для определения расстояния между дренами в сравнительно однородных торфяниках, где водопроницаемость в глубине залежи изменяется по зависимости [8], выведена формула [10]. Принимая расчетные модули стока и глубины залегания уровня грунтовых вод от поверхности болота в отношении формулы [10], получены формулы для определения проектных расстояний между дренами для полевого севооборота [11] и для лугового севооборота [12]. На основе этих формул в таблице 17 приводятся расстояния между осушителями для низинного торфа со степенью разложения в 30% в зависимости от глубин заложения осушителей и от мощности торфяной залежи. Приведен-

ные в таблице 17 расстояния между дренами (в скобках для полевого севооборота) уменьшаются на 20%, когда степень разложения торфа составляет в среднем 40%, и на 40%, когда степень разложения торфа 50%. Расстояния между дренами увеличиваются на 20%, когда степень разложения торфа составляет 20%.

TAIMEKASVUTINGIMUSTE ISEÄRASUSTEST KESKMISELT JA HÄSTILAGUNDUNUD TURVASMULLAL

I. EISEN,
Tooma katsebaasi teaduslik töötaja, põllumajandusteaduste kandidaat

Soode kultiveerimise teoreetiliste aluste väljatöötamisel on määrava tähtsusega igakülgselt tundma õppida neid seaduspärasusi, mis valitsevad põhjaveesügavuse, turvasmulla kuivendatud kihi vee- ja õhurežiimi ning kultuurtaimede kasvu vahel.

Käesoleva töö eesmärgiks ongi selgitada neid seaduspärasusi keskmiselt ja hästilagundunud turvasmuldadel.

Esitatavad andmed keskmiselt lagundunud turvasmulla kohta pärinevad 1948.—1949. a. rajatud kuivenduskatsest. Turba botaanilises koostises valitsevad siin pilliroo-tarnafragmendid lagundumisastmega 30—35%.

Katseandmed hästilagundunud turvasmulla kohta on pärit tootmise iseloomu omavalt pinnalt, kus põhjaveesügavus vegetatsiooniperioodil kõigub drenaažkuivenduse tagajärjel 90—120 sm piires. Turvas, mille lagundumisaste on 50—55%, koosneb peamiselt puufragmentidest.

Võrreldavate turvasmuldade lasundi tüsedus ületab 2 m. Nende füüsikalis-keemilisi omadusi iseloomustavad tabelites 1 ja 2 toodud andmed.

Tabel 1

Uuritavate turvasmuldade füüsikalis-keemiliste omaduste näitajad

	Hästilagundunud turvasmuld	Keskmiselt lagundunud turvasmuld
Mahukaal g/sm³	0,17	0,14
Erikaal	1,6	1,6
Tuhasus %	9,1	6,5
Üldine lämmastik %	2,7	3,0
CaO %	4,5	2,3
P_2O_5 (üldine) %	0,18	0,11
pH (KCl leotises)	5,4	4,5
Neeldumismahutavus pH 6-ni mg ekv./100 g absoluutkuiva mulla kohta	140—155	108—117
Ferment katalaasi aktiivsus O_2 sm³/10 min. 1 g kuiva mulla kohta	12,0—14,6	7,4—9,7

Märkus: Keemilisi analüüse tegi Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi teaduslik töötaja H. Niine; ferment katalaasi määras Eesti Põllumajanduse Akadeemia mullateaduse ja agrokeemia kateedri töötaja V. Hellenurme.

Turvasmulla pooride omadustest

Selgitame kõigepealt vaadeldavate turvasmuldade pooride omadusi ning neist tingitud kapillaarnähtusi. Poorsuse uurimiseks kasutati vee- ja elavhõbedamanomeetritest kombineeritud vaakuumkapillaarmeetrit, mis võimaldas tekitada imemisjõudu ehk alarõhku ligikaudu 1 atmosfäärini. Sellise rõhu korral imetakse mulla monoliidist (läbi ultrafiltri membraani) välja see osa kapillaarveest, mis esineb 0,003 mm-st suurema efektiivse diameetriga poorides (8). Märgime järgnevalt efektiivset diameetrit lühendatult tähtedega d_{ef}.

Mulda järele jääv vesi ei moodusta pooride vahel enam ühtset kapillaarsüsteemi ning ta võib mullas ümber asetuda aurumise ja kondensatsiooni tagajärjel (8). Taimede poolt omastatavaks loetakse seda osa mineraalmulla veest, mis on 0,2 mikronist suurema d_{ef}-ga poorides (7).

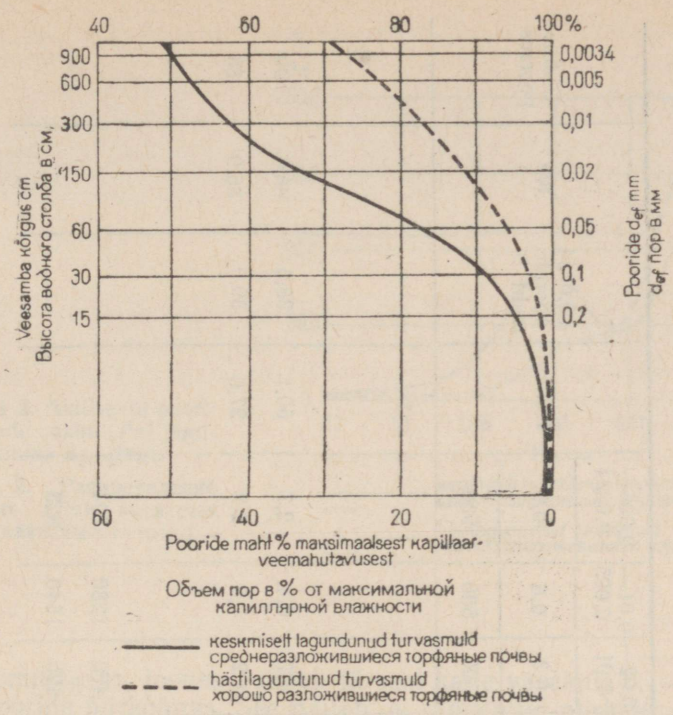
Et 0,003 mm-st suurema d_{ef}-ga pooridest sõltuvad põhiliselt mulla vee- ja õhurežiimi omadused, siis moodustavad nad mulla aktiivse poorsuse (8).

Põhjaveepinnaga kokkupuutuvas mullakihis on kapillaarsed poorid maksimaalselt veega täidetud. Sellest kihist kõrgemale väheneb mulla veesisaldus järk-järgult kuni teatud piirini (joonis 3). Seda seepärast, et pooride d_{ef} mõõtmed määravad kapillaarpotentsiaali (3), s. o. energia, millega mullapoorid seovad või imevad vett.

Teatavasti väljendub kapillaarpotentsiaal $fk=hg$ (erg/g), kus h — kapillaarvee tõusu kõrgus (sm) ja g — raskustungi kiirendus (981 sm/sek.^{2}). Kapillaarvee tõusu kõrgus $h = \frac{3}{d}$, kus d on poori või kapillaari läbimõõt (mm). Seega on kapillaarpotentsiaal proportsionaalne kapillaaris oleva veesamba kõrgusega. Järelikult, mida väiksem on pooride läbimõõt, seda kõrgemale tõuseb kapillaarvesi ja seda suurem on kapillaarpotentsiaal. Viimane on oma väärtuselt märguvate pooriseinte puhul (nagu mullas) negatiivne (3), ehk teisiti — mullapoorides olev rõhk (veepinge) on atmosfääri rõhust väiksem.

Kapillaarvesi tõuseb kapillaarpotentsiaali mõjul seni, kuni hõõrdumine ja gravitatsioonivälja potentsiaal ($fg=hg$, kus h on kõrgus merepinnast) selle tasakaalustab.

Kapillaarpotentsiaali mõjul tõusev vesi moodustab kuivendatud kihis intensiivse kapillaarvee tõusu horisondi ehk kapillaarvöötme. Sellest vöötmest kõrgemal asuvat vett hoiab muld kinni raskustungi ületava energia varuga.



Joonis 1. Aktiivsete pooride mahuline jagunemine d_{ef} järgi.

Рис. 1. Объемное распределение активных пор в зависимости от d_{ef}.

Siin võrreldavate turvasmulla pooride omaduste määramiseks võeti 64 sm³ mahuga monoliidid künnikihi alt rikkumata struktuuriga pinnasest. Määramise tulemused (kaheksa korduse keskmisena) on antud tabelis 2. Nagu need andmed näitavad, sisaldab keskmiselt lagundunud turvasmuld mahuliselt ligikaudu poole rohkem aktiivseid poore kui hästilagundunud turvasmuld. Ka on keskmiselt lagundunud turvasmullas mitmekordselt rohkem suurema d_{ef}-ga poore, mis tingib selle mulla suurema maksimaalse kapillaarveemahutavuse.

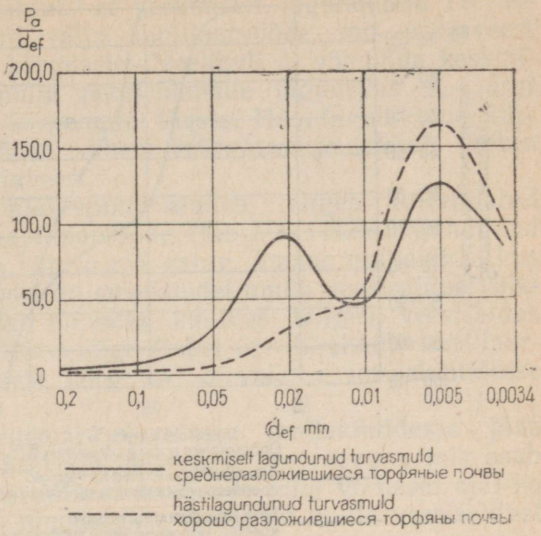
Erinevate mõõtmetega poorid moodustavad mullas omavahel ühise süsteemi. Selle süsteemi seaduspärasusi iseloomustab pooririihmade mahu summa jagunevus d_{ef} järgi (3), nagu see on kujutatud joonisel 1. Toodud graafiline analüüs näitab, et hästilagundunud turvasmullas jagunevad aktiivsete pooride rühmad d_{ef} järgi ühtlasemalt (korrapärasemalt) kui keskmiselt lagundunud turvasmullas. Viimati nimetatud mulla pooride jagunevuse süsteemi

Tabel 2

Aktiivsete pooride mahuline jagunevus %-des

Pooride d_{ef} mm	>0,2	0,2—0,1	0,1—0,05	0,05—0,02	0,02—0,01	0,01—0,005	0,005—0,0034	Kokku	<0,0034 pooride maht %	W*	Üldine poorsus
Alarõhk (atm), vaakuum-kapillaarmeetris	0,015	0,03	0,06	0,15	0,3	0,6	0,9				
Veesamba kõrgus sm	15	30	60	150	300	600	900				
Aktiivsete pooride jagunevus d_{ef} järgi %											
keskmiselt lagundunud turvasmullal	4,2	3,7	9,8	18,6	4,7	6,4	2,7	50,1	36,5	86,6	90
hästilagundunud turvasmullal .	1,8	1,4	2,2	6,4	4,2	8,2	2,8	27,0	59,0	86,0	88
Aktiivsete poorirühmade mahu *(Pa)* ja efektiivse diameetri d_{ef} suhe											
keskmiselt lagundunud turvasmullal	21	37	196	930	470	1280	794				
hästilagundunud turvasmullal .	9	14	44	320	420	1640	823				

* Maksimaalne kapillaarveemahutavus.



Joonis 2. Aktiivsete poorirühmade mahu *(Pa)* jagunemine d_{ef} järgi.

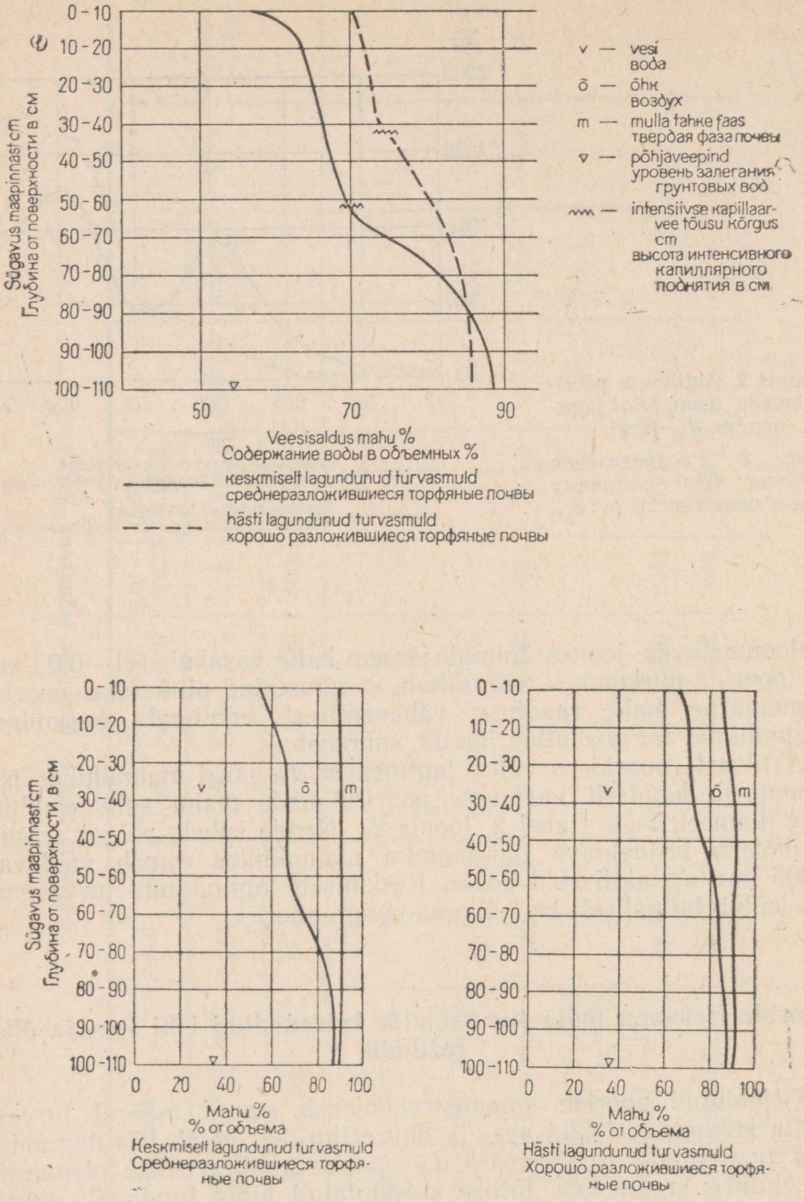
Рис. 2. Распределение объема *(Pa)* активных пор в зависимости от d_{ef}.

iseloomustavas joones toimub järsem kalle vasakule 0,1—0,02 mm d_{ef} pooride piirkonnas. See näitab, et nimetatud piirkonnas pooride summaarne maht raadiuse vähenemisest hoolimata keskmiselt lagundunud turvasmullas järsult suureneb.

Aktiivsete pooride arvulist jagunevust d_{ef} järgi mahuühikus iseloomustab kaudselt vastavate poorirühmade mahu suhe efektiivsete diameetritega (tabel 2, joonis 2). Nende suhete põhjal selgub, et mõlema vaadeldava turvasmulla mahuühikus esineb valdavalt 0,005 mm d_{ef} aktiivseid poore. Keskmiselt lagundunud turvasmullas leidub hulgaliselt ka 0,02 mm d_{ef}-ga poore.

Pooride iseloomu mõju turvasmulla kuivendatud kihi vee- ja õhurežiimile

Kirjeldatud pooride omadustest oleneb suurel määral turvasmulla kuivendatud kihi vee- ja õhurežiim. Nii hoiab hästilagundunud turvasmuld (väiksemate d_{ef} pooride rohkearvulise olemasolu ja ühtlase jagunevuse tõttu) kuivendatud kihis tunduvalt suuremaid veevarusid kui keskmiselt lagundunud turvasmuld (tabel 3). Täiendame öeldut joonisel 3 toodud andmetega, mis iseloomustavad võrreldavate turvasmuldade kuivendatud kihi vee- ja õhuvahekorda kevadel. Sel ajal on gravitatsioonile alluv vesi dreenide kaudu ära voolanud ja mullavee kadu maapinnalt aurumise teel ei ole eriti märgatav.



Joonis 3. Vee, õhu ja tahke faasi vahekord kuivendatud turvasmulla kihis kevadel, pärast gravitatsioonivee äravoolu.

Рис. 3. Соотношение между водой, воздухом и твердой фазой в слое осушенной торфяной почвы весной после стока гравитационной воды.

Joonise 3 andmetest nähtub, et keskmiselt lagundunud turvasmullas kujuneb teravamalt välja kapillaarvööde, mis põhjaveest ulatub umbes 35—45 sm kõrgusele. Järelikult ei võimalda keskmiselt lagundunud turvasmulla poorirühmade jagunevus d_{ef} järgi kapillaarveel põhjaveest kõrgemale tõusta. Hästilagundunud turvasmullas on kapillaarvööde vähem märgatav ja ulatub umbes 60—70 sm kõrgusele põhjaveest.

Suvekuudel, millal põhjaveepind alaneb, langeb kuivendatud mullakihis vastavalt ka kapillaarvööde (tabel 3). Hästilagundunud turvasmulla puhul on see vähem märgatav. Samas mullakihis, kus kevadel asus kapillaarvööde, on suvekuudel mulla veesisaldus väiksem. Maapinnale lähemal olevates kihtides langeb veesisaldus suviste aurumiskadude tõttu veelgi (tabel 3). Järelikult kapillaarvee tõusu kapillaarvöötmest kõrgemal olevatesse mullakihtidesse märgatavalt ei toimu.

Kapillaarvöötmest kõrgemal olevatesse mullakihtidesse jääb pärast gravitatsioonivee äravoolu peamiselt see veevaru, mis asub nn. vettpidavates poorides. Mineraalmuldade ning viimasel ajal ka turvasmuldade (4) puhul nimetatakse niisugust mulla veesisaldust väliveemahutavuseks.

Keskmiselt lagundunud turvasmulla väliveemahutavusele vastab veehulk, mis mullamahust moodustab umbes 55—65%. Hästilagundunud turvasmulla väliveemahutavus on suurem ning moodustab mahuliselt 68—73%.

Kui maapinnalt aurumist ei toimu, siis säilib mulla poolt seotud maksimaalne veehulk pikema aja jooksul, ilma et see raskustungile alluks. Näiteks kaeti 1957. a. mai keskel, pärast 6,2 mm tugevust vihmahoogu, keskmiselt lagundunud turvasmullal 18 m² suurune pind tõrvapapi ning õlgedega. Samal päeval määrati kaetud pinna kõrvalt kuivendatud kihi veevaru.

Selle katse tulemused on toodud tabelis 3, kus nad on märgitud 1957. a. andmete juures tähistega 1) ja 3). Nagu sealt näha, ei muutunud kaetud pinna ülemise 30 sm tüseduse mullakihi kevadine veevaru juunikuu jooksul märgatavalt. Augustis oli kaetud pinna ülemise kihi veevaru mõningal määral vähenenud. Sügavamal asuvate kihtide veevaru oli aga juunikuus märgatavalt väiksem maikuu omast. Nähtavasti põhjustas siin veevaru vähenemist põhjaveesügavuse suurenemine umbes 20 sm võrra, mille tõttu langes ka kapillaarvööde. Katmata pinna sügavamate kihtide veevarud olid, nähtavasti sademete mõjul, mõningal määral suuremad.

Pärast gravitatsioonivee äravoolu tekib siis, vastavalt pooridesüsteemi omadustele, kuivendatud turvasmulla kihis vee ja õhu jagunemise tasakaal. Millise d_{ef}-ga poorid määravad selle tasakaalu? Nagu selgus, vastab keskmiselt lagundunud turvasmulla väliveemahutavusele selline mulla veesisaldus, mis tema mahust moodustab umbes 60%, hästilagundunud turvasmullal on see umbes 70%. Maksimaalsest kapillaarveemahutavusest (tabel 2) oleksid need arvud vastavalt 69% ja 81%.

Määramise aeg	Turvasmulla kihi												
	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	100—110	110—120	120—130	130—140
	Veesisaldus mahu % (mm)												
1955. a.													
1) V	51	57	65	75	78	86	88	90					
VI	41	42	62	64	63	76	88	92	92	93			
VII	30	32	57	61	69	75	86	87	90	92	92		
VIII	25	27	35	47	66	77	84	85	88	90	92	90	
IX	40	55	60	64	69	75	86	87	87	91	90	91	
2) VI	53	63	67	77	80	82	84	87	88	88			
VII	37	62	71	76	72	79	84	83	85	87			
VIII	41	45	65	76	76	77	78	82	84	86			
IX	44	60	55	68	74	82	81	83	80	87			
1957. a.													
1) V	63	63	55	57	64	61	83	83	91				
VI	41	52	55	66	60	71	69	74	85	87	90		
VII	32	35	39	53	52	55	60	70	81	83	90	92	91
VIII	44	49	46	57	62	61	72	74	80	87	91	90	90
IX	51	51	50	54	60	62	67	71	86	90	91	90	
3) VI	64	61	55	51	60	58	65	74	82	88	90		
VIII	61	62	50	56	63	56	69	82	83	84	89	90	
2) VI	58	60	68	75	72	77	83	80	85	82			
VII	53	54	72	77	76	81	87	80	80	84	82		
VIII	70	72	73	71	81	81	86	88	83	84			
IX	73	74	75	75	87	87	89	88					

1) Keskmiselt lagundunud turvasmullas.
2) Hästilagundunud turvasmullas.
3) Keskmiselt lagundunud turvasmullas, kus maapind oli aurumise kadude

Samade arvude (69% ja 81%) järgi nähtub jooniselt 1, et keskmiselt lagundunud turvasmullas on vettpidavateks poorideks need, millede d_{ef} on 0,02 mm-st väiksem. Hästilagundunud turvasmullas on vettpidavateks poorideks aga need, millede d_{ef} on 0,01—0,005 mm-st väiksem.

Tekib küsimus, miks keskmiselt lagundunud turvasmullas on vettpidavate pooride d_{ef} mõõtmed suuremad? Nähtavasti põhjustavad keskmiselt lagundunud turvasmulla ebakorrapärasem pooride jagunevus (joonised 1 ja 2) ning ebakorrapäraste mõõtmetega suuremad poorid selles mullas hästi arenenud kapillaarhüstereesise (2). Viimase mõjul peetakse (seotakse) siis keskmiselt lagundunud turvasmullas osa vett suuremate d_{ef}-ga pooride poolt kui hästilagundunud turvasmullas.

Tabel 3

turvasmullas

sügavus sm													Põhjavee-sügavus sm	Sademeid mm
0—20	0—30	0—40	0—50	0—60	0—70	0—80	0—90	0—100	0—110	0—120	0—130			
Vee hulk mm														
108	173	248	326	412	490	580							80	81,1
83	145	209	272	348	436	528	620	713					96	20,8
62	119	180	249	324	410	497	587	679	771				110	40,2
52	87	134	200	277	361	446	534	624	716	806			120	39,7
95	155	219	288	363	449	536	623	714	804	895			120	58,4
116	183	260	340	422	506	593	681	769					100	
99	170	246	318	397	481	564	650	737					106	
86	151	227	303	380	458	540	624	710					114	
104	159	227	301	383	464	547	627	714					109	
126	181	238	302	363	446	529	620						90	48,2
93	148	214	274	345	414	488	573	660	750				110	54,9
67	106	159	211	266	326	396	477	560	650	742	833		125	90,0
93	130	196	258	319	391	465	545	632	723	813	903		123	123,2
102	152	206	266	328	395	466	552	642	733	823			87	101,7
125	180	231	291	349	414	488	570	658	748				110	
123	173	229	292	348	417	499	582	666	755	845			123	
118	186	261	333	410	493	573	658	740					102	
107	170	256	332	413	500	580	660	744	826				108	
142	215	286	367	448	534	622	705	789					96	
147	222	297	384	471	560	648							93	

vältimiseks kaetud.

Vettpidavatest pooridest suuremad, nn. vettjuhtivad poorid, moodustavad (tabeli 2 andmete alusel) kapillaarsest poorsusest keskmiselt lagundunud turvasmullas umbes 36% ja hästilagundunud turvasmullas umbes 16%. Vettjuhtivate pooride maht iseloomustab mulla veeloovutamise omadusi (võimet) ning kuivendatud kihi võimalikku õhusisaldust.

Vee filtreerimise kiirus läbi mullakihi ei olene vettjuhtivate pooride kogusummast (6), vaid nende pooride mahu summast, millede d_{ef} on suurem kui 0,3 mm. Nimetatust väiksemate mõõtmetega pooride puhul väheneb filtratsioon järsku ning muutub 0,03 mm d_{ef} pooride puhul praktiliselt nulliks.

Tabeli 2 andmetest nähtub, et keskmiselt lagundunud turvasmullas, võrreldes hästilagundunud turvasmullaga, on 0,2 mm d_{ef} poore

ligikaudu 2,3 korda rohkem. Samuti on keskmiselt lagundunud turvasmullas mittekapillaarseid poore rohkem. Selline vettjuhtivate pooride jagunevus põhjustab keskmiselt lagundunud turvasmulla tunduvalt parema veeläbilaskvuse ehk filtratsiooni. Näiteks on U. Tombergi (10) andmetel keskmiselt lagundunud (30%) turvasmulla filtratsioonikoefitsient *(k)* 0,001 sm/sek., kuna hästilagundunud (50%) turvasmullas on see ainult 0,0003 sm/sek.

Produktiivne veevaru ja selle füüsikaline olemus turvasmulla kuivendatud kihis

Eespool kirjeldatud vee ja õhu jagunevusest oleneb turvasmulla kuivendatud kihi aktiivne ehk produktiivne veevaru. Seda veevaru piiritleb ühelt poolt väliveemahutavus ja teiselt poolt närbumiskoefitsient (2,7). Peale nende oleneb produktiivne veevaru kuivendatud kihi tüsedusest, sest taimejuurte kasvu sügavuse määrab põhjaveesügavus (1).

Kuivendatud kihi üldistest veevarudest vegetatsiooniperioodil annab ülevaate tabel 3. Produktiivse veevaru iseloomustamiseks tuleb üldisest veevarust maha arvata närbumiskoefitsiendile vastav veekogus, mis keskmiselt lagundunud turvasmulla puhul moodustab mullamahust 15—20%. Hästilagundunud turvasmullas on see kõrgem ning vastab 25—30%-le. Närbumiskoefitsiendi määramiseks korraldati nõukatsed timuti ja hariliku aruheina taimedega.

Kevadised mulla poolt seotud veevarud, mis vastavad väliveemahutavusele, hakkavad suvekuudel vähenema, sest mais, juunis ja juulis ületab meil aurumise intensiivsus harilikult sademete intensiivsuse. Üldiselt aga on teada, et mida enam mulla veesisaldus väheneb, s. o. läheneb närbumiskoefitsiendile, seda tugevamini on ta mulla poolt seotud ja taimedele raskemini kättesaadav.

Tavaliselt iseloomustatakse produktiivse veevaru dünaamikat vegetatsiooniperioodil mahuprotsentides või millimeetrites, nagu näiteks agro-meteoroloogilistes bülletäänides. Kuid see ei iseloomusta küllaldaselt mullas oleva vee omastatavust taimede poolt. Vee kättesaadavus taimedele oleneb peale mulla veesisalduse astme veel suurel määral mullavee omadustest. Seetõttu võib ühes mullaliigis optimaalseks osutunud veesisaldus teistsuguste omadustega mullas osutuda taimekasvule mittesobivaks.

Käesoleva töö esimeses osas selgus, et mulla veesisalduse vähenemisega kaasneb kapillaarpotentsiaali tõus. Järelikult, mida väiksem on mulla veesisaldus, seda suurema energiaga seovad vastavad mullapoorid vett. Seega peab ka taimede vee omastamise energia (juurte imemisjõud) muutuma vastavalt mulla veesisalduse muutumisele.

Kirjandusest nähtub, et kultuurtaimed võivad mineraalmullast vett omastada keskmiselt 15—16 atm tugevuse imemisjõuga (6, 7).

Nimetatud imemisjõule vastab siis mineraalmullas vee kapillaarpotsentsiaal närbumiskoefitsiendi piires. Mõnede taimeliikide kasvu ja transpiratsiooni intensiivsuse langust või häireid nendes protsessides on täheldatud aga juba sel juhul, kui juurte imemisjõud mulla veesisalduse vähenemise tagajärjel tõuseb 2—4 atmosfäärist kõrgemale (2, 7). Närbumiskoefitsiendile lähedase mulla veesisalduse puhul võib taimede elutegevus kesta teatud aja, kuid kasvuprotsessides toimub seisak.

Esitatu põhjal selgus, et mulla veevarude omastatavust taimede poolt iseloomustab energia (kapillaarpotentsiaal), millega poorid mingi mullaniiskuse puhul seovad vett. Seda potentsiaalset energiat või õigemini veepinget (7) mullapoorides väljendatakse veesamba kõrgusena sentimeetrites, selle logaritmina või atmosfäärides. Kui veepinget väljendatakse veesamba logaritmina, siis tähistatakse see tähtedega *pF* (6). *pF* kaudu väljendades muutub vee potentsiaalse energia ehk veepinge mõiste mullapoorides üldisemaks. Seejuures iseloomustab *pF* mulla üldist nn. imemisjõudu mingi veesisalduse korral, vaatamata sellele, milliste jõudude (kapillaarnähtuste, osmoosi, adsorptsiooni jne.) poolt see on esile kutsutud (6, 7).

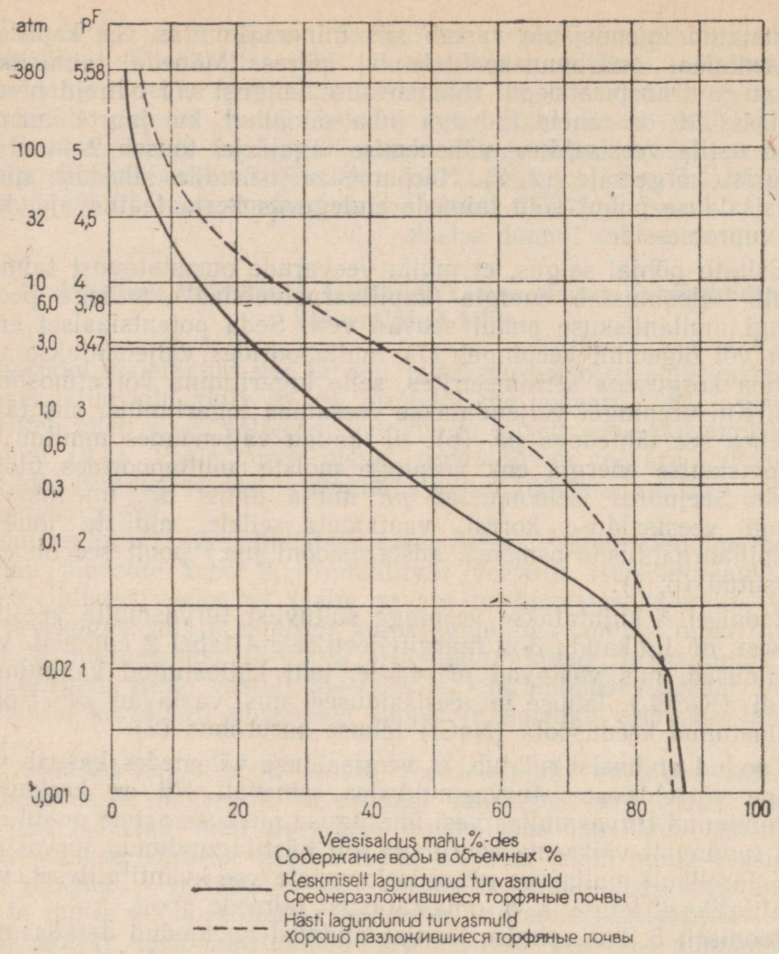
Joonisel 4 kujutatakse veepinge sõltuvust turvasmulla veesisaldusest. *pF* ligikaudu 3-ni märgiti joonisele 4 tabel 2 andmeil. Veesisaldused, mis vastavad *pF* 4,5-le, leiti küllastunud kaaliumsulfaadi (K_2SO_4) lahuse ja veesisaldused, mis vastavad *pF* 5,58-le küllastunud keedusoola (NaCl) lahuse aururõhus (2).

Toodud andmeist nähtub, et veesisalduse vähenedes kasvab veepinge võrreldavates turvasmuldades erinevalt. Nii on keskmiselt lagundunud turvasmullas vesi ühesuguse niiskuse astme puhul seotud tunduvalt väiksema energiaga kui hästilagundunud turvasmullas. Järelikult mulla vee *pF* ei iseloomusta vee kvantitatiivset, vaid kvalitatiivset külge, s. o. omastatavust taimede poolt.

Jooniselt 5, kus eelmise joonise andmed on toodud detailsemalt, selgub, et keskmiselt lagundunud turvasmuld annab juba 1 atmosfääri imemisjõu korral ära suurema osa oma produktiivsest veevarust. Hästilagundunud turvasmulla puhul tuleb rakendada umbes 3 korda suuremat energiat, et eelmisele vastavat veekogust eraldada. Seega on suurem osa hästilagundunud turvasmulla produktiivsest veevarust mullapooride poolt ligikaudu 3 korda tugevamini seotud kui vastav veekogus keskmiselt lagundunud turvasmullas.

Keskmiselt lagundunud turvasmullas on veepinge närbumiskoefitsiendi puhul umbes 5—7 atm, kuna hästilagundunud turvasmullas on see 7—10 atm ehk *pF* kaudu väljendades vastavalt 3,77 ja 3,95.

Kirjanduses leidub andmeid (11), mis näitavad, et heintaimede juurte imemisjõud kõigub 6,7—17,7 atm ja teraviljade juurte oma 15,3—25,5 atm piires. Kui hästilagundunud turvasmullas vee-

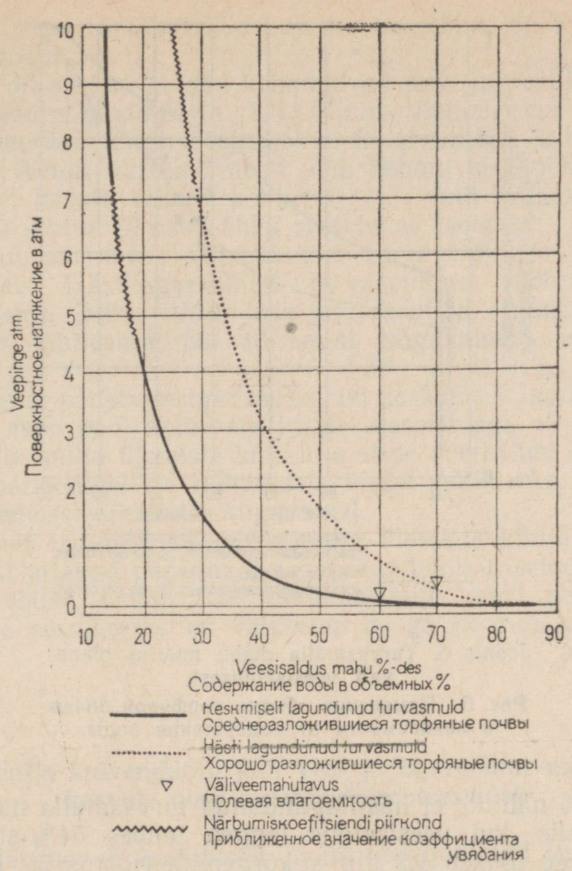


Joonis 4. *pF* sõltuvus turvasmulla veesisaldusest.

Рис. 4. Зависимость *pF* от содержания воды в торфяной почве.

sisaldus langeks mahuliselt 30%-st allapoole, siis mõned heintaimed (joonis 4) kannataksid veepuudust. Tabeli 3 andmetest selgub, et hästilagundunud turvasmulla ülemiste kihtide veesisaldus ei lange tavaliselt sellisele piirile, mis taimekasvule muutuks ohtlikuks.

Mõnevõrra halvemaks kujuneb taimedele veerežiim keskmiselt lagundunud turvasmulla ülemistes kihtides, kus sademetevaestel taimekasvukuudel (tabel 3) veesisaldus langeb aeg-ajalt närbumiskoefitsiendi lähedale. Et selles turvasmullas veepinge tõus närbumiskoefitsiendile lähenedes on kiire (joonis 5), siis langeb nimeta-



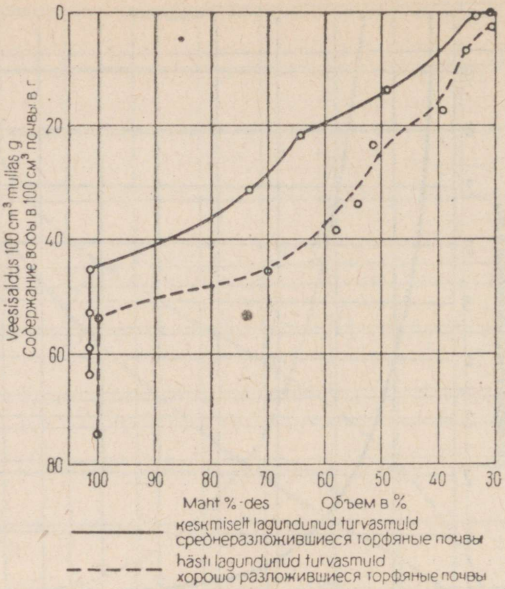
Joonis 5. Veepinge sõltuvalt turvasmulla veesisaldusest.

Рис. 5. Натяжение воды в зависимости от содержания воды в торфяной почве.

tud piirides oleva mullavee omastatavus taimede poolt järsult. Võib arvata, et ülemiste kihtide (0—20 sm) selline veerežiim raskendab mõningal määral vee ja toiteelementide omastamist juurte poolt.

30—40 sm-st sügavamal oleva mullakihi veesisaldus on stabiilsem (tabel 3) ning vee *pF* jääb 2—2,3 piiridesse.

Turvasmulla ülemiste kihtide ajutine kuivamine kutsub esile nende mahu muutuse. Seda tingib veepinge tõus mullas, mis teatud veesisalduse piirist alates kutsub poorides esile nende mahu vähenemise.



Joonis 6. Turvasmulla mahu muutus olenevalt veesisaldusest.

Рис. 6. Изменение объема торфяной почвы в зависимости от содержания воды.

Jooniselt 6 nähtub, et hästilagundunud turvasmulla maht hakkab vähenema siis, kui veesisaldus langeb umbes 54%-st allapoole ning veepinge tõuseb 1,2 atm-st kõrgemale (joonis 5). Keskmiselt lagundunud turvasmulla mahu vähenemine algab umbes 45%-lise veesisalduse puhul, millele vastab 0,4 atm-line veepinge. Mahu muutusi selgitati 32 sm³ suuruste rikkumata struktuuriga turvasmullamonoliitide abil, milliseid kuivatamise protsessis süstemaatiliselt kaaluti ja mõõdeti.

Kõrvutades joonise 6 andmeid tabeli 3 andmetega, nähtub, et keskmiselt lagundunud turvasmullas esinevad taimekasvuperioodil suuremad mahu muutused kui hästilagundunud turvasmullas. Nii võib keskmiselt lagundunud turvasmulla maht 0—20 sm tüseduses kihis väheneda kuivadel perioodidel kuni 30%. Arvatavasti on intensiivne mahu vähenemine üheks põhjuseks, miks selles mullas vee omastatavus taimede poolt lõpeb juba 5—7 atm suuruse veepinge puhul (joonis 5). Ka võib mulla mahu vähenemine, mis kaasneb veesisalduse vähenemisega, kutsuda esile mullalahuse kontsentratsiooni tõusu sellise piirini, mis põhjustab häireid taimede veemajanduses. Hästilagundunud turvasmullas on veepinge närbumiskoefitsiendi piirkonnas (7—10 atm) mineraalmuldade vastavale veepingele (15—16 atm) lähedasem. Seepärast võib arvata, et

hästilagundunud turvasmullas kujunev veerežiim on kultuurtaimedele vastuvõetavam.

Huvitav on see, et taimed kohandavad oma juurestiku vastavalt mulla veerežiimi omadustele (1, 5). Juurestiku sügavus oleneb üldiselt põhjaveesügavusest. Seejuures ei tungi enamik juuri kapillaarvöötmesse. Ainult üksikuid neist võib kohata otse põhjavee piiril. Järelikult ei kasuta taimed põhjavett (1), vaid seda vett, mis on mulla poolt seotud ja asub õhku sisaldavas tsoonis.

Juurestiku paiknevus võrreldavate turvasmuldade kuivendatud kihis erineb. Hästilagundunud turvasmullas (põhjaveesügavus 100—110 sm) jääb valdav osa kultuurniidu taimede juurtest ülemistesse kihtidesse, 30—40 sm-st sügavamale ulatub vähe juuri.

Samasuguse põhjaveesügavuse korral keskmiselt lagundunud turvasmullas asub pool aktiivsete juurte massist aga 40 sm-st sügavamal. Selle mulla ülemiste kihtide ajutine veerežiimi halvenemine kuivadel perioodidel on nähtavasti üheks põhjuseks, mis kutsub esile juurtemassi esinemise sügavamal.

Keskmiselt lagundunud turvasmulla ülemiste kihtide veerežiimi ja viljakust aitavad parandada maaparandusliku iseloomuga agrotehnilised võtted (intensiivne mullaharimine, savi pealevedamine jne.), mille eesmärgiks on väiksema d_{ef}-ga pooride arvu suurendamine.

Turvasmulla kuivendatud kihi vee- ja õhurežiimi mõju taimekasvule ning aeratsiooniprotsessidele

Seome järgnevalt keskmiselt ja hästilagundunud turvasmuldade veerežiimi iseärasused taimekasvu ja aeratsioonitingimustega.

Senised kuivenduskatsete tulemused näitasid, et keskmiselt lagundunud turvasmullal saadakse suuremad niidu-, karjamaa- ja põllukultuuride saagid sel juhul, kui vegetatsiooniperioodil on põhjavesi 75—80 sm-st sügavamal (I. Eiseni artikkel käesolevas kogumikus).

Nimetatud kuivenduse intensiivsuse puhul on 40 sm tüsedusega künnikihi keskmine veesisaldus vegetatsiooniperioodil mahuliselt 50—55% ning õhusisaldus 35—40%.

Kui keskmiselt lagundunud turvasmulla kuivendusintensiivsus on eespool nimetatust nõrgem, suureneb mulla veesisaldus ning väheneb õhusisaldus ja sellega koos vähenevad ka saagid (9).

Hästilagundunud turvasmullal, kus põhjavesi on vegetatsiooniperioodil 90—120 sm sügavusel, sisaldab 40 sm tüsedune künnikiht mahuliselt umbes 60—70% vett ning 18—28% õhku. Puudulikes kuivendusoludes, kus mulla veesisaldus hakkab tõusma ja õhuhulk langema, vähenevad põllukultuuride saagid ka hästilagundunud turvasmullal (9).

Toodud andmete põhjal selgub, et hästilagundunud turvasmulla künnikihi sisaldab võrdse intensiivsusega kuivendusoludes umbes 20—30% rohkem vett ja kuni poole vähem õhku kui keskmiselt lagundunud turvasmuld. Võrreldavad keskmised veesisalduse andmed künnikihi kohta on mõnevõrra väiksemad kui eespool märgitud veesisaldus mulla väliveemahutavuse piirides. Järelikult osutub kultuurtaimede kasvule optimaalseks selline mulla veesisaldus, mis on väliveemahutavusest väiksem.

Kirjeldatud nn. optimaalsetes kuivendusoludes saadi keskmiselt lagundunud turvasmullale 1955. a. varakevadel rajatud kultuurniidult järgmised heinasaagid: 1955. a. 49 ts/ha, 1956. a. 60 ts/ha ja 1957. a. 43 ts/ha. Samasugustes kuivendusoludes saadi hästilagundunud turvasmullale 1956. a. varakevadel rajatud kultuurniidult heina järgmiselt: 1956. a. 57 ts/ha ja 1957. a. 96 ts/ha.

Mõlemad kultuurniidud rajati varem kuivendatud ja kasutuses olnud pindadele.

Kuigi toodud heinasaagid ei ole, lähtudes katse metoodilisest küljest, omavahel täiel määral võrreldavad, näitavad nad siiski, et vee- ja õhurežiim mõjutab saagi suurust kummaski mullas erinevalt. Nii saadi hästilagundunud turvasmullalt tunduvalt suurem heinasaak sellistes künnikihi vee- ja õhurežiimi tingimustes, kus taimed keskmiselt lagundunud turvasmullal kannatavad liigniiskuse ja õhupuuduse käes. Oleks aga hästilagundunud turvasmulla õhusisaldus nii suur, kui see on taimekasvule optimaalne keskmiselt lagundunud turvasmullas, siis sisaldaks ta oma mahust umbes 48—53% vett. Selline veesisaldus hästilagundunud turvasmullas on aga ligikaudseks piiriks, millest alates mullavee pinge hakkab järsult tõusma (joonis 5).

Milleks vajavad taimed oma normaalseks kasvuks ühtedel turvasmuldadel ühesuguseid ja teistel hoopis teistsuguseid vee- ja õhurežiimi tingimusi? Pealegi, nagu selgus, osutub keskmiselt lagundunud turvasmullas kultuurtaimede kasvule optimaalseks selline veerežiim, kus ülemiste mullakihtide veesisaldus aeg-ajalt langeb närbumiskoefitsiendi lähedale ning peaks seega osutuma juurtoitumisele ebasoodsaks.

Püstitatud küsimus on seotud turvasmuldade füüsikalis-keemiliste omadustega ja mulla bioloogia valdkonda kuuluvate protsessidega (tabel 1), mis kokku moodustavad mulla potentsiaalse viljakuse. Seda kas või sellepärast, et ühesuguse kuivenduse intensiivsuse korral saadakse ligikaudu samade agrotehniliste võtete rakendamisel hästilagundunud turvasmullalt tunduvalt suuremad saagid kui keskmiselt lagundunud turvasmullalt. Järelikult peaks efektiivne viljakus, mis peegeldub saagi suuruses, olema potentsiaalse viljakuse funktsioon. Potentsiaalse viljakuse suunamiseks maksimaalselt efektiivsele viljakusele on aga vaja sellist künnikihi vee- ja õhurežiimi, mille kujundab vastavale turvasmullale omane väliveemahutavus, mitte aga põhjavesi intensiivse kapillaarvee tõusu kaudu.

Öeldut kinnitab asjaolu, et nendes vee- ja õhurežiimi tingimustes, kus saadi antud turvasmuldadele vastavad maksimaalsed põllukultuuride saagid, kogunes mulda vastav maksimaalne kogus nitraate ja liikuvat fosforhapendit. Ka kirjanduse andmeil loetakse nitrifikatsiooniprotsessidele soodsaimaks mulla veesisaldust, mis vastab väliveemahutavusele või on sellest väiksem (5).

Nähtavasti määrab väliveemahutavusele vastav veesisaldus mullas optimaalse õhuhulga alampiiri. Küsimus, miks kultuurtaimed lepivad hästilagundunud turvasmullal kasvades väiksema mulla õhusisaldusega, vajas lähemat selgitamist.

Kvantitatiivse õhusisalduse määramine nimetatud küsimusse selgust ei toonud. Seepärast selgitati VTI-2 süsteemi gaasianalüsaatori abil võrreldavate turvasmuldade õhu koostist O_2 ja CO_2 osas. Mullakihtide õhuläbilaskvuse ligikaudseks iseloomustamiseks (5) määrati süsihappegaasi difusiooniintensiivsust mullapinnalt B. N. Makarovi meetodil.

Analüüside tulemused näitasid, et kui veesisaldus mullas tõuseb taimekasvule optimaalsest kõrgemale, siis suureneb mullaõhu CO_2- ja väheneb O_2-sisaldus (tabel 4). Seejuures CO_2 difusiooni intensiivsus mullapinnalt ei suurenenud vastavalt CO_2 kontsentratsiooni tõusule mulla õhus. Järelikult halvenevad mullakihtide õhu läbilaskvuse tingimused koos mulla veesisalduse tõusuga.

Tabel 4

Põhjaveesügavuse mõju CO_2 difusiooni intensiivsusele ning CO_2 ja O_2 mahulisele vahekorrale mullaõhus

Keskmine põhjaveesügavus sm	Hästilagundunud turvasmuld			Keskmiselt lagundunud turvasmuld		
	80—90	60—70	50—60	80—90	60—70	50—60
Juunis eraldus CO_2 mg tunnis ruutmeetrilt	410	419	—	364	338	285
CO_2 % 25 sm sügavuses . .	1,2	1,7	—	1,6	3,9	6,7
O_2 % 25 sm sügavuses . . .	19,4	19,3	—	19,3	18,8	14,5
Oktoobri algul eraldus CO_2 mg tunnis ruutmeetrilt . .	93	88	98	78	78	41
CO_2 % 25 sm sügavuses . .	0,8	1,8	5,8	1,7	2,4	6,8
O_2 % 25 sm sügavuses . . .	19,8	19,6	15,7	19,1	18,0	14,1

CO_2 ja O_2 kontsentratsioon vegetatsiooniperioodil muutus mullaõhus suhteliselt vähem kui CO_2 difusiooni intensiivsus mullapinnalt (tabel 4). Sellest võib järeldada, et difusiooni intensiivsus, mis sõltub gaaside partsiaalrõhkudest ning adsorptsiooni- ja dessorptsiooniprotsessidest, on peamiseks mullaõhu koostise reguleerijaks.

Edasi selgub sama tabeli andmetest, et hästilagundunud turvasmulla pinnalt, võrreldes keskmiselt lagundunud turvasmullaga, on CO_2 difusiooni intensiivsus tunduvalt suurem. Järelikult on hästilagundunud turvasmulla õhuläbilaskvuse ehk aereerimise omadused paremad keskmiselt lagundunud turvasmulla omadest vaatamata väiksemale õhusisaldusele mullas. Seega pole üldiselt oluline, millisel mahulisel hulgal on mullas õhku, vaid see, kui kiire on gaaside vahetus atmosfääri ja mullaõhu vahel.

Et gaaside vahetuse intensiivsus sõltub mulla veesisaldusest, siis ei või see ületada pikemat aega väliveemahutavuse piiri.

V. Hellenurme uurimised Toomal näitasid, et turvasmulla hapendus-taanduspotentsiaal (*Eh* mV) sõltub aeratsiooniprotsesside intensiivsusest. Nimetatu iseloomustab mullas kulgevate biokeemiliste protsesside iseloomu, s. o. aeroobsete ja anaeroobsete protsesside omavahelist tasakaalu ning juurtoitumise tingimusi. Nitraatide kogunemisele ja juurte ainevahetusele on osutunud soodsamaks, kui mulla *Eh* on 430—460 mV piires. Väiksemate *Eh* väärtuste korral hakkavad taandusprotsessid ületama hapendusprotsesse.

Tabel 5

Turvasmulla hapendus-taanduspotentsiaali (*Eh*) sõltuvus lagundumisastmest ja põhjaveesügavusest 1956. a.

(V. Hellenurme andmetel)

Põhjavee-sügavus sm	90		108	76
Määramise sügavus sm	Hästilagundunud turvasmuld		Keskmiselt lagundunud turvasmuld	
	30.V	21.VI	30.V	30.V
	Eh millivoltides			
10	440	510	480	460
20	—	—	490	440
30	430	480	515	430
40	—	—	460	410
50	460	450	430	390
60	—	—	430	330
70	460	440	420	150
80	—	200	415	
90			390	

Otsustades tabelis 5 toodud *Eh* väärtuste järgi, selgub, et optimaalsetes kuivendusoludes on kuni põhjaveeni ulatuvas mullakihis võrdlemisi soodsad aeratsioonitingimused. Nõrgemini kuivendatud keskmiselt lagundunud turvasmullas langeb *Eh* juba 40 sm-st sügavamal alla 400 mV. Järelikult nii hapendus-taandus- kui ka aeratsi-

ooniprotsessid sõltuvad kuivenduse intensiivsusest ning neil on täita määrav osa mullaviljakuse kujunemisel. Seejuures ei sõltu aeratsiooniprotsesside intensiivsusest üksnes mulla bioloogiliste protsesside arengu suund, vaid suurel määral ka taime juurestiku elutegevus ja areng.

Eespool toodut kokku võttes:

1. Keskmiselt lagundunud turvasmuld, võrreldes hästilagundunud turvasmullaga, sisaldab mahuliselt ligikaudu poole rohkem aktiivseid poore.
2. Hästilagundunud turvasmullas jagunevad aktiivsed poorid d_{ef} järgi ühtlasemalt kui keskmiselt lagundunud turvasmullas.
3. Vett juhtivad poorid moodustavad keskmiselt lagundunud turvasmullas umbes 36% ja hästilagundunud turvasmullas umbes 16% kapillaarseist pooridest.
4. Hästilagundunud turvasmullas on vettpidavad poorid need, millede d_{ef} on 0,01—0,005 mm-st väiksemad. Keskmiselt lagundunud turvasmullas on vettpidavad aga juba 0,02 mm-st väiksema d_{ef}-ga poorid.
5. Kapillaarvee tõus kapillaarvööndist kõrgemal olevate mullakihtide vee- ja õhurežiimi märgatavalt ei mõjuta, mistõttu seal kujuneb väliveemahutavusele omane mulla vee- ja õhurežiim.
6. Hästilagundunud turvasmulla veesisaldus väliveemahutavuse piires on märgatavalt suurem ja õhusisaldus väiksem kui keskmiselt lagundunud turvasmullal.
7. Produktiivset veevaru iseloomustab ülevaatlikult kapillaarpotentsiaali mõjul kujunev mulla veepinge. Viimast on otstarbekas väljendada kas *pF*-iga või atmosfäärides.
8. Keskmiselt lagundunud turvasmullas on vesi ühesuguse niiskusesisalduse korral seotud tunduvalt väiksema energiaga kui hästilagundunud turvasmullal.
9. Keskmiselt lagundunud turvasmullas on veepinge heintaimede närbumiskoefitsiendi puhul umbes 5—7 atm, hästilagundunud turvasmullas on see 7—10 atm ehk *pF* kaudu vastavalt 3,77 ja 3,95.
10. Vihmavaestel perioodidel kujuneb optimaalsetes kuivendusoludes keskmiselt lagundunud turvasmulla ülemises (0—20 sm) kihis taimejuurtele vee omastamiseks ebasoodus veerežiim. Viimast põhjustab nähtavasti turvasmulla mahu intensiivne vähenemine veesisalduse langedes.
11. Hästilagundunud turvasmulla maht hakkab vähenema siis, kui veesisaldus langeb 54%-st allapoole ning veepinge tõuseb 1,2 atm-st kõrgemale. Keskmiselt lagundunud turvasmulla mahu vähenemine algab 45%-lise veesisalduse korral, millele vastab ainult 0,4 atm veepinge.
12. Võrreldavate turvasmuldade maksimaalse viljakuse kujundab selline künnikihi vee- ja õhurežiim, mis kujuneb väliveemahutavuse baasil. Vastavalt turvasmulla omadustele kujunev väliveemahutavus määrab õhuhulga alampiiri mullas, mis on vaja-

lik bioloogiliste protsesside ja taimejuurte arenguks ning selle normaalseks kulgemiseks.

13. Vaatamata hästilagundunud turvasmulla suuremale vee- ja väiksemale õhusisaldusele väliveemahutavuse puhul omab ta kõrgemat hapendus-taanduspotentsiaali. Ka aeratsiooniprotsessid on intensiivsemad kui keskmiselt lagundunud turvasmullas.
14. Hästilagundunud turvasmulla vee- ja õhurežiim erineb nii kvantitatiivselt kui ka kvalitatiivselt keskmiselt lagundunud turvasmulla omast. Hästilagundunud turvasmulla vee- ja õhurežiim on kultuurtaimede kasvule soodsam.

KIRJANDUS

1. Т. Н. Годнев и В. М. Терентьев. Влияние уровней грунтовых вод и влажности торфяной почвы на рост хлебных злаков и устойчивость их к полеганию. Биологические основы орошаемого земледелия. Изд. АН СССР, Москва, 1957.
2. С. И. Долгов. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений. Изд. Акад. Наук СССР, Москва, 1948.
3. А. В. Лыков. Явление переноса в капиллярно-пористых телах. Гос. изд. технико-теоретической литературы, Москва, 1954.
4. М. В. Маковский. Исследование полевой влагоемкости торфяных почв БССР при орошении.
5. М. Б. Рассел. Аэрация почвы и развитие растений. Физические условия почвы и растений. Изд. иностранной литературы, Москва, 1955.
6. Э. Рассел. Почвенные условия и рост растений. Изд. иностранной литературы, Москва, 1955.
7. Л. А. Ричардс и Ч. Вадлей. Почвенная влага и развитие растений. Физические условия почвы растений. Изд. иностранной литературы, Москва, 1955.
8. О. В. Шаповалова. Капиллярное испарение почвенной влаги и его роль в водном режиме почвы. Сборник: Биологические основы орошаемого земледелия. Изд. АН СССР, Москва, 1957.
9. И. А. Эйзен. Водно-воздушный режим торфяных почв и влияние его на урожай сельскохозяйственных культур. Сборник: Опыт освоения целинных земель в нечерноземной полосе. Сельхозгиз, М—Л, 1957.
10. U. Tomberg. Turbapinnaste veejuhtivus. Teaduslik-tehnilise informatsiooni bülletään nr. 1, Tallinn, 1957.
11. R. Wöhner. Bodenphysikalische Studien zur Darlegung des Wasserhaushaltes rekultivierter Kippen. «Wasserwirtschaft-technik» Nr. 1, 2, Berlin, 1956.

ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ НА СРЕДНЕ- И ХОРОШО РАЗЛОЖИВШИХСЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

И. ЭЙЗЕН,
научный сотрудник опытной базы «Тоома»,
кандидат сельскохозяйственных наук

Резюме

Цель настоящей работы заключается в выяснении закономерностей, существующих между глубиной залегания грунтовых вод, водно-воздушным режимом осушенной почвы и развитием культурных растений. Названные закономерности изучались в осушенном слое средне- и хорошо разложившейся торфяной почвы. Среднеразложившаяся торфяная почва состоит из тростниковых и осоковых фрагментов со степенью разложения 30—35%. В хорошо разложившейся торфяной почве (50—55%) преобладают древесные фрагменты. Данные, характеризующие свойства этих торфяных почв, приведены в таблицах 1 и 2.

В работе использованы данные опытов осушения низинного болота. Для определения характера пор торфяной почвы и высасывающей силы почвы проводились анализы с помощью вакуум-капилляриметра, сооруженного из водяных и ртутных манометров (причем применялся и химический метод).

Опытный материал указывает на следующее:

1) В почве со среднеразложившимся торфом почти на 50% больше активных пор (таблица 2, рисунок 1), чем в почве с хорошо разложившимся торфом, причем их объемное распределение по эффективному диаметру (d_{ef}) менее равномерно (рисунки 1, 2). В объемной единице торфяной почвы обеих сопоставленных почв преобладают активные поры с d_{ef} равным 0,005 мм (таблица 2, рисунок 2).

2) Хорошо разложившаяся торфяная почва содержит в осушенном слое, благодаря многочисленному наличию пор с меньшими d_{ef}, большие запасы воды, чем среднеразложившаяся торфяная почва (таблица 3, рисунок 3). Однако, объем воздуха в этих почвах складывается наоборот (таблица 4).

3) Подъем капиллярной воды не оказывает заметного влияния (таблица 3) на водно-воздушный режим слоев почвы, находящихся выше капиллярной каймы (рисунок 3), поэтому там обра-

зуется водно-воздушный режим, соответствующий полевой влагоемкости.

4) Полевой влагоемкости среднеразложенной торфяной почвы соответствует количество воды, составляющее примерно 55—65% от объема почвы. Полевая влагоемкость хорошо разложившейся торфяной почвы составляет 68—73%.

5) Влагоудерживающими порами в хорошо разложившейся торфяной почве являются поры с меньшим d_{ef}, чем 0,01 — 0,005 мм. В среднеразложившейся торфяной почве поры оказываются влагоудерживающими уже при d_{ef} меньше 0,02 мм. Поры, дренирующие влагу, составляют в среднеразложившейся торфяной почве примерно 36% из капиллярных пор, а в хорошо разложившейся торфяной почве — около 16%.

6) Продуктивный запас воды наглядно характеризуется натяжением почвенной влаги, созданной воздействием капиллярного потенциала. Натяжение почвенной влаги целесообразно обозначать через *pF* или в атмосферах.

7) При одинаковом содержании влаги среднеразложившейся торфяной почве вода связана значительно меньшим натяжением, чем в хорошо разложившейся торфяной почве (таблица 2, рисунки 4, 5).

8) В среднеразложившейся торфяной почве натяжение почвенной влаги при завядании трав составляет приблизительно 5—7 атм, тогда как в хорошо разложившейся торфяной почве оно равняется 7—10 атм или, выражая через *pF*, соответственно около 3,77 и 3,95 (рисунок 5).

9) В засушливые периоды, в условиях оптимального осушения в верхнем (0—20) слое среднеразложившегося торфа создается неблагоприятный водный режим для поглощения влаги корнями. (Такое положение объясняется, по-видимому, интенсивным уменьшением объема торфяной почвы (таблица 3, рисунок 6).

10) Объем хорошо разложившейся торфяной почвы начинает уменьшаться, когда содержание воды падает примерно ниже 54% и натяжение почвенной влаги поднимается выше 1,2 атм. Уменьшение объема среднеразложившейся торфяной почвы начинается приблизительно при 45% содержании влаги, чему соответствует только 0,4 атм натяжения почвенной влаги (таблицы 5 и 6).

11) Максимального плодородия сравниваемых торфяных почв можно достигнуть, создав водно-воздушный режим пахотного слоя, равный полевой влагоемкости. Полевая влагоемкость, образующаяся соответственно свойствам торфяной почвы, определяет в ней крайний предел количества содержания воздуха, необходимого для развития биологических процессов и нормальной жизнедеятельности корней растений.

12) Несмотря на большее содержание воды и меньшее содержание воздуха при полевой влагоемкости в хорошо разложив-

шейся торфяной почве, ей свойствен более высокий потенциал окислительных и восстановительных процессов (таблица 7). Процессы аэрации происходят там также интенсивнее, чем в торфе со средней степенью разложения (таблица 6).

13) Водно-воздушный режим хорошо разложившейся торфяной почвы количественно и качественно отличается от водно-воздушного режима среднеразложившейся торфяной почвы. При этом водно-воздушный режим осушенного слоя хорошо разложившейся торфяной почвы более благоприятен для развития культурных растений.

UURIMISTULEMUSI SOO-KULTUURNIITUDE ALALT

T. NÕGES,
Tooma katsebaasi teaduslik töötaja

Tooma katsebaas tegeleb põhiliselt söödatootmise küsimustega. Kõige paremaid tulemusi sootingimustes on saadud mitmeaastaste heintaimede kasvatamisel. Seetõttu on ka Tooma katsebaasi teaduslikus uurimistöös kõige enam käsitlemist leidnud soo-kultuurrohumaade rajamisega seotud probleemid. Esitatav Tooma katsebaasi soo-kultuurniitudealase teadusliku uurimistöö lühikokkuvõte aastatest 1910—1960 käsitleb vaid kõige tähtsamaid küsimusi neist.

Asjaolu, et mõned küllaltki olulised teemad soo-kultuurniitude alalt on puudulikult käsitletud või puuduvad üldse, tuleb seletada sellega, et kodanlikul ajal uurimistöö plaane ei koostatud sageli kompleksse test, üksteisega seotud küsimustest. See peegeldub muidugi ka esitatud kokkuvõttes.

Soo-kultuurniidu väetamisküsimuste käsitlemisel ilmneb, et kodanliku Eesti perioodil soovitatud väetisnormid olid praegustest suhteliselt madalamad. Tol ajal ei lähtutud väetisnormi valikul mitte maksimaalsest, vaid kasulikust saagist. Väetiste kalliduse tõttu olid sellest tuletatud nn. kasulikud väetisnormid võrdlemisi madalad.

Möödunud tööperioodil on Tooma katsebaasis põhjalikult uuritud soo-kultuurniitude rajamise aluseid hästi ja keskmiselt lagundunud turbaga madalsoos. Neid uurimistulemusi on laialdaselt rakendatud ka tootmises.

Maaparandustööde laienemise ja suurte soomassiivide kasutusele võtmisega on aga vabariigis teravalt kerkinud päevakorda vähelagundunud turvasmuldade kultuuri alla võtmine. Selle küsimuse valdkonnas põrkasid mõned aastad tagasi teatud raskustele nii tegelikud sooharijad kui ka Tooma katsebaasi töötajad. Tekkis vajadus, et katsebaasi teaduslik uurimistöö haaraks ka vähelagundunud turvasmuldi. Nüüd on nende alade jaoks välja töötatud eri mullaharimissüsteem, uued niidutüübid ja vastavad heinaseemnesegud. Antud küsimustega paralleelselt uuritakse vähelagundunud turvasmuldade lagundumise kiirendamise ja loodusliku lämmastiku mineraliseerumise aktiviseerimise probleeme.

1. Eesti NSV madalsoode kõlblikkus kultuurniitude rajamiseks

Eesti NSV-s on põllumajandusliku tootmise põhisuunaks loomakasvatus, mis vajab hästikorrastatud kindla saagivõimega intensiivselt tootvat söödabaasi.

Peamine osa söötadest toodetakse vabariigis senini põllul. Ülesharitud soodest kasutatakse peamiselt madalsoid ja nendega lähedasi siirdesoid. Kultuurrohumaid on soodesse rajatud veel vähe ja suhteliselt madala saagikuse tõttu pole need võimelised rahuldama loomakasvatuse suurenevaid nõudeid.

Soodesse ladestunud orgaanilise aine kasutamine on aga üheks tähtsamaks tootmise suurendamise lähteteguriks. Sellepärast on lähemate aastate jooksul tarvis veelgi intensiivistada maaparandustöid, et loomade talvine söötmine baseeruks peamiselt soos ja soostunud mineraalmaadel toodetud söötadel.

Looduslikud sood on äärmiselt madalasaagilised, sealt saadavad söödad on vähese väärtusega ning nende kogumine on kulukas ja palju tööd nõudev. Kui looduslik sooniit toodab vaevalt 200—300 sü, siis kõrgesaagiline kultuurniit võib toota kümme ja enam korda rohkem.

Ülesharitud madalsoos võime kasvatada peaaegu kõiki põllu- ja rohumaakultuure. Rohke lämmastikusisaldus, küllaldane veevaru ja taimekasvuks suhteliselt raskemad meteoroloogilised tingimused, eriti madalate temperatuuride esinemine taimekasvuperioodil, seab soos eelistatud olukorda rohumaakultuuri. Teraviljakultuuride kasvatamiseks on kasvutingimused soos ebasoodsad. Mineraalainete ja mitmesuguste mikroelementide nappus ja lämmastiku rohkus põhjustavad teraviljade tera kõlusust ja vilja lamandumist. Hoopis vastupidine on olukord mitmeaastaste heintaimede kasvatamisel turvasmuldadel. Lämmastikurikkad ja parasniisked soomaad on meie kliimatingimustes heintaimede viljelemiseks kõige sobivamad. Kultuurrohumaade rajamisega turvasmuldadele saame soode rikkalikke lämmastikuvarusid kõige ratsionaalsemalt söötade tootmise protsessi tõmmata. Teraviljade ja teiste kultuuridega võrreldes on heintaimede saagid turvasmuldadel stabiilsemad ja võimaldavad vähema inimtööjõu kuluga toota pinnaühikult rohkem sööta.

Soode uurimistulemustest ja keemilise analüüsi andmetest nähtub, et Eesti NSV madalsood on küllaltki kõrge N- ja Ca-sisaldusega, mis annab neile kõrge viljelusväärtuse (tabel 1). Ent soode kultiveerimisel omab otsustavat tähtsust veel turba lagundumisaste. Rohkearvuliste katsetega on leidnud kinnitamist tõsiasi, et mida kõrgem on turvasmulla lagundumisaste, seda suuremad on mulla mineraliseerunud lämmastiku- ja teiste taimetoitainete varud, seda kõrgem on mulla viljakus.

Mulla viljakuse taseme järgi saame Eesti NSV turvasmuldi jagada kahte suurde gruppi: vähe- kuni keskmiselt lagundunud ja hästilagundunud turvasmullad.

Joonis 1. Soo-kultuurniidu hein on Tooma katsebaasi piimakarja põhiline sööt talveperioodil.

Рис. 1. Сено культурных сенокосов осушенных торфяников — основной зимний корм молочного скота опытной базы «Тоома».

Tabel 1

Sootüüpide turvasmuldade keemiline koostis künnikihis (0—40 sm)

	pH (KCl leotises)	Kuivaines %-des				
		tuhka	CaO	P_2O_5	K_2O	N
Madalsoo	4,2—7,3	8,4—12,2	3,5—5,2	0,13—0,18	0,05—0,1	2,7—3,1
Siirdesoo	3,8—4,1	5,8	2,3	0,16	0,05	1,9
Kõrgsoo	2,7—3,7	2,7	0,4	0,10	0,03	0,8

Hästilagundunud turvasmuldade (lagundumisaste 35—65%) kultiveerimise agrotehnika aluste väljatöötamine on Toomal põhiliselt juba lõpetatud. Nende turvasmuldade kultiveerimine on vähelagundunud muldadega võrreldes lihtsam ja odavam. Hästilagundunud turvasmullale rajatud kultuurniitude saagikus on kõrgem ja püsivam.

Vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmuldade (lagundumisaste kuni 35%) viljelusväärtus on tunduvalt madalam. Kultuur-

heinasaagid neilt pindadelt on väiksemad ja niidukamar lühema kestusega. Nendel turvasmuldadel rakendatavate agrotehniliste võtete, kultuuride valiku ja teiste abinõude kompleks on suunatud selliselt, et tõsta turba lagundumisastet, s. o. aktiviseerida orgaanilise lämmastiku mineraliseerumist. Kultuurniidu rajamisel vajavad need mullad pikemat ettevalmistusperioodi, spetsiaalseid heinaseemnesegusid ja eri olukordadel isegi mineraalse lämmastiku juurdeandmist.

Et Eesti NSV-s moodustavad vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmullad madalsoodest üle poole, siis on spetsiaalne agrotehniliste võtete ja kultuuride valiku kompleks nende turvasmuldade jaoks erilise tähtsusega.

2. Soo-kultuurniidu kuivendus

Uurimistulemused on näidanud, et soos vajab kultuurniit niisama intensiivset kuivendust kui kõik teisedki kultuurid. Kõrgete saakide produtseerimiseks vajavad niidutaimed eriti rohkesti lämmastikku. Nitrifikatsiooniprotsess turbas kulgeb mikroobide toimel intensiivselt vaid hästikuivendatud turvasmullas.

Pärast esmast soo vajumist kujuneb taimekasvuks optimaalne künnikihi niiskusesisaldus siis, kui põhjavesi on sügavamal kui 80 sm. Mida kõrgemale ulatub põhjavesi, seda nõrgem on taimekasv, sest nõrgema kuivenduse puhul toimub nitrifikatsiooniprotsess aeglaselt ja mulda koguneb vähem taimetoiteelemente.

Põhjavee seisu mõju heintaimiku liigilisele koostisele avaldus peamiselt selles, et nõrgema kuivenduse korral kõigi kultuurtaimede võrsumine ja kasv aeglustus ning tõusis umbrohtude hulk.

Vastupidi varasemale tõekspidamisele määrati kindlaks, et madalsoos (turbakihi tüsedusega üle 1 m) ülekuivendust praktiliselt ei esine. 80 sm sügavune põhjaveeseis on piiriks, kust alates künnikihi niiskuse- ja õhurežiim muutuvad põhjaveest vähe olenevaks. Põhjaveesügavuse korral üle 80 sm ei olnud seost põhjavee ja künnikihi vee vahel.

Hästikuivendatud turvasmuldadel tekib veevaru peamiselt kevadistest sulavetest ja sademetest.

Põhjaveest umbes 30—40 sm kõrgemal asub turvasmullas aktiivse kapillaarvee horisont (kapillaarvööde), mis on liikuv ja oleneb otseselt põhjavee tasemest. Viimane tuleks viia niipalju alla, et aktiivse kapillaarvee horisont ei ulatuks künnikihini. Kui kapillaarvee horisont ulatub künnikihti, tekib künnikihi veega üleküllastus, mis kutsub esile mulla mikrobioloogilise elu soikumise ja väärtuslike niidutaimede kiire hääbumise.

Põhjaveepinna kõikumise uurimine selgitas, et niidutaimede kasvu intensiivsuse kogu vegetatsiooniperioodiks määrab kevadine põhjavee sügavus, mis peab olema vähemalt 65 sm. Kõrge põhjaveeseis mais ja juunis pidurdab peamiselt taimede juurekava nor-

maalset väljaarenemist, mis omakorda ei luba hiljem küllaldaselt areneda ka maapealsetel osadel (vt. artikkel «Kuivenduse intensiivsuse mõju turvasmullale ja taimekasvule»).

3. Sookünd ja heinaseemne külvile eelnev maaharimine

Kõrgesaagiliste kultuurniitude rajamisel omab väga suurt tähtsust turvasmuldade harimine ja külviks ettevalmistamine. Künni ja harimise eesmärgiks on sügava ja bioloogiliselt aktiivse künnikihi loomine. Pikaaegsetest kogemustest selgus, et metsa ja võsa alt tulnud, sageli täiesti sammaldunud märgadel madalsoopindadel ei anna pealtparandusvõtted mingisugust efekti. Need turvasmullad kuuluvad kõik põhilisele parandusele, s. o. ümberkünnile.

Vastavalt turvasmulla lagundumisastmele töötati Toomal välja kaks harimissüsteemi: hästi- ja vähe- kuni keskmiselt lagundunud madalsooturvasmuldadele.

I. Harimissüsteem hästilagundunud madalsooturvasmuldadele

Uudiskünni aastal:

1. Uudiskünd 35—40 sm sügavuselt (suve lõpust kuni hilissügiseni).
2. Uudiskünni randaalimine 1—2 korda 5—10 päeva pärast künti, libistaja agregaadis.

Uudiskünnile järgneval aastal:

1. Turvasmulla randaalimine 1—2 korda kevadel enne heinaseemne külvi.

II. Harimissüsteem vähe- kuni keskmiselt lagundunud madalsooturvasmuldadele

(Kultuurniidu eelviljaks üheaastased kultuurid kahel aastal)

Uudiskünni aastal:

1. Uudiskünd 35—40 sm sügavuselt suvel.
2. Uudiskünni randaalimine 2—3 korda suvel, libistaja agregaadis.

Uudiskünnile järgneval aastal (esimesel kasutusaastal):

1. Turvasmulla randaalimine 2 korda kevadel enne esimese eelvilja külvi.
2. Turvasmulla randaalimine kohe pärast esimese eelvilja koristamist — 2 korda.

3. Teistkordne turvasmulla künd uudismaa-adraga 20—25 sm sügavuselt 10—15 päeva pärast randaalimist.
4. Teistkordse künni randaalimine 2 korda 3—5 päeva pärast kündi, libistaja agregaadis.

Teisel kasutusaastal:

1. Turvasmulla randaalimine 2 korda kevadel enne teise eelvilja külvi.
2. Turvasmulla randaalimine kohe pärast teise eelvilja koristamist — 2 korda.
3. Kolmas turvasmulla künd uudismaa-adraga 25—35 sm sügavuselt 10—15 päeva pärast randaalimist.
4. Kolmanda künni randaalimine 2 korda 3—5 päeva pärast kündi, libistaja agregaadis.

Kolmandal kasvuaastal:

1. Turvasmulla randaalimine 2 korda kevadel enne heinaseemne külvi.

Vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmuldadel aitab bioloogiliselt aktiivset künnikihti moodustada eel- ja vahekultuuride perioodil tehtav kihiline järk-järgult sügavnev sookünd. Künnikihi töötlemine antud meetodil oleks järgmine: umbes 40 sm sügavuse uudiskünniga pööratakse pindmine loodusliku soo aktiivsem mullakiht vaopõhja. Uudiskünd randaalitakse kohe künni järel ning ka järgneval kevadel külvi eel. Pärast esimest eelkultuuri randaalitakse pinnas kahel korral raske randaaliga ja küntakse 10—15 päeva pärast (tingimata soojal perioodil) uudismaa-adraga 20—25 sm sügavuselt. Selline eelkultuurile järgnev künnieelne pinna randaalimine raske randaaliga (БТД-2,2) on andnud kultuurheina tunduvat enamsaaki. See agrotehniline võte väldib pindmise viljaka ja bioloogiliselt aktiivse mullakihi jäämist künnivao põhja ja rikastab selle mullaga ühtlaselt tervet künnikihti.

Teistkordse künni järel, mõne päeva möödumisel, randaalitakse muld jällegi üle. Järgmisel aastal toimub turvasmulla harimine täpselt sama skeemi järgi. Sookünni sügavus sel puhul on aga 25—35 sm.

Seega töödeldakse eelkultuuride perioodi vältel kahe ja poole aasta jooksul kogu künnikiht järk-järgult põhjalikult läbi ning rikastatakse iga kihti kultuurtaimede juurejäätmetega ja bioloogiliselt aktiivsema pindmise mullaga, millest tulenevalt suureneb turba lagundumisaste ja tõuseb mulla viljakus.

Kui kasvatada eelkultuurina kahel aastal talirukist või ristikut, piirdub niidueelne mullaharimisperiood üheaastase töödetsükliga, kusjuures künni sügavus küünib siis 30 sm-ni.

Sellest järeldub, et vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmuldadel tuleb bioloogiliselt aktiivse, viljaka künnikihi moodustamiseks meile juba tuntud harimisvõtted läbi viia tihedamalt ja võimalikult soojemal ajal.

Kultuurniidu rajamisel turvasmullale on tarvilik uudiskünd. Seda tehakse spetsiaalsete uudiskünniatradega (ПКБ-56, ПКБ 54-2, ПБЯ-56, eesti ader, ribihõlma ja käärlõikeseadeldisega varustatud ader) 30—40 sm sügavuselt künniviilu täieliku ümberpööramisega.

Sügav sookünd kindlustab kultuurniidult kõrgema heinasaagi, sest künnikihi taimetoitainete sisaldus oleneb künnikihi tüsedusest (tabel 2).

Tabel 2

Keskmiselt lagundunud turbaga madalsoo künnikihi taimetoiteelementide sisaldus Toomal

Künni sügavus sm	Taimetoitaineid kg 1 ha kohta			
	CaO	P_2O_5	N	K_2O
10	5 700	340	5 200	130
15	8 600	510	7 800	200
20	11 500	680	10 300	260
25	15 600	850	12 700	340
30	19 800	1 030	15 100	430
35	23 900	1 200	17 400	510

Kuivendatud vähelagundunud turbaga soo-uudismaade ülesharimise agrotehniliste võtete uurimise tulemused (5) ning mulla mikrofloora arenemise dünaamika (5) näitavad uudiskünni ja järgmiste kündide sügavuse suurt mõju heinasaakide kujunemisele. Erandjuhtudel, kus turvasmullal enne uudiskündi oli ülemise (10—12 sm) turbakihi lagundumisaste 25—30% ja selle all oleval kihil 17—20%, osutus sügav uudiskünd (40 sm) kultuurniidu esimesel kasutusaastal vähem efektiivseks kui madalam (25—27 sm) künd. Nii saadi 25—27 sm sügavuse künni puhul kultuurheina esimesel aastal 23% võrra rohkem kui 40 sm sügavuse künni puhul.

Nitrifitseerivate mikroorganismide hulk oli madalamalt küntud alal kultuurniidu esimesel kasutusaastal 8—10 korda suurem kui sügavalt küntud aladel. Aastate keskmine kultuurheinasaak oli siiski sügavama uudiskünni puhul suurem (tabel 3).

Tabel 3

Kuivheinasaagid olenevalt uudiskünni sügavusest Toomal
(1955.—1958. a.)

Uudiskünni sügavus sm	4 a. keskmine saak ts/ha
25	40,2
40	47,9

Sügava uudiskünni puhul vähelagundunud turvasmullal on mitmeaastaste heintaimede külviks ettevalmistamisel eelkultuurile järgnev künd andnud paremaid tulemusi kui ainult purustamine raske randaaliga 22—25 sm sügavuselt. Teistkordne sügavkünd suurendas saaki madalsooniidul 5,7—25% võrreldes saakidega raske randaaliga purustatud pindadelt. Vastupidi, kui uudiskünd oli madal ning kaheaastasel eelkultuuride perioodil valmistati pind külviks ette vaid randaaliga, andis teistkordne sügavkünd väiksema efekti kui randaaliga purustamine.

Künniaegade võrdluse uurimisel selgus, et sookünd, eriti uudiskünd, peab toimuma suvel või hiljemalt sügis-suvel. Mida väiksem on turvasmulla lagundumisaste, seda varem tuleb künda. Varajane künd, mis teostatakse soojal ajal, soodustab mikrobioloogilist tegevust ja suurendab mineraliseerunud taimetoitainete varusid mullas. Seevastu hästilagundunud turvasmulda võib künda isegi hilissügisel.

Sookünni randaalimisega ei tohi hilineda. Rohkearvulised katsed on näidanud, et sookündi tuleb randaalida, olenevalt turvasmulla lagundumis- ja niiskuseastmest (turvasmulda randaalida vaid siis, kui turvas on niiske), 2—3 päeva jooksul pärast künd 2—3 korda. Tööd alustada piki künd, hiljem teisel-kolmandal käigul liikuda risti ja põiki.

Kevadiste keltsalt toimuvate harimistööde normaalseks teostamiseks tuleb eelmise aasta suvel või sügisel küntud soo tingimata külmumise eel tasaseks harida.

Katsetulemustest selgus, et intensiivne mullaharimine (künd, randaalimine) andis märgatavalt paremaid tulemusi heades kuivendustingimustes (tabel 4).

Tabel 4

Turvasmulla harimise mõju erineva kuivendusintensiivsusega pindadel
(1955.—1957. a.)

Põhjavee-sügavus sm	I niite heinasaak ts/ha					
	ainult randaalimisega külviks ettevalmistatud pinnalt			künni ja randaalimisega külviks ettevalmistatud pinnalt		
	1955	1956	1957	1955	1956	1957
üle 75—80	32	55	19	60	68	29
60—70	22	47	14	30	47	15
40—50	—*	32	8	—*	33	8

* Vähese rohukasvu tõttu saaki ei määratud.

Vaatlused ja uurimised on näidanud, et keskmiselt ja vähelagundunud turvasmullale rajatud kultuurniidul hakkavad heinasaagid 3.—4. kasutusaastal langema. Selgus, et heintaimede kasvu inten-

siivsus oleneb peamiselt turvasmulla lämmastikurežiimist. Järelikult põhjustab niidusaakide langust lämmastikulise toiterežiimi halvenemine künnikihis. Puudulikes kuivendusoludes oli heinasaakide langus kiirem kui hästikuivendatud ja rohkem lagundunud turvasmullal. Sellest järeldub, et puuduliku kuivenduse puhul on lämmastikulise toiterežiimi tingimused halvemad (4).

Turvasmuldades esinevate mikrobioloogiliste protsesside tundmaõppimine võimaldas kindlaks teha suuri muudatusi mikrofloora koosseisus seoses mitmesuguste harimisvõtetega ja kultuuride järjestusega. Kuivendamise ja ümberkünni mõjul mulla mikrobioloogiline tegevus intensiivistub, suureneb aeroobsete ja anaeroobsete vormide hulk, ilmuvad uued mikroorganismide grupid — tselluloosilagundajad ja nitrifitseerijad, mida ei esinenud ülesharimata soos. Mida kauem turvasmuldi kultiveeritakse, seda enam kasvab mikroorganismide hulk.

On tehtud kindlaks, et tselluloosilagundajate arenemise intensiivsus sõltub turba lagundumisastmest ja viljeldava kultuuri liigist. Viki-kaera segatise all oli ülemises vähelagundunud turbakihis tselluloosilagundajaid 10 korda rohkem kui samades tingimustes kultuurniidu kamara all (5).

4. Soo-kultuurniidu väetamine

Kõrgete heinasaakide tootmiseks tuleb kultuurniitusid tugevasti väetada. Niidu väetamisel soos tuleb lähtuda turvasmulla taimetoiteelementide sisaldusest ja niiduheinaga ära viidava ning põhjaveega ära uhutava toitainete hulga suurusest.

Fosfori- ja kaalisisaldus on turvasmullas üldiselt niivõrd madal (tabel 1), et neid tuleb kultuurniidule igal aastal anda. Lämmastikukogused soodes on seevastu küllaltki suured ja seepärast võib mineraalset lämmastikku vaja minna ainult nõrgalt lagundunud turvasmulla puhul kõrsheintest koosnevale niidule.

Katsetulemused kinnitasid varasemaid uurimusi, et soo-kultuurniidu väetamisel omavad kaali- ja forforväetised täit efekti vaid koos andmisel. Jättes neist ühe andmata, langeb saak peaaegu väetamata niidu tasemele (tabel 5).

Tabel 5

Heinasaakide võrdlus erinevate väetistega väetamisel Toomal
(1925.—1927. a.)

	Väetamata	K	P	P + K
Keskmine kuivheinasaak ts/ha	23,1	26,4	29,7	40,7

Turbas sisalduv kaalium esineb võrdlemisi kergesti lahustuvate ühenditena, mistõttu taimede tarbimisest ülejääv osa võib mullast kiiresti välja uhtuda. Seepärast omab kultuurniidu väetamine kaaliväetistega, eriti vähelagundunud turvasmuldadel, suurt tähtsust. Et kaalivarusid mulda ei kogune, siis tuleb kaaliväetisi niidule anda tingimata igal aastal.

Hästilagundunud turvasmullal võib läbi saada väiksemate väetisnormidega. Kõrged kaaliväetisnormid andsid hästilagundunud turvasmullal suhteliselt väiksema kuivheina enamsaagi kui madalad normid (tabel 6).

Tabel 6

Heinasaakide võrdlus erinevate kaaliväetisnormide puhul hästilagundunud turbaga madalsoos Toomal

	Väetamata	P_{60}	$P_{60} + K_{45}$	$P_{60} + K_{90}$	$P_{60} + K_{135}$	$P_{60} + K_{135} + N_{30}$
Kuivheinasaak 15 a. keskmisena ts/ha . .	23,3	27,9	57,3	63,1	63,1	71,7
%	41,4	48,8	100,0	110,1	110,1	125,1

Märkus. Soomuld sisaldas pealmises (20 sm) kihis hektari kohta 10 857 kg CaO, 913 kg P_2O_5, 108 kg K_2O ja 9633 kg N.

Samadel katsetel selgus, et kaaliväetisnormi suurendamisel üle 90 kg K_2O hektarile kuivheinasaagid ilma lämmastikväetist lisamata enam ei tõusnud.

Selgitati, et väetisena antud kaali hulga ja heina kaalisisalduse vahel valitseb teatav seos. Suuremate kaalikoguste puhul tõuseb ka koristatud heina kaalisisaldus (tabel 7), (3).

Kaali hulk heinas ei suurene aga lõputult, sest väga suuri kaali annuseid ei suuda taimed omastada. Alles lämmastiku lisamine, mis kutsub esile heinasaagi tõusu, tõstab ka kaali omastamist heintaimede poolt pinnaühiku kohta.

Katsetega selgitati, et hästilagundunud madalsooturbal on hektarilt 50 ts kuivheina tootmiseks vaja niidule anda aastas 40—50 kg K_2O ha kohta, 60 ts kuivheina tootmiseks 60 kg K_2O, 70 ts tootmiseks 75—80 kg K_2O ja 80 ts tootmiseks 90—100 kg K_2O (3).

Viimaste aastate uuemate uurimuste järgi vajab vähelagundunud turvasmuldadele rajatud kultuurrohumaa kamar mineraalse lämmastiku kasutamisel aga 30—40% kõrgemaid kaaliväetisnorme.

Kaaliväetiste efekti uurimistel andis 1 kg K_2O hästilagundunud madalsooturvasmullal ümmarguselt 40—42 kg absoluutkuiva heina.

Tabel 7

Heinas sisalduva K_2O hulga võrdlus mitmesuguste kaaliväetisnormide puhul madalsooniidul Toomal

	Väetamata	P_{60}	$P_{60} + K_{45}$	$P_{60} + K_{90}$	$P_{60} + K_{135}$	$P_{60} + K_{135} + N_{30}$
Väetises antud K_2O kg/ha	—	—	45,0	90,0	135,0	135,0
Heinas saadud K_2O kg/ha 1928. a. keskmine	5,7	4,1	44,9	94,8	120,7	136,1
Heinas saadud K_2O kg/ha 1929. a. keskmine	7,7	5,4	45,2	89,0	115,3	127,3

Fosforväetis

Turbas esinevad fosforühendid on vähe liikuvad. Nende mullast väljauhtumine toimub aeglaselt ja vähesel määral. Fosfori vähese liikuvuse tõttu koguneb teda suuremate väetisnormide puhul mulda varuks, mis avaldab järelmõju mitme aasta jooksul. Paljude katsete tulemused on näidanud, et Eesti NSV soo-kultuurniitude väetamisel on superfosfaadi kõrval osutunud efektiivseks fosforväetiseks fosforiit. Eriti häid tulemusi saadi fosforiidiga väetamisel happelise reaktsiooniga turvasmullal (tabel 8) (2).

Tabel 8

Fosforiidi efektiivsus erineva happelisusega turvasmuldadel Toomal ja Oidremal

Väetisnorm hektarile	pH 5,04		pH 6,0	
	8 a. keskmine kuivheinasaak Tooma madalsoos		5 a. keskmine kuivheinasaak Oidrema madalsoos	
	ts/ha	%	ts/ha	%
1. 100 kg K_2O (2,5 ts kaalisoolana) + 30 kg P_2O_5 (1,66 ts superfosfaadina)	47,14	100,0	66,96	100,0
2. 100 kg K_2O (2,5 ts kaalisoolana) + 15 kg P_2O_5 (0,83 ts superfosfaadina) +15 kg P_2O_5 (0,75 ts fosforiidina)	42,24	89,6	62,20	92,9
3. 100 kg K_2O (2,5 ts kaalisoolana) + 30 kg P_2O_5 (1,5 ts fosforiidina)	43,16	91,5	43,18	64,5

Mida suurem on turvasmulla happelisus, seda paremini omastavad taimed fosforiidis sisalduvat fosforhapendit.

Madalsooniidu väetamisel fosforväetistega saadi (kaaliväetise foonil 5—9 a. keskmine) superfosfaadiga keskmiselt aastas 53,2—82,1 ja fosforiidiga keskmiselt 46,1—75,5 ts kuivheina hektarilt (tabel 9).

Tabel 9

Fosforiidi efektiivsus soo-kultuurniidul Toomal keskmiselt lagundunud madalsooturvasmullal

3-katse (5 a.) keskmine

	Väetamata	K_{60}	$K_{60} + P_{30}$ (superfosfaat)	$K_{60} + P_{33}$ (fosforiit)
Kuivheinasaak ts/ha	14,8—40,4	19,2—62,0	53,2—82,1	46,1—75,5
%	21,5—49,2	27,8—75,5	100,0	86,7—92,3

Läbiviidud katsetest selgus, et võrreldes ainult kaaliväetist saanud niidupinnaga, saadi superfosfaadiga enamsaagiks 20,1—34,0 ts ja fosforiidiga 13,5—26,9 ts kuivheina hektarilt.

Tähelepandavat efekti madalsooniitude väetamisel omab ka segafosfaat. Toimelt on ta peaaegu võrdne superfosfaadiga (tabel 10), (3).

Tabel 10

Segafosfaadi efektiivsus soo-kultuurniidul vähelagundunud madalsooturvasmullal (pH 5) Toomal

(5 a. keskmine)

	Väetamata	K_{100}	$K_{100} + P_{27}$ (superfosfaat)	$K_{100} + P_{27}$ (fosforiit)	$K_{100} + P_{27}$ (segafosfaat)
Kuivheinasaak ts/ha	17,0	24,4	47,9	43,0	42,9
%	35,4	50,9	100,0	89,7	89,5

Võrreldes ainult kaaliga väetatud niidupinnaga, saadi segafosfaadiga enamsaagiks 18,5 ts, fosforiidiga 18,6 ts ja superfosfaadiga 23,5 ts kuivheina hektarilt. Segafosfaadi väetismõju, võrreldes superfosfaadiga (100,0%), oli 78,7% ja fosforiidil 78,9% (3).

Katsetulemustest selgus, et fosforväetistest omab kõige suuremat järelmõju fosforiit. Kahel esimesel aastal on fosforiidi väetav toime väiksem ja kolmandast aastast peale järelmõju järjest suureneb (tabel 11).

Tabel 11

Heinasaakide võrdlus fosforväetiste järelmõjul
(7 a. keskmine)

	Väetamata	K_{100}	$K_{100} + P_{30}$ (superfosfaat)	$K_{100} + P_{33}$ (fosforiit)
Kuivheinasaak				
ts/ha	11,8	15,3	34,9	55,9
%	30,5	40,0	100,0	160,1

Madalsooniidu väetamisel saadi kaaliväetise foonil superfosfaadi järelmõjuga 7 a. keskmisena kuivheinasaagiks 34,9 ts/ha (keskmine enamsaak 19,6 ts/ha). Fosforiidiga saadi aga 55,9 ts/ha kuivheina (keskmine enamsaak 40,6 ts/ha). P_2O_5 järelmõju osutus fosforiidis üle kahe korra (207%) suuremaks P_2O_5 järelmõjust superfosfaadis (2).

Küllaldast efektiivsust omab soo-kultuurniidu väetamisel ka granuleeritud superfosfaat (8). Granuleeritud superfosfaat niidu pealtväetamiseks ei kõlba. Teda saab anda vaid niidu rajamisel ning eel- ja vahekultuuride perioodil mulda (tabel 12).

Tabel 12

Granuleeritud superfosfaadi efektiivsus heintaimede külvieelsel väetamisel

Väetisnorm hektarile	Kuivheinasaak heintaimede külviaastal	
	ts/ha	%
I katse		
70 kg P_2O_5 — pulbrilise superfosfaadina + 120 kg K_2O — kaaliumkloriidina	51,1	100,0
35 kg P_2O_5 — granuleeritud superfosfaadina + 120 kg K_2O — kaaliumkloriidina	58,3	113,9
II katse		
60 kg P_2O_5 — pulbrilise superfosfaadina + 120 kg K_2O — kaaliumkloriidina	34,3	100,0
30 kg P_2O_5 — granuleeritud superfosfaadina + 120 kg K_2O — kaaliumkloriidina	33,0	96,2

Turvasmullas tallendunud lämmastikuühendeid saavad taimed kasutada vaid pärast mineraliseerumist. Olenevalt turba lagundumisastmest, võtab see vähem või rohkem aega. Uurimised on näidanud, et isegi soo intensiivse harimise käigus toimub see vähelagundunud turba puhul äärmiselt aeglaselt. Seepärast tuleb praktikas hinnata soomassiivi põllumajanduslikku kõlblikkust peamiselt turba lagundumisastme, mitte aga turba lämmastiku üldsisalduse järgi.

Hästilagundunud madalsooturvasmullas leiduvad lämmastikuvarud on taimede poolt võrdlemisi hästi omastatavad. Nad on küllaltki liikuvad ning seepärast on taimede tarbimisest ülejääv osa mullast kergesti välja uhutav.

Vähelagundunud turvasmullas on lämmastik taimedele raskesti kättesaadav. Et mineraliseerunud lämmastiku varu on napp, siis on ka väljauhtumine väike.

Tooma katsebaasi andmetel on kultuurniidu heinaga ära viidav lämmastiku hulk kõikunud keskmiselt 75—95 kg ümber hektarilt. Kõrge niiduheinasaagi tootmiseks on lämmastikväetised olnud vajalikud vaid vähelagundunud turbaga kõrrelisterohketele niitudele. Lämmastiku järele võib heintaimedel vajadus tekkida ka vegetatsiooniperioodi algul, millal mulla temperatuuri aeglase tõusu tõttu on nitrifikatsiooniprotsess mullas pidurdatud.

Küllaldast saagitõusu annavad mineraallämmastikväetised isegi keskmiselt lagundunud madalsooturvasmuldadel (tabel 13).

Tabel 13

Heinasaakide võrdlus keskmiselt lagundunud madalsooturvasmullal Toomal

	Väetamata	$P_{30} + K_{60}$	$P_{30} + K_{60} + N_{10}$	$P_{30} + K_{60} + N_{20}$	$P_{30} + K_{60} + N_{30}$
Kuivheinasaak ts/ha . . .	25,8	49,3	51,2	54,1	58,3
Enamsaak ts/ha	—	—	1,9	4,8	9,0

Lämmastikväetise efekt tõusis turba lagundumisastme langemisel. Vähelagundunud turbaga uudissoole eelkultuurita rajatud kultuurniidul oli lämmastikväetise efekt tunduvalt suurem.

Selgus, et 30 kg puhast lämmastikku hektarile (1,5 ts ammooniumsulfaati) andis vähelagundunud turvasmullale rajatud kultuurniidul kolmandal kasutusaastal 17,0 ts, neljandal 35,1 ts ja viiendal 19,3 ts kuivheina enamsaaki hektarilt (8). Katsetulemustel andis 1 kg puhast lämmastikku neljandal kasutusaastal 1,17 ts ja viiendal kasutusaastal 0,64 ts kuivheina enamsaaki hektarilt (tabel 14).

Tabel 14

Heinasaakide võrdlus (ts/ha) lämmastikuga väetatud vähelagundunud madalsooturvasmullal Toomal

	Soo-kultuurniidu kasutusaastad		
	kolmas (1956)	neljas (1957)	viies (1958)
P+K	56,0	47,4	45,7
P+K+N_{30} . . .	73,0	82,5	65,0
Enamsaak	17,0	35,1	19,3

Varasemates katsetes Toomal osutus ökonoomseks lämmastikväetisnormiks 30 kg puhast lämmastikku hektarile. Viimase viie aasta uurimustest on aga selgunud, et suhteliselt vähem lagundunud turvasmuldadele rajatud kultuurniitude väetamisel annavad häid tulemusi ka suuremad puhta lämmastiku kogused.

Lubiväetis

Soomuldadest vajavad lupjamist ainult happelise reaktsiooniga ja puuduliku lubjasisaldusega siirde- ja kõrgsooalad. Madalsooturvasmuldadel, mis sisaldavad CaO 2,5% piires (pealmises 20 sm sügavuses kihis 5000—6000 kg/ha) ja kus pH on 5,5—6,5 piires, ei ole lupjamine enam vajalik (erandi moodustavad mõned Lõuna-Eesti madalsood).

Rabade kultiveerimisel on lubiväetised osutunud vältimatuks. Lupjamata rabapinnal hävisid kultuurheintaimed varsti pärast tärkamist või kasvasid äärmiselt kiduralt. Tooma katsebaasi uurimustel on kõrgsoo turvasmullal lubiväetistest osutunud parimaks põlevkivituhk, mis andis kustutatud lubjaga võrreldes nelja aasta keskmisena P+K+N+Cu foonil 31,9% kuivheina enamsaaki (tabel 15), (8).

Tabel 15

Kuivheinasaak (ts/ha) kõrgsooniidu väetamisel lubiväetistega (CaO 4000 kg/ha)

	Aastad				4 a. keskmine	
	1948	1949	1950	1951	ts/ha	%
Lupjamata	*	—	—	—	—	—
Kustutatud lubi	12,2	88,0	50,8	28,6	44,9	100,0
Põlevkivituhk	27,8	110,9	62,0	36,0	59,2	131,9
Puutuhk	16,7	114,0	59,9	36,9	56,1	124,9

* Lupjamata katsealalt faktiliselt saaki ei saadud.

Kõrgsooniidule vajalike lubiväetisnormide väljatöötamisel selgus, et rabas (katse asus mineraalmaast 200 m kaugusel, turbakihi tüsedus 2—3 m, turba botaaniline koostis — *Eriophoreto-Sphagnetum*, lagundumisaste 15—20%, pH enne lupjamist 0—20 sm kihis 3,7 ja 20—40 sm kihis 3,8) andis 2000 kg CaO ha-le kõrrelisterohkel niidul juba küllaldasi tulemusi; lubjanormi suurenedes tõusid heinasaagid vähe (tabel 16) (8).

Tabel 16

Heinasaakide võrdlus erinevate lubiväetisnormide kasutamisel Tooma kõrgsoos
(1945.—1947. a.)

	Lupjamata	CaO kg/ha			
		2000	2000	4000	6000
		kustutatud lubjana	põlevkivituhana		
Keskmine kuivheinasaak					
ts/ha	10,0	58,8	59,0	60,6	62,4
%	100,0	588,0	590,0	606,0	624,0

Mikroväetised

Suurte ja täisväärtuslike heinasaakide kasvatamisel turvasmuldadel vajab valdav enamus sookultuure ka mikroväetisi. Tooma katsebaasi uurimustel on andnud suurimat efekti vaskväetised. Kõik teised uuritud mikroelemendid (B, Mg, Mn, Co, Fe, J) olid Tooma soodes niidutaimedele vähem tarvilikud (tabel 17).

Tabel 17

Mikroelementide mõju ristikute heinasaagile ja püsivusele keskmiselt lagundunud madalsooturvasmullal Toomal

Väetised	Punase ristiku kuivheinasaak ts/ha					Roosa ristiku kuivheinasaak ts/ha				
	a a s t a d									
	1948	1949	1950	1951	4 a. keskmine	1948	1949	1950	1951	4 a. keskmine
P+K	8,1	13,1	11,4	0,9	8,4	13,4	33,7	15,9	0,8	16,0
P+K+Cu	23,3	67,2	55,5	15,7	40,4	22,2	82,6	53,4	23,3	45,4
P+K+Cu+B	21,4	70,4	53,6	17,7	40,8	26,6	77,8	57,6	18,5	45,1
P+K+Ca	6,5	13,1	10,0	0	7,4	11,4	24,2	13,3	0	12,2
P+K+Ca+Cu	25,4	70,5	69,8	24,1	47,5	27,7	77,2	58,9	25,1	47,2
P+K+Ca+Cu+B	25,5	66,3	67,8	29,0	47,2	24,7	73,3	56,1	20,1	43,6

Vastavad uurimused on näidanud, et enamik meie turvasmuldi ei sisalda heinakasvuks vajalikul hulgal vaseühendeid (8). Küllaldast vaseühendite sisaldust esineb vaid mõningatel õhukese turbakihiga ja üleujutatavatel sooaladel.

Uurimisel selgitati põhilisi tegureid, mis mõjuvad turvasmuldade vasesisaldusele, ja seoseid turbas leiduva taimedele kättesaadava vasekoguse ning vaskväetise efektiivsuse vahel. Nimetatud uurimuste järgi suurenes kultuurniidu heinasaak vasevaestel turvasmuldadel vaskväetise andmisel 10—20%, samuti tõusis ka heina kvaliteet ja paranes ristikute rohukamaras püsimine. Nii saadi Tooma madalsoos vaskväetiste andmisel 4 a. keskmisena 20 ts kuivheina enamsaaki hektarilt. Heina toorproteiinisisaldus tõusis vaskväetise toimel 3 a. keskmisena 473 kg-lt 503 kg-le hektarilt. Ristikute osatähtsus kultuurniidu kuivheinas suurenes I niites 16,3%-lt 37,4%-le.

Vaskväetis on osutunud vältimatuks ka heinaseemne kasvatamisel madalsooturvasmullal. 1948.—1951. a. andis 40 kg $CuSO_4$ hektarile Toomal keskmiselt lagundunud madalsooturvasmullal puhaskülvil timuti puhul 163,2% kuivheina ja 2700% seemne enamsaaki, hariliku aruheina puhul 48,9% kuivheina ja 157,1% seemne enamsaaki, roosa ristiku puhul 151,0% ja punase ristiku puhul 346,8% kuivheina enamsaaki.

Vaskväetiste suhtes osutusid nõudlikeks timut, harilik aruhein, punane ristik ja roosa ristik, kuna nurmikatele avaldab vask vähem mõju.

Orgaanilised väetised

Sõnniku ja komposti andmine sooniitudele ei ole õigustatud. Kõrrelisterohkel kõrgsooniidul andis sõnnik (hobuse) väga nõrka efekti. Ristikurohkete segude kasutamisel on sõnnik osutunud seal ebaökonoomseks.

Orgaanilistest väetistest omab vähelagundunud turvasmuldadele rajatud soo-kultuurniidul perspektiivi vaid virts (tabel 18).

Tabel 18

Madalsooniidu heinasaakide võrdlus orgaaniliste väetiste kasutamisel vähelagundunud turvasmullal Toomal

	$P_{30} + K_{80}$	$P_{30} + K_{80}$ + 10 tonni sõnnikut	$P_{30} + K_{80}$ + 20 000 liitrit virtsa
Kuivheinasaak (6 a. keskm.)			
ts/ha	63,2	70,8	78,7
%	100,0	112,0	124,6

Soo-kultuurniidu varuväetised

Et kultuurniidule iga-aastase pealtväetisena antav kaali- ja eriti fosforväetis jääb valdavas osas mulla pealmistesse kihtidesse, siis arvati, et kultuurniidu rajamise eel tuleb ka sügavamaid mullakihte väetada, s. o. anda varuväetisi. Vastavatel uurimistel aga selgus (8), et kultuurniidu rajamise eel ei ole suured varuväetise kogused end õigustanud (tabel 19).

Tabel 19

Heinasaagid Toomal olenevalt väetiste andmise viisist, hulgast ja ajast (1948.—1950. a.)

Väetisnorm ja väetiste andmise viis		3 a. kestel antud väetiskogus	3 a. keskm. kuivheinasaak	
varuväetisena künni ja randaalimise eel	iga-aastase pealtväetisena (heinaseemnete külviaastal aga põhiväetisena)		ts/ha	%
I katse				
0 0	40 kg P_2O_5 80 kg K_2O	120 kg P_2O_5 240 kg K_2O	67,0	100,0
240 kg P_2O_5	80 kg K_2O	240 kg P_2O_5 240 kg K_2O	65,5	97,8
II katse				
0 0	60 kg P_2O_5 130 kg K_2O	180 kg P_2O_5 390 kg K_2O	84,6	100,0
120 kg P_2O_5 260 kg K_2O	30 kg P_2O_5 65 kg K_2O	210 kg P_2O_5 455 kg K_2O	82,1	97,0

Väetisnormid soo-kultuurniitudele

Varem saadud väetamiskatsete tulemuste ümberhindamisel ja uute uurimuste alusel töötati Tooma katsebaasis välja alljärgnevad kultuurniitude väetisnormid turvasmuldadele:

P_2O_5	45— 60 kg/ha	igal aastal
K_2O	90— 120 „	„ „
$CuSO_4$	20— 25 „	iga 4—6 a. järel
N	30— 60 „	igal aastal vähelagundunud madalsoo-, siirdesoo- ja rabaturvasmuldadel kõrrelistest koosnevatele niitudele
CaO	2000—4000 „	iga 8—10 a. järel siirdesoo- ja rabaturvasmuldadel kõrrelistest koosnevatele niitudele.

5. Eel- ja vahekultuurid

Eel- ja vahekultuurid valmistavad turvasmulda ette kultuurrohumaade viljelemiseks. Selle perioodi ülesandeks on turvasmulla bioloogilise aktiivsuse suurendamine, lagundumisastme tõstmine, lämmastiku mineraliseerumise kiirendamine, umbrohtude vastu võitlemine ja soodsamate eelduste loomine pinna tasandamiseks. Vastavalt turvasmulla omadustele kestab eel- ja vahekultuuride periood 1—2 aastat.

Eel- ja vahekultuuride mitteküllaldasel harimisel ja hooldamisel võib muld tugevasti umbrohtuda. Seepärast, kui turvasmuld on küllalt kõrge lagundumisastmega, pole Tooma katsebaasi kogemustel eelkultuure vaja kasvatada. Kultuurniit rajatakse siis kohe soo ümberkünni järel.

Varem, kui uudismaa harimise tehnika oli nõrk ja piiratud ning harimise algperioodil ei suudetud künnikihti küllaldaselt tasandada, soovitas Tooma katsebaas eelkultuuride kasvatamist peaaegu igasuguse turvasmulla lagundumisastme (ka hästilagundunud turba puhul), soo kännususe ja loodusliku sookamara sitkuse puhul. Nüüd, kus sooharijad on varustatud võimsa tehnikaga, mis liigub igasugusel pinnasel ja tagab kõikides tingimustes pinnase kõrgekvaliteedilise harimise kultuurniitude rajamiseks, pole eelkultuuride kasvatamine hästilagundunud turvasmuldadel enam vajalik.

Pikk eelviljaperiood pole ennast õigustanud. Toomal selgus, et isegi keskmiselt lagundunud turbaga madalsoos viis pikk eelvilja kasvatamise periood kultuurheinasaagi alla (tabel 20).

Tabel 20

Eelvilja mõju kultuurniidu kuivheinasaagile Toomal
(keskmiselt lagundunud madalsooturvasmullal 1930.—1938. a.)

	Heinaseemnesegu külvati (juulis)		
	esimesel sooharimise aastal (eelviljaks segatis)	teisel sooharimise aastal (eelviljaks kaks korda segatis)	kolmandal sooharimise aastal (eelviljaks segatis, kartul, segatis)
Kuivheinasaak ts/ha (1933.—1938. a.) . . .	53,3	52,3	43,1
%	123,6	121,1	100,0
Saak sü/ha (1933.—1938. a.)	2237	2044	2121
%	105,5	96,4	100,0

Eelkultuure on vaja kasvatada keskmiselt ja vähelagundunud turvasmuldadel. Ratsionaalselt kasvatatud eelkultuuride perioodil paraneb vähelagundunud turvasmulla vee- ja õhurežiim, inten-

siivistub nitrifikatsioon, suureneb turvasmulla lagundumisaste, mille tulemusena tõuseb mulla viljakus.

Vahekultuurid õigustavad end vana kultuurniidu uuendamisel ainult vähelagundunud turbaga umbrohupuhtal turvasmullal.

Otstarbekohasteks eel- ja vahekultuurideks kultuurniidule soos on segatis, kartul, söödajuurvili, sööda- ja peakapsas, suvi- ja talirukis, kanep, punane ning roosa ristik.

Vähelagundunud turvasmullal andsid eelkultuuridena segatis ja kartul rahuldavaid tulemusi. Liblikõielisterohke segatis oli siin efektiivsem (tabel 21) (8).

Tabel 21

Eelviljade mõju kultuurniidu saagile vähelagundunud madalsooturvasmullal Toomal

(1950.—1956. a.)

	Eelkultuurita	Eelkultuuriks		
		kartul (1 a.)	segatis (2 a.)	kartul + segatis (2 a.)
3 a. keskmine kuivheinasaak ts/ha	47,8	49,3	53,2	50,7

Tugevat järelmõju eelkultuurina omas vähelagundunud madalsooturvasmullal ristik.

Kaks aastat eelkultuurina kasvatatud roosa ristiku järel andis kõrrelisterikas madalsooniit kolme aasta keskmisena 82,9 ts kuivheina hektarilt.

6. Kultuurniidu kamara kujundamine turvasmuldadel

Heinaseemne külvid katteviljata ja kattevilja alla

Kultuurniidu rajamisel külvatakse heinaseeme nii kattevilja alla kui ka katteviljata. Külv kattevilja alla on vaid siis õigustatud, kui kattevili ei takista noorte heintaimede arenemist. Tihe ja lopsakas kattevili pidurdab eriti alusheinte (aasnurmika, valge ristiku jt.) arengut.

Tabel 22

Kattevilja mõju madalsoo kultuurniidu kuivheinasaagile Toomal

(1935. a.)

	Kattevili						Katteviljata
	segatis	kaer	suvirukis	suvinisu	oder	talirukis	
Kuivheinasaak ts/ha . .	79,6	85,5	78,0	76,8	65,8	88,7	89,5
%	89	95	87	86	73	99	100,0

Uurimustulemused on näidanud, et kultuurniidu rajamisel tuleb eelistada katteviljata heinaseemnekülve (tabel 22).

Eriti ohtlik on heinaseemet külvata kattevilja alla umbrohtunud pindadel, sest kattevilja perioodil on umbrohtude vastu võitlemine raskendatud. Toetudes katsetulemustele soovitab Tooma katsebaas eranditult kõik soo-kultuurniidud rajada katteviljata, eriti siis, kui heinaseemnesegusse on võetud alusheinte liike (aasnurmikat, valget ristikut). Ei tule karta ka külviaasta saagi (kattevilja) kaotust, kuna varakevadise (keltsapealse) heinaseemne külvi puhul saab noorelt niidult küllaltki suure saagi (kas kuivheinana või haljasmassina).

Külviviisid

Otstarbekohasteks heinaseemne külviviisideks kultuurniidu rajamisel on osutunud laialtkülv, reaskülv ja nende kombinatsioonid. Laialtkülvil eelistame masinakülvi käsitsikülvile. Mõlema viisi puhul tuleb peened, libedad seemned (timut, ristik) külvata eraldi sõklasematest. Töökäigud külvil olgu teineteisega risti. Paremaid tulemusi on andnud reaskülv kahe kuni kolme külvikastiga spetsiaalsete külvikutega (СУТ-47; СЗТ-47), kus erineva suuruse ja libisemisomadustega heinaseemned on asetatud eri külvikastidesse ja külvatakse eraldi ridadesse.

Veel paremaid tulemusi on andnud kombineeritud külviviis, kus suuremad, sõklasemad seemned (ohtetu luste, kerahein, harilik aruhein jt.) külvatakse reaskülvis 2—4 sm sügavuse seemendusega, kuna peenemad seemned (timut, ristik, nurmikas jt.) külvatakse sama masina eri külvikastist laialtkülvis.

Et selle külviviisiga saadakse suhteliselt suur tärkamisprotsent, siis võib sel puhul hästi ettevalmistatud muldadel heinaseemne väljakülvinormi isegi 10—15% vähendada. Samuti on niidukamarate umbrohtumine selle viisi juures väiksem, sest heintaimede tärkamine toimub ühtlaselt ja kiiresti.

Kõik laialtkülvis külvatud heinaseemned seemendatakse sisse raske sileda soorulliga. Ohtetu luste seemet võib mulda seemendada kerge randaaliga, mis puhul sektsioone tuleb vähe välja keerata.

Külviajad

Kultuurniidu rajamisel turvasmuldadele võib heinaseemet külvata aprilli keskelt juuli lõpuni. Pikaajaliste katsete andmeil on osutunud parimaks varakevadine külv (aprilli lõpus või mai alguses keltsale). Heinaseemnekülvide ühtlase tärkamise tähtsamaks eelduseks on küllaldane mulla niiskus, seda eriti pindmises kihis. Keltsale külvatud heinaseemnetele ongi mulla niiskus küllaldane nii idanemiseks kui ka taimede algarenguks. Kevadine külviaeg sõltub ka turvasmulla lagundumisastmest. On selgitatud, et mida vähem

turvasmuld on lagundunud, seda varem peab kevadel heinaseemet külvama. Kevadise külviaja peamiseks määrajaks on turvasmulla pindmise kihi kuivamise kiirus.

Hästilagundunud turvasmuldadel, kus niiskusereŽiim tärkamiseks on soodsam, võib heinaseemet kevadel ka hilisematel tähtaegadel külvata. Eriti kiiresti kuivavad pindmised kihid vähelagundunud turvasmuldadel.

Varakevadel rajatud kultuurniidul areneb enamik heintaimi suve jooksul küllaldaselt välja, andes sama aasta augusti lõpuks küllalt rahuldava saagi heinana või haljasmassina.

Häid tulemusi andis Toomal ka pealisheinterikaste segude külv hästilagundunud turvasmullale juulis. Suve lõpul sademete ja soojade ilmade tingimustes jõudis heinaoras talvitumiseks vajalikku arengufaasi.

Varasematel külviaegadel rajatud niitudelt saadi Toomal kõrgemaid kuivheinasaake (tabel 23) (8).

Tabel 23

Külviaegade mõju heinasaakidele Toomal

Külviaeg	Kuivheinasaagid			
	1951. a. (külviaasta)		1952. a.	
	ts/ha	%	ts/ha	%
Aprilli lõpus (keltsale)	33,4	100,0	94,7	100,0
Mai lõpus	29,9	89,5	88,1	93,0
Juuni lõpus	20,0	59,9	79,2	94,2
Augusti lõpus	saaki ei saadud	—	56,2	59,3

Tähtsamad soo-kultuurniidu heintaimed

Alljärgnevalt on iseloomustatud väärtuslikumaid soo-kultuurniidu heintaimi Tooma katsebaasi kogemustel.

Timut (*Phleum pratense* L.) on kõige tähtsam soo-kultuurniidu heintaim. Omades küllalt kõrget söödaväärtust, on ta soos saagirikas, talvituskindel ja kestev. Püsib niidukamaras kuni 10 aastat. Allub vaid ohtetu luste pealetungile. On vastupidav ka siirde- ja isegi kõrgsoodel. On vaskväetisenõudlik. Seemnesegusse võtta pinnaprotsentides hektari kohta: kestvama niidu jaoks 20—40% ja lühema kestusega niidu jaoks 40—60%. Annab madalsoos puhaskülvil kuni 100 ts kuivheina hektarilt.

Harilik aruhein (*Festuca pratensis* Huds.) on väärtuslik madalsooniidu taim. Kõrge söödaväärtusega, hea söödavusega ja võrdlemisi saagirikas. Soodsates tingimustes püsib niidukamaras 7—8 a. Talvitumisel kannatab sageli tugevasti ja on kevaditi

külmaõrn. Vaskväetisenõudlik. Allub ohtetu luste pealetungile. Seemnesegusse võtta pinnaprotsentides hektari kohta: kestvama niidu jaoks 10—20%, lühema kestusega niidule 10—25%. Võib anda madalsoos kuni 70 ts kuivheina hektarilt.

Keraheina *(Dactylis glomerata* L.) sobib peamiselt hästilagundunud turbaga viljakale madalsooniidule. Kõrge söödaväärtusega ja suure saagivõimega. Kevadel kaunis varajase algarenguga. Vaatamata reale headele omadustele pole ta soos külmaõrnuse tõttu kevadel saagikindel. Kevadised hilised öökülmad soos võivad mõnikord keraheina väga tugevasti kahjustada. Ei talu kõrget põhjavett. Niisketes lämmastikuvaestes tingimustes tuleb madalsooniidusegudest välja jätta. Seemnesegudesse võtta hektari kohta kestvama niidu puhul hästilagundunud turvasmullal 2—5%. Puhaskülvis annab madalsoos kuni 70 ts kuivheina hektarilt.

Ohtetu luste *(Bromus inermis* Leyss.) on suure väärtusega võsundiline niidutaim nii madal- kui ka isegi kõrgsooniidul. Saagirikas, kõrge söödaväärtusega ja hea söödavusega. Ei kannata kõrget seisvat põhjavett. Talub soos hästi öökülmasid, üleujutust ja ajutist niiskusepuudust. Kasvab hästi ka puhaskülvis.

Ohtetu luste on niidutaimedest kõige agressiivsem, tõrjudes taimikust teisi heintaimi välja. Soodsates kasvutingimustes muutub mõne aasta jooksul ainuvalitsevaks. Näiteks Toomal 1924.—1933. a. heinaseemnesegu katses, kus ohtetut lustet oli segusse võetud vaid 5% ehk 3,44 kg, levis ohtetu luste sedavõrd, et moodustas seitsmenda aasta lõpuks kuivheinasaagist 52%.

Seemnesegudesse tuleb ohtetut lustet võtta vaid kestvamatele niitudele 10—15%. Nõuab turvasmullal suhteliselt sügavat seemendust (5—6 sm). On varajaste niitude silmapaistev heintaim. Võib anda madalsoos puhaskülvil kuni 90 ts kuivheina hektarilt.

Aasrebasesaba *(Alopecurus pratensis* L.) on hea püsivusega, väärtuslik, kõrgesaagiline, võsundiline madalsooniidu taim. Kasvab hästi ka sügavalt kuivendatud viljakatel madalsooturvasmuldadel. Väetiste suhtes nõudlik. Kasvatatakse ka puhaskülvidena. Eriti varajase algarengu poolest sobib võtta peamiselt erilistesse varajastesse niidusegudesse. Kestvama niidu jaoks võtta segudesse 5—10%. Annab madalsoos puhaskülvis kuni 80 ts kuivheina hektarilt.

Aasnurmikas *(Poa pratensis* L.) on soo-kultuurniidu tähtsaim võsundiline alushein. Suure söödaväärtusega, kõrge saagikusega, eelistab viljakaid hästikuivendatud madalsoid. Aasnurmikat sobib kasvatada koos peaaegu kõigi niidutaimedega, ei kannata isegi ohtetu luste pealetungi all. Aasnurmikas muudab niidukamara tihedaks ja vastupidavaks. Kamaras domineerides takistab ta niidu umbrohtumist. Algareng on aeglane. Pika kamaraspüsimise tõttu (üle 20 a.) võtta vaid pikema kestusega niidusegudesse 10—25%. Kevadise varajase algarengu ja varajase niiteküpsuse tõttu sobib ka varajastele niitudele. Puhaskultuurina madalsoos annab kuni 65 ts kuivheina hektarilt.

Joonis 2. Ohtetu luste seemnepõld Tooma katsebaasis.
Рис. 2. Широкорядный посев костра безостого на семена на опытной базе «Тоома».

Soonurmikas (*Poa palustris* L.) on keskmise söödaväärtusega nõrgavõitu söödavusega suuresaagiline niiskuselembene igihaljas sooniidu taim. Kasvab rahuldavalt ka nõrgemini kuivendatud madalsoos, samuti ka siirde- ja kõrgsooniidul. Kevadel kaunis varajase algarenguga. Moodustab tiheda kamara. Lühikese püsimise tõttu (4—5 a.) võtta vaid lühema kestusega kultuurniidu seemnesegusse (5—15%). Annab madalsoos puhaskülvis kuni 100 ts kuivheina hektarilt.

Harilik paelrohi (*Phalaris arundinacea* L.) on perspektiivseks võsundiliseks heintaimeks soo-kultuurniidul. Kuivendatud, hästilagundunud turbaga viljakal madalsool on ta varajane, saagirikas ja püsiv. Kõrge valgu- ja küllaldase suhkrusisalduse poolest on varakult niidetud paelrohi kõrge söödaväärtusega ja hästi söödav. Peamist tähtsust omab ta varajaste niitude heintaimena. Kasvab edukalt ka puhaskülvis, andes madalsoos kuni 70 ts kuivheina. Koos aasrebasesabaga on Toomal varajasel niidul andnud kuni 130 ts kuivheina hektarilt. Soo-kultuurniidu segusse võtta 10—20%.

Roosa ristik (*Trifolium hybridum* L.) on soo-kultuurniidu taimikus tähtsaim liblikõieline. Kõrge põhjavee suhtes võrdlemisi

leplik. Püsib niidusegus vaid kaks aastat. Ristiku puhaskülvide kestus on turvasmullal mõnevõrra suurem, küündides esialgsetel uurimustel kuni nelja aastani. Roosa ristik on sobivaks niidutaimeks ka kõrgsooniidu taimikus, kus ta puhaskülvina on Toomal andnud üle 50 ts kuivheina. On väga vasenõudlik. Tundlik hilinenud esimese niiteaja suhtes. Täisõitsemisel niitmise korral läheb juba järgmisel aastal peaaegu täielikult kamarast välja. Seemnesegudesse võtta hästilagundunud turvasmulla puhul 10—20%. Vähemlagundunud turvasmulla puhul nii madal- kui kõrgsoos võtta 50—80% segu koostisest (pinnaprotsentides) või kasutada ristiku puhaskülve. On andnud Toomal külvijärgsel aastal puhaskülvina madalsoos kuni 70 ts kuivheina hektarilt.

Punane ristik (*Trifolium pratense* L.) (hiline tüüp) on soo-kultuurniidu hinnatud heintaim. Vastupidavus sootingimustele on mõnevõrra väiksem kui roosal ristikul, seepärast võetakse teda sooniidu segudesse roosa ristiku puudumisel või segus roosa ristikuga. Seemnesegusse võtta hästilagundunud turvasmulla puhul 10—20%. Vähelagundunud turvasmuldadele nii madal- kui kõrgsoos võtta segusse vaid koos roosa ristikuga 25—40% segu koostisest. Annab madalsoos puhaskülvina kuni 70 ts kuivheina hektarilt.

Soo-kultuurniidu tüübid

Soo-kultuurniitude rajamise viisidest kasutati nii puhas- kui ka segukülve. Välja arvatud mõned üksikud heintaimede liigid eritingimustes (ohtetu luste, paelrohi), andsid segukülvid kõrgemaid kuivheinasaake kui puhaskülvid. Liikiderohkel kamaral oli heina järelkasv ühtlasem, taimiku seis tihedam. Seguniidud osutusid püsivamateks ja saagikindlamateks. Segahein oli paremini söödav. Toomal väljatöötatud niidusegudes on kõrrelistele alati lisaks sisse võetud ristikud. Ristikud on kujunenud niidutaimiku oluliseks koostisosaks, tõstes kuivheinasaaki ja heina kvaliteeti (tabel 24).

Tabel 24

Puhas- ja segukülvis rajatud niidu kuivheinasaakide võrdlus keskmiselt lagundunud turbaga madalsoos Toomal

Aastad	Kuivheinasaak kahest niitest ts/ha	
	Kõrreliste segus 20% roosat ristikut	Roosa ristiku puhaskülv
1948 (külviaasta) . . .	48,0	38,2
1949	103,0	65,4

Uurimistöö niidutüüpide ja heinaseemnesegudega on Toomal toimunud asutuse rajamisest peale. Pikaajaliste ja paljude katsete tulemusel on välja töötatud mitmesuguseid niidutüüpe.

Seoses soode kultiveerimise tempo kiirenemisega ja laialdaste vähelagundunud turvasmuldade kasutusele võtmisega on kõrrelisterohketele niidutüüpidele lisaks võetud kasutusele ka ristikurohked niidutüübid. Vastavalt sellele on Toomal täiendatud ka senist niidutüübistikku.

Soo-kultuurniite võib jagada alljärgnevalt:

1. Lühema kestusega soo-kultuurniidud (kestus kuni 4 a.).
2. Pikema kestusega soo-kultuurniidud (kestus 10 a. ja rohkem).

Lühema kestusega soo-kultuurniite võib jagada:

1. Kõrrelisterohked võsundiliste heintaimedeta madalsooniidud (hästilagundunud turvasmuldadel).
2. Liblikõieliste-(ristikute-)rohked madalsooniidud (vähe- kuni keskmiselt lagundunud turvasmuldadel).
3. Liblikõieliste-(ristikute-)rohked niidud siirde- ja kõrgsoodel.

Pikema kestusega soo-kultuurniite võib jagada:

1. Kõrrelisterohked võsundiliste heintaimedega tavalise niiteajaga madalsooniidud (hästilagundunud turvasmuldadel).
2. Kõrrelisterohked võsundiliste heintaimedega varajase niiteajaga madalsooniidud (hästilagundunud turvasmuldadel).

Kõrrelisterohketeks tuleb lugeda soo-kultuurniite, kus heinaseemnesegusse on võetud ja heintaimikus esineb 20—25% liblikõielisi, ja liblikõielisterohketeks neid niitusid, kus heintaimikusse on võetud ja esineb 75—100% liblikõielisi.

Tooma katsebaasi uurimistöö plaanides on aastakümneid aktuaalne olnud soo-kultuurniidu kamara püsimise ja taimiku kestuse probleem. Kui kultuurniidud rajati varem valdavas enamuses mineraalmaa lähedastele hästilagundunud turvasmuldadele, siis näis, et nende püsimise probleem oli enam-vähem rahuldavalt lahendatud. Paljude katsete tulemusel püsisid spetsiaalselt valitud heinaseemnesegudega rajatud niidukamarad kümme ja isegi enam aastaid tootvana. Need olid peamiselt kõrrelisterohked, võsundiliste heintaimedega niidutüübid, mis annavad püsivalt kõrgeid heinasaake vaid hästilagundunud madalsooturvasmuldadel. Kui aga vabariigis maaparandustööde laienedes võeti ekspluatatsiooni juba keskmiselt ja vähelagundunud turvasmullad, siis eespool käsitletud heinaseemnesegudega rajatud kultuurniitude kamarate püsivus lühenes peaaegu 50% võrra ja langes tunduvalt ka kuivheinasaak ning selle kvaliteet. Selgus, et hästilagundunud turvasmuldadele väljakujundatud heinaseemnesegud ja agrotehnika ei anna vähelagundunud turvasmuldadel soovitud tulemusi. Kõrreliste saagi languse tingib vähelagundunud turvasmuldade lämmastikühendite seisund. Kuigi üldlämmastiku kogus on antud turvasmullas küllaldane (üle 3%), siis liikuvat, taimedele kättesaadavat lämmastikku on vähe. See ongi peamiseks põhjuseks, miks kultuurniidu kõrrelised neil muldadel on madala saagikusega ja lühikese kestusega. Vähelagun-

dunud turvasmuldade vaba lämmastiku hulk suureneb uuesti (paariks aastaks) pärast ümberkündi ja mullaharimist. Seepärast tuleb neid muldi kasutada lühema kestusega (3—4 a.) rohumaadena. Vajaduse korral tuleb rohumaaperioodi vahel kasvatada 1—2 a. vahekultuure. Sellest tulenevalt töötati Toomal välja vähelagundunud turvasmuldadele uus agrotehnika, selgitati niidueelseks perioodiks sobivad kultuurid ja täiendati niidutüüpe (lühema kestusega ristikute poolest rohked niidutüübid).

Kultuurniidu taimiku püsivuse uurimisel hästilagundunud madalsooturvasmuldadel selgitati, et taimiku kestus oleneb peamiselt heinaseemnesegudesse võetud võsundiliste heintaimede hulgast (aasnurmikas, ohtetu luste, paelrohi, aasrebasesaba, valge ristik), soode kuivenduse tasemest, niidu ratsionaalsest ekspluateerimisest ja eriti kasutatava turvasmulla viljakusest.

Kõrrelised eelistavad viljakaid, hästilagundunud turvasmuldi, kus vaba lämmastiku varud on suuremad, mistõttu kõrrelised annavad seal ka palju kõrgemaid saake kui ristikud. Väikese viljakusega, vähelagundunud turvasmuldadel muutuvad ka kestvamad heintaimede liigid, näiteks aasnurmikas, ebapüsivaks ja alaneb nende saagikus. Hästilagundunud, s. o. viljakal turvasmullal on ka ainult pealisheintest koosnevad lühema kestusega kultuurniidukamarad püsivamad. Alusheinte ja võsundiliste pealisheinte lisamisega niidusegusse saame niidu kestust pikendada ainult küllaldaselt lagundunud ja hästi kuivendatud turvasmuldadel.

Niidukõrreliste kamaras püsimise peamiseks teguriks on seega turvasmullas leiduva vaba, taimede poolt kergesti omastatava lämmastiku hulk. Hästilagundunud turvasmullas, kus vaba lämmastiku varud on küllalt suured, suureneb ka niidukamara püsivus.

Ristikute kasvatamise agrotehnika ja turvasmuldadel kamaras püsimise katsetest tehti järeldus, et vähelagundunud turvasmuldadel tuleb senise kõrrelisterohke niidutüübi asemel kasutusele võtta ristikuterohked niidutüübid. Ristikud arenevad neil muldadel hästi. Püsides seal kamaras 2—4 a., annavad nad suuri ja kõrgekvaliteedilisi kuivheinasaake.

Lisaks senisele, pikema kestusega kõrrelisterohke võsundiliste heintaimedega tavalise niiteajaga madalsooniidu tüübile töötati välja varajase niiteajaga kõrrelisterohke madalsooniidu tüüp.

Peamisteks niidutaimedeks on seal varajase niiteküpsusega aasrebasesaba, ohtetu luste ja paelrohi. Et tavalise niiteajaga madalsooniidud saavutavad niiteküpsuse enam-vähem üheaegselt ja senise heinakoristustööde mehhaniseerimistaseme juures esineb suuri raskusi nende õigeaegsel niitmisel, siis varajaste niitude rakendamisega saab heina kvaliteedi langust olulisel määral pidurdada ja heina vananemist vältida. Varajased niidud peaksid moodustama edaspidi 20—25% kultuurniitude üldpindalast.

Uurimusi ristikute kamaras püsimisest turvasmuldadel

Tooma katsebaasis töötati esialgselt välja ristikute kasvatamise ja kamaras püsimise agrotehnilised juhised vähelagundunud turvasmuldadele.

Kultuurniidu valgutoodangu suurendamise eesmärgil tehtud uurimustest selgus, et ristikute rohukamaras püsimine on vähelagundunud turvasmullal tunduvalt parem kui hästilagundunud turvasmullal.

Kui hästilagundunud turvasmuldadel ja ka mineraalmuldadel ristik niidusegus ei püsi üle kahe aasta, siis Tooma katsebaasis erilistes kasvutingimustes (tugev lubiväetis, Cu-väetis) võivad ristikud vähelagundunud turvasmuldadel nii madal- kui kõrgsoos puhaskülvis püsida kuni 4 a. Arvestades vähelagundunud turvasmuldade madalat viljelusväärtust kõrreliste kasvatamiseks, on söötade, eriti valgulise sööda tootmise tõhustamine neilt pindadelt ristiku näol eriliselt tähtis.

Katsetes Toomal täheldati ristikute head püsimist ka tavalises kõrrelisterohkes kõrgsooniidu kamaras. Isegi põhiväetisele (P + K + Ca + Cu) lisaks antud mineraalse lämmastiku foonil arenesid ristikud rabas palju paremini kui madalsooniidul. Kui hästilagundunud turbale rajatud madalsooniidu kamaras püsisid ristikud vaevalt 2 a., siis kõrgsooniidu kamaras vastupidi — ristikute hulk alates kolmandast kasutusaastast isegi suurenes (10—15% võrra), kusjuures nad püsisid kamaras kuni 8 a.

Nõrgemat kamaras püsimise võimet omas kõrgsoos punane ristik, kuna roosa ja valge ristik olid võrdselt rahuldava püsimisega, moodustades kaheksandal kasutusaastal niidutaimikust kokku 20%.

Punase, roosa ja valge ristiku puhaskülvid (1943.—1946. a.) arenesid P + K + Ca + Cu-väetistega väetades (P_2O_5 — 50 kg, K_2O — 100 kg, CaO — 2000 kg ja $CuSO_4$ — 25 kg/ha) ilma mineraalse lämmastikuta sfagnumturbaga kõrgsoos hästi ja andsid 4 a. jooksul kõrgeid ja kvaliteetseid kuivheinasaake.

Tabel 25

Ristikute kuivheinasaagid Tooma kõrgsoos
1943.—1946. a.

	Saagid ts/ha				
	1943	1944	1945	1946	4 a. keskmine
Punane ristik	17,8	60,2	59,4	53,8	47,8
Roosa ristik	20,4	55,1	54,8	43,7	43,5
Valge ristik	8,4	40,2	39,0	32,7	30,1

Tähtsamad niidukõrrelised — timut, harilik aruhein, kerahein, aasnurmikas, soonurmikas ja ohtetu luste arenesid kõrgsoos puhaskülvis ka põhiväetisele lisaks antud lämmastikväetise foonil kaunis

nõrgalt. Suhteliselt paremini arenesid timut, soonurmikas ja ohtetu luste.

1959. a. kõrgsoosse rajatud roosa ja punase ristiku segukülvist (1,0 ha) saadi (väetiseks P + K + Ca + Cu) esimese niitena 44,2 ts/ha kõrgeväärtuslikku kuivheina.

Toetudes ristikute kõrgsoos kasvatamise kogemustele, laiendati 1948. a ristikute kasvatamise katsed ka vähelagundunud madalsooturvasmuldadele.

1948.—1951. a. katsete tulemustel selgus, et nii punane kui ka roosa ristik püsivad vähelagundunud madalsooturvasmullal põhiväetistega (P + K + Cu) väetades lubja ja mineraalse lämmastikuta kamaras 4 a. Nelja aasta keskmisena andis roosa ristik 47,2 ja punane ristik 47,5 ts kuivheina hektarilt (tabel 17).

Maksimaalsed saagid ulatusid teisel ja kolmandal kasutusaastal roosal ristikul 77,8—82,6 ts/ha, punasel ristikul 69,8—70,5 ts/ha.

Samal ajal rajatud teisest ristiku kasvatamise katsest selgus, et roosa ristik võib puhaskülvis olla vähelagundunud madalsooturvasmuldadel parimaks eelviljaks, andes eelviljana kahe aasta keskmisena 51, 9 ts/ha kuivheina; ristikule järgnenud kõrrelistest koosnev kultuurniit aga andis kolme aasta jooksul 82,9 ts kuivheina hektarilt.

Vähelagundunud turvasmuldadel ristikute püsimise probleemi uurimisel nii madal- kui kõrgsoos selgitati, et taimetoitainetest vaeses keskkonnas, suhteliselt rasketes tingimustes arenevad ristikud paremini kui viljakatel, hästilagundunud turvasmuldadel. Kuigi selle probleemi uurimine pole veel lõpetatud, võib esialgsete tulemuste põhjal pidada selle nähtuse põhjuseks järgmisi asjaolusid.

Vähelagundunud turvasmuldadel on taimedele kättesaadava lämmastiku hulk minimaalne. Seetõttu on kõrreliste jaoks seal ebasoodsad kasvutingimused. Nad kasvavad kiduralt, moodustavad hõreda heintaimiku. Kõrreliste hõreda seisu tõttu saavad kamaras asuvad ristikud rohkem valgust, õhku, niiskust ja toiteelemente. Madalsoos, kus liikuvat lämmastikku on rohkem, jäävad aga kõrrelisterohkes tihedas kamaras, kõrge heintaimiku varjus ristikud ebasoodsamasse olukorda kõigi kasvutingimuste suhtes.

Selgus, et hästilagundunud turvasmullal põhjustavad ristikute kamarast väljalangemist paremad lämmastikukasutajad — peamiselt kõrrelised. Tarvitades ära nii mullas leiduva vaba kui ka ristikute poolt fikseeritud lämmastiku, suruvad nad sellise «näljutamisega» ristikud pikkamööda kamarast välja.

Vähelagundunud turvasmuldadel hõreda kamara puhul on ristikud eelistatumas olukorras ja seetõttu ristikutaimed arenevad täielikumalt välja. Ühtlasi vähelagundunud turvasmulla kobeduse tõttu asetsevad ristikutaimed kamaras suhteliselt sügavamal, turbatükikeste vahel. Seega heina niitmisel niidetakse kõrgemalt, kusjuures ristikutaimedele jäävad pikemad varretüükad koos juurmiste lehtedega. Neil aladel jääb ristiku puhaskülvide lamandumisest tingituna heina niitmisel juuretüüka külge rohkem rohelisi maapealseid

osi. Mõlemal juhul luuakse ristikutaimedele soodsamad võimalused kiiremaks taastumiseks ja talvekindluse saavutamiseks.

Punase ristiku varte alusel tekivad harilikult lisajuured, mis mõnikord võimaldavad taime elu säilitada isegi sammasjuure hävimisel.

Heinaseemnesegud

Terve seeria katsete baasil on välja töötatud niidutaimede suhteline vahekord erinevatele niidutüüpidele.

Järgnevalt on esitatud näidisskeemid heinaseemnesegude koostamiseks suhtarvudes (pinnaprotsentides või protsentides heintaimede puhaskülvinormidest).

I. Lühema kestusega soo-kultuurniitudele.

1. Kõrrelisterohked võsundiliste heintaimedeta madalsooniidud (hästilagundunud turvasmuldadele):

ristikud (roosa, punane)	20%
kõrrelised (võsunditeta)	80%
nendest: timut	50%
harilik aruhein	20%
kerahein	5%
soonurmikas	5%

2. Liblikõielisterohked (ristikute) niidud vähe- kuni keskmiselt lagundunud turbaga madalsoodele, siirdesoodele ja rabadele:

ristikud (roosa, punane)	75—100%
kõrrelised (võsunditeta)	kuni 25%
nendest: timut	kuni 20%
soonurmikas	5%

II. Pikema kestusega soo-kultuurniitudele.

1. Kõrrelisterohked võsundiliste heintaimedega tavalise niiteajaga madalsooniidud (hästilagundunud turvasmuldadele):

ristikud (roosa, punane)	20%
kõrrelised (võsundilised)	30%
nendest: aasnurmikas	25%
ohtetu luste	5%
kõrrelised (võsunditeta)	50%
nendest: timut	30%
harilik aruhein	10%
kerahein	5%
soonurmikas	5%

2. Kõrrelisterohked võsundiliste heintaimedega varajase niiteajaga madalsooniidud (hästilagundunud turvasmuldadele):

ristikud (roosa, punane)	20%
kõrrelised (võsundilised)	50%

nendest: ohtetu luste	15%
aasrebasesaba	15%
paelrohi	10%
aasnurmikas	10%
kõrrelised (võsunditeta)	30%
nendest: timut	20%
soonurmikas	10%

Heinaseemnesegude suhtarvud on välja töötatud lisadeta (lisanormita). Kultuurniidutaimede tärkamiseks ja kasvuks ebasobivates tingimustes, nagu vähelagundunud, pinnalt kiiresti kuivava, tükilise või nõrgalt haritud väheviljaka turvasmulla puhul, samuti hilise külvi, liigvee, umbrohtunud pinnase, külvil kattevilja alla jne. puhul tuleb heinaseemnesegu koostada kas 25, 50, 75 või isegi 100% kõrgema külvimääraga.

Uurimistöö tulemusena on selgitatud järgnevad kõrgesaagilised heinaseemnesegud mitmesugustele niidutüüpidele (tabelid 26—29).

Tabel 26

Lühema kestusega kõrrelisterohkete (võsundiliste heintaimedeta) madalsooniitude heinaseemnesegud hästilagundunud turvasmuldadel

	Heinaseemneid kg/ha		
Timut	14	12	8
Harilik aruhein	—	8	10
Kerahein	—	2	2
Soonurmikas	—	—	3
Roosa ristik	3	3	2
Kokku	17	25	25

Tabel 27

Pikema kestusega kõrrelisterohked (võsundiliste heintaimedega) tavalise niiteajaga madalsooniitude heinaseemnesegud hästilagundunud turvasmuldadel

	Heinaseemneid kg/ha		
Timut	8	8	6
Harilik aruhein	10	10	8
Kerahein	3	—	2
Ohtetu luste	—	—	4
Aasnurmikas	4	5	5
Soonurmikas	—	2	—
Roosa ristik	3	3	3
Kokku	28	28	28

Tabel 28

Pikema kestusega kõrrelisterohkete (võsundiliste heintaimedega) varajase niiteajaga madalsooniitude heinaseemnesegud hästilagundunud turvasmuldadel

	Heinaseemneid kg/ha		
Aasrebasesaba	3	6	3
Ohtetu luste	15	5	10
Paelrohi	—	—	5
Timut	2	2	—
Aasnurmikas	2	2	—
Soonurmikas	—	—	2
Roosa ristik	3	3	3
Kokku	25	18	23

Tabel 29

Lühema kestusega liblikõieliste-(ristikute-)rohkete niitude heinaseemnesegud vähelagundunud madal-, siirde- ja kõrgsoodel

	Heinaseemneid kg/ha		
Roosa ja punase ristiku segu	8	10	15
Timut	2	1	—
Soonurmikas	2	1	—
Kokku	12	12	15

Kamara hooldamine

Hästilagundunud turvasmullale rajatud hea kamaraga madalsooniidul on rullimine andnud väga väikest efekti. Kuue aasta keskmine kuivheinasaak tõusis rullimisel vaid 1,8 ts võrra aastas (rullimata 49,9 ts, rullitud 50,7 ts/ha).

Väheväärtusliku kamaraga madalsooniidu äestamine ja rullimine on samasugusel mullal mõjunud isegi heinasaake vähendavalt (tabel 30).

Tabel 30

Kuivheinasaagid (ts/ha) väheväärtusliku kamaraga madalsooniidu hooldamisvõtete võrdlemisel

	Hooldamata	Äestatud	Rullitud 1 kord	Rullitud 2 korda	Äestatud ja rullitud 2 korda
5 a. keskmine kuivheinasaak	29,0	25,9	24,0	23,5	24,9
Saakide võrdlus %	100,0	89,4	82,6	81,1	85,8

Vähelagundunud turvasmuldadele rajatud niidukamarate rullimise efektiivsuse katsed on Toomal rajamisel.

Niiteajad

Parim soo-kultuurniidu esimese niite aeg on taimikus valitsevate heintaimede loomise algusest kuni õitsemiseni. Meie kliimatingimustes langeb see juuni kolmandale dekaadile.

Tavaline niiteaeg (juuli I dekaad) kindlustab kõrgeima heinasaagi. Varajane niiteaeg (juuni II dekaadi algus) tõstab aga heina söödaväärtust üle 50%. Heina toorproteiinisaak Toomal suurenes varajase niite puhul 263 kg-lt 569 kg-le hektarilt (tabel 31).

Tabel 31

Niiteaja mõju kultuurheinasaagile Tooma madalsoos
(1937. a.)

Niiteaeg	Kuivheinasaak ts/ha			Kokkusü	Toorproteiini		
	I niide	II niide	kokku		% kuivainest	kg/ha	suhtarvudes
11. juunil	36,0	28,65	64,65	3800	10,2	569	100,0
1. juulil (kõrreliste õitsemise algul)	53,0	22,85	75,85	3992	6,9	434	76,2
20. juulil	37,31	16,35	53,66	2683	5,9	263	46,2

7. Kultuurniidu kasutamine ja saagid turvasmuldadel

Õigesti hooldatud ja kasutatud väärtusliku kamaraga kultuurniit soos võib anda väga kõrge heinasaagi. Umbrohupuhastelt hästilagundunud madalsooturvasmuldadelt on Tooma katsebaasis saadud üle 140 ts kuivheina hektarilt.

Tooma kogemustel oleneb kultuurniidu kuivheinasaagi tase hästikuivendatud põhiväetistega väetatud soos kultuurniidu kuivheinasaagi tase kõige rohkem mulla viljakusest (väljendub turba lagundumisastmes) ja seejärel heintaimikust. Turba lagundumisastme vähenemisega alaneb ka kultuurniidu heinasaak. Hästi- ja keskmiselt lagundunud turvasmullal suurendavad kamara kestust ja tõstavad niidu heinasaaki eriti võsundilised heintaimed (aasnurmikas, ohtetu luste).

Vähelagundunud turvasmuldadel hoiavad saagitaset alal peamiselt ristikud.

Heinaseemnesegu koostise, võsundiliste alus- ja pealisheinte vahekorra, üksikute heintaimede liikide läbilöövuse ning niidutüüpide

saagikuse uurimisel Toomal hästilagundunud turbaga madalsoos (soomulla pealmise, 20 sm sügavuse kihi kuivaines 4,23% CaO, 0,38% P_2O_5 ja 3,37% N) selgus niidutüüpide märgatav erinevus nii kamara koostise kui ka kuivheinasaagi suhtes (tabel 32).

Lühema ja pikema kestusega niidutüüpide võrdlemisel täheldati suuri erinevusi võsundiliste heintaimede esinemises kamaras. Lühema kestusega madalsooniidul, kus võsundilisi heintaimi segusse ei võetud, ilmusid nad isekülvi teel väga aeglaselt, moodustades seitsmendal kasutusaastal vaid 9—13% heinast (botaanilisel kaalanalüüsil). Võsundiliste heintaimede vähesuse tõttu jääb kuivheinasaak seal madalaks.

Tabel 32

Madalsoo erinevate niidutüüpide heinaseemnesegude ja kuivheinasaakide võrdlus Toomal hästilagundunud turvasmullal

1924.—1933. a.

	Lühema kestusega kõrrelisterohke (võsundiliste heintaimedeta) madalsooniit	Pikema kestusega kõrrelisterohke (võsundiliste heintaimedega) madalsooniit	
		segus 20% võsundilisi taimi	segus 30% võsundilisi taimi
	Heinaseemneid kg/ha		
Timut	9,5	4,8	7,7
Harilik aruhein	9,4	10,0	10,6
Kerahein	4,0	2,5	—
Aasrebasesaba	—	1,6	3,8
Ohtetu luste	—	2,1	—
Aasnurmikas	—	2,9	5,2
Soonurmikas	—	2,9	5,2
Punane ristik	—	1,4	—
Roosa ristik	—	2,6	1,1
Valge ristik	2,8	1,8	2,7
Kokku	25,7	32,6	36,3
	Kuivheinasaak		
ts/ha	62,05	74,92	90,64
%	100,0	119,1	146,1

Pikema kestusega madalsooniitudel, kus niidu rajamisel võeti segusse võsundilisi heintaimi 20 ja 30%, oli koristamisel heinas neid vastavalt 19—23% ja 30—32%. Alusheinte ja võsundiliste pealis-

heinte saaki tõstev toime oli tugevalt märgatav. Kümne aasta jooksul saadi pealisheinterikka kamaraga niidult keskmisena hektarilt 62,05 ts kuivheina, kui segus oli 20% võsundilisi heintaimi, saadi 74,92 ts ja kui 30% võsundilisi heintaimi, 90,64 ts kuivheina. Võsundiliste heintaimede toimel saadi 10 a. jooksul keskmiselt aastas vastavalt 12,9 ts/ha (19,1%) ja 28,6 ts/ha (46,1%) heina enamsaaki.

Kõrgeid kuivheinasaake saadi keskmiselt kuni hästilagundunud madalsooturvasmullal Toomal ka varajase niidu heinaseemnesegudega rajatud rohumaalt, kus segusse oli võetud harilikku paelrohtu 3—5 kg/ha (25%) ja aasrebasesaba 2—3 kg/ha (15%). Maksimaalne saak (üle 130 ts/ha kuivheina) saadi teisel kasutusaastal. Ka järgmisel neljal aastal ulatusid kuivheinasaagid üle 100 ts.

Perspektiivseks varajase niidu heintaimeks osutus ka ohtetu luste, andes nii puhaskülvis kui segus külvatuna aastate jooksul püsivalt ligi 100 ts kuivheina.

Kõrgsoole rajatud niidult saadi Toomal võrdlemisi kõrgeid saake. Kõrrelisterohke kõrgsooniit andis mineraalväetiste foonil (hektarile P_2O_5 — 50 kg, K_2O — 100 kg, N — 30 kg, CaO — 3500 kg põlevkivituhana, $CuSO_4$ — 30 kg) 6 aasta keskmisena (1940—1946) kahe niitega kokku 55,0 ts kuivheina. Kui mineraalse lämmastiku norm asendati sõnnikuga (5 tonni), saak ei suurenenud, vaid oli 52,4 ts/ha kuivheina. Suurte lubiväetisnormide foonil (6000 kg/ha CaO) saadi kolme aasta keskmisena maksimaalselt 62,4 ts kuivheina hektarilt.

Kamarate võrdlusuurimistel selgus, et kõige suurem saagivõime ja -kindlus on heal niidukamaral. Kamara tihedus oleneb külvatavate heinaseemnete hulgast (külvimäärast), liikide rohkusest ja alusheinte ning võsundiliste pealisheinte vahekorrast. Suurema tihedusega niidukamar on vastupidavam ebasoodsatele kasvutingimustele ja suudab toota kestvalt kõrgeid saake. Sellest tuleneb, et kõrgema seemnemääraga rajatud suurema alus- ja võsundiliste heintaimede hulgaga liikiderohked soo-kultuurniidud on saagirikkamad ja püsivamad.

Tabel 33

Soo-kultuurniidu kuivheina enamsaagid erineva kvaliteediga niidukamaralt Toomal

	Kuivheina enamsaak ts/ha	
	niidu rajamise aastal	niidu kasutamisel 5 a. keskmisena
Hea niidukamar . . .	19,4	41,7
Keskmise väärtusega niidukamar	7,6	29,1
Halb niidukamar . . .	0,7	10,9

Väärtusliku, tiheda ja liikiderohke koostisega niidukamar kasutab paremini ära väetisi. Väetiste kasutamise efektiivsuse uurimisel mitmesuguste erinevate kamarate puhul saadi ühtlase väetisfooni puhul väga erinevaid kuivheinasaake (tabel 33).

Hea niidukamar tootis viie aasta keskmisena 282,6% heina rohkem kui halb niidukamar. Ainult head, suure tihedusega ja kõrge saagikusega kultuurniidukamarad tagavad turvasmuldade kõige ratsionaalsema kasutamise.

KIRJANDUS

1. «Agronoomia» nr. 6, Tartu, 1934.
2. «Agronoomia» nr. 9, Tartu, 1937.
3. Eesti Põllumajanduslike Uurimis- ja Katseasutiste Toimetised nr. 122, Tartu, 1946.
4. I. Eisen. Põhjavee sügavuse mõju soomulla viljakusele. Eesti NSV TA Toimetised, III kd. nr. 2, Tallinn, 1954.
5. Kümme aastat Eesti NSV Teaduste Akadeemiat, 1946—1956. Tallinn, 1956.
6. Riigi Katseasjanduse Nõukogu Toimetised nr. 30, Tartu, 1934.
7. «Sookultuur» nr. I — XIX, Tartu, 1923—1940.
8. Tooma katsebaasi teadusliku uurimistöö aruanded 1944.—1959. a. (I. Eisen, E. Hirmo, N. Evert, T. Nõges).
9. A. Truu. Mitmesuguste turbaliikide põllumajanduslikust kasutamisväärtusest. «Sotsialistlik Põllumajandus» nr. 16, 1959.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОПРОСАМ СОЗДАНИЯ КУЛЬТУРНЫХ СЕНОКОСОВ НА БОЛОТЕ

Т. НЫГЕС,
научный сотрудник опытной базы «Тоома»

Резюме

1. В климатических условиях Эстонской ССР болота наиболее пригодны для выращивания многолетних трав.

Поэтому работы опытной базы «Тоома» главным образом охватывают вопросы изучения приемов создания культурных сенокосов и пастбищ на болотах.

Установлено, что большинство низинных и переходных болот Эстонской ССР богато азотом и кальцием и потому пригодно для создания на них культурных сенокосов (табл. 1).

Большое значение при сельскохозяйственном использовании болот имеет степень гуминификации торфа. Наиболее плодородными являются хорошо разложившиеся торфяники. По степени их плодородности торфяные почвы можно разделить на две большие группы: на слабо- до среднеразложившуюся торфяную почву и хорошо разложившуюся торфяную почву.

Вопросы разработки агротехники выращивания культур на хорошо разложившихся торфяниках опытной базы «Тоома» в основном закончены. Так как большинство болот республики имеет малую степень разложения, в настоящее время изучаются преимущественно вопросы, касающиеся луговодства в условиях слаборазложившегося торфа.

2. Азот, необходимый травам, вырабатывается микробами в процессе нитрификации торфа только в условиях хорошо осушенного болота, поэтому осушение культурных сенокосов должно быть интенсивным.

После первичной осадки торфяной залежи оптимальный режим почвенной влаги в пахотном горизонте соблюдается только в случае, если уровень грунтовых вод ниже 80 см от поверхности земли. При более высоком уровне грунтовых вод развитие растений заметно ослабляется. 80 см являются той границей, при которой дальнейшее понижение уровня грунтовых вод на влажность и аэрацию горизонта существенного влияния не оказывает.

Высота капиллярной каймы распространяется на 30—40 см

над горизонтом грунтовой воды. Понижение уровня грунтовой воды должно быть таким, чтобы верхняя граница капиллярной каймы не захватывала пахотного слоя.

Интенсивность развития луго-пастбищного травостоя на протяжении всего вегетационного периода зависит от уровня грунтовой воды весной, т. е. в начале вегетации.

3. Для сенокосных и пастбищных культур опытной базой «Тоома» разработана агротехника в зависимости от степени разложения торфа, т. е. для хорошо разложившихся торфов и для слабо- до среднеразложившихся.

I. Система обработки хорошо разложившихся торфяников заключается в подъеме целины на глубину вспашки 35—40 см, производимом в период от конца лета до поздней осени.

Разделка пласта тяжелой дисковой бороной в агрегате с волокушей производится через 5—10 дней после вспашки или ранней весной следующего года до посева трав. Посев трав рекомендуется производить без возделывания предварительных культур.

II. Система обработки слабо- до среднеразложившихся торфяников с посевом трав после возделывания одной или двух предварительных культур сводится к подъему целины на глубину 35—40 см летом. При двух предварительных культурах вторичная вспашка производится на глубину 20...25 см через 10... 15 дней после дискования стерни первой предварительной культуры и третья вспашка торфяника на глубину 25...35 см на 10...15 день после дискования стерни второй предварительной культуры.

Летнее (после вспашки) и весеннее дискование производится двукратно в агрегате с волокушей. Особо важное значение имеет послеуборочное дискование тяжелой дисковой бороной. Этот прием предупреждает попадание при последующей вспашке верхнего более плодородного и биологически активного слоя почвы на дно борозды, т. к. дискованием достигается предварительное равномерное перемешивание почвы. Для создания биологически активного пахотного слоя некоторое значение имеет постепенное углубление пахотного горизонта в период возделывания предварительных, а также промежуточных культур.

Послойная запашка пожневых остатков и перемешивание биологически активного верхнего слоя с нижним, достигаемые этим приемом, в конечном итоге приводят к повышению плодородия всего пахотного горизонта.

При использовании в качестве предварительной культуры озимой ржи или клевера обработка почвы до посева трав ограничивается лишь одногодичным циклом, причем глубину вспашки доводят сразу до 30 см.

Глубокая вспашка обеспечивает получение с культурных сенокосов большего количества сухого сена (таблицы 2 и 3).

В случаях, когда после глубокой (40 см) первичной вспашки, после возделывания предварительной культуры, следовала вто-

ричная глубокая вспашка, урожай с низинного сенокоса увеличивался, по сравнению с урожаем, полученным с площадей, где вторичная вспашка была мелка (22...25 см) или заменялась дискованием тяжелой бороной, на 5,7 до 25%. Если же первичная вспашка была неглубока, то лучший результат давала обработка дисковой бороной.

Вспашку болота, в особенности первичную, необходимо производить по возможности летом. Чем ниже степень разложения торфа, тем в более ранние сроки нужно производить вспашку. Ранняя вспашка, выполненная в теплое время года, а также хорошая осушка болота способствуют активизации микробиологических процессов в почве и тем самым ее минерализации. В результате интенсивности этих процессов появляются новые группы микроорганизмов, как, например, целлюлозоразлагающие и нитрифицирующие бактерии, которых мы не обнаруживали на неосвоенном болоте.

4. Содержание фосфора и калия в торфяных почвах настолько незначительно (табл. 1), что удобрять почвы этими элементами необходимо ежегодно. Азота же, напротив, содержится вполне достаточно, и внесение его бывает необходимо только в случае слаборазложившегося торфа.

Высокие дозы калийных удобрений обеспечивают получение более высоких урожаев сена (табл. 6). Однако увеличение вносимой дозы свыше 90 кг K_2O на га без внесения азота давало лишь незначительный прирост урожая. В условиях хорошо разложившегося торфяника 1 кг K_2O производил 40...42 кг сена.

На хорошо разложившийся торфяник для получения урожая сухого сена в 50 ц/га необходимо вносить ежегодно K_2O 40... 50 кг/га, при урожае в 60 ц/га — 60 кг, при урожае 70 ц/га — 75... 80 кг и при урожае 80 ц/га — 90...100 кг. Для получения таких же урожаев сена с культурных сенокосов на слаборазложившихся торфяниках необходимо ежегодные дозы калийных удобрений увеличивать на 30...40%.

Наряду с суперфосфатом эффективным фосфорным удобрением в условиях Эстонской ССР является также фосфоритная мука. Применение фосфоритной муки, в особенности на болотах, имеющих повышенную кислотность, весьма эффективно (табл. 8).

Проведенные опыты показали, что действие P_2O_5 фосфоритной муки достигает 63,5—89,3% от действия P_2O_5 суперфосфата (табл. 9). Значительный эффект дает применение на болоте смеси суперфосфата с фосфоритной мукой (табл. 10). Фосфоритная мука на болотных почвах действует в течение ряда лет. Правда, в первые два года ее действие уступает суперфосфату, но на третий год оно увеличивается и превышает действие суперфосфата (табл. 11).

Для получения высоких урожаев азотные удобрения нужны только на сенокосах со злаковой травосмесью, заложенных на

слаборазложившихся торфяниках, причем чем меньше степень разложения торфа, тем больший эффект дают азотные удобрения (табл. 13 и 14).

Как показали опыты, применение на слаборазложившемся торфянике 30 кг/га чистого азота дало прибавку на третий год пользования в 17,0 ц и на четвертый год пользования — в 35,1 ц сухого сена с га.

Известкование неизбежно только при культивировании верховых болот. На верховом болоте опытной базы «Тоома» наилучший эффект для известкования получен при использовании золы горючего сланца (табл. 15). Достаточное повышение урожая на сенокосах, расположенных на верховом болоте, дала доза в 2000 кг действующего начала CaO на гектар. Дальнейшее увеличение количества CaO практического эффекта на повышение урожая не имело (табл. 16).

Как показывают результаты исследований, произведенных в «Тоома», из микроудобрений наибольший эффект дают медные удобрения (табл. 17). На бедных медью торфяных почвах, при использовании медных удобрений, урожай трав увеличивался на 10...20%. По трехлетним данным содержание сырого протеина в травах увеличилось при этом с 473 до 503 кг.

Медные удобрения увеличивают в травяном покрове процент бобовых растений и повышают их стойкость против выпадения из травостоя. Так, например, при применении медных удобрений процент клеверов в сене первого укоса увеличился с 18,8 до 23.

Применение медных удобрений в условиях среднеразложившегося торфяника увеличивает урожай сухого сена и семян трав: тимофеевка — сухого сена на 163,2%, семян — на 2700%, овсяница обыкновенная — сухого сена на 48,9%, семян — на 157,1%, клевер розовый — сухого сена на 151,0% и клевер красный — сухого сена на 346,8%.

Из органических удобрений перспективной является только навозная жижа при внесении ее в слаборазложившуюся торфяную почву (табл. 18).

Исследованиями установлено, что внесение больших доз удобрений, рассчитанных на несколько лет действия, себя не оправдывает (табл. 19).

5. Выращивать предварительные и промежуточные культуры необходимо лишь на слабо- или среднеразложившихся торфяных почвах. Продолжительность периода выращивания предварительных культур должна быть короткой. Более продолжительный период вызвал, даже в условиях среднеразложившегося торфа, снижение урожая сеяных трав (табл. 20). Хороший эффект из предварительных культур дают картофель и вико-овсяная смесь, причем увеличение содержания бобовых в смеси оказывается более благоприятным.

При использовании в качестве предварительной культуры (в течение двух лет) клевера розового урожай сухого сена с низин-

ного сенокоса на слаборазложившейся торфяной почве составил в течение последующих трех лет по 82,9 ц/га в среднем.

6. При закладке культурного сенокоса следует предпочитать беспокровный посев (табл. 22). Способ посева семян трав может быть рядовым или вразброс, можно комбинировать также оба эти способа.

Наилучшим временем сева оказалась ранняя весна (до полного оттаивания почвы).

Выяснено, что чем меньше степень разложения торфа, тем в более ранние сроки должен быть произведен сев.

При выращивании верховых злаков хорошие результаты получены также и при севе в июле (табл. 23).

Как показывает опыт опытной базы «Тоома», травосмеси дают больший урожай, чем чистые посевы (табл. 24).

В связи с расширяющимся освоением слаборазложившихся торфяников важное значение приобретают травосмеси с большим процентом бобовых (клевер). Поэтому предлагаются следующие типы сенокосных травостоев:

1) Злакообильные — 75...80% злаковых и 20...25% клеверов для культурных сенокосов на хорошо разложившейся торфяной почве, клеверообильные — 75...100% клеверов и 0...25% злаковых для слаборазложившихся торфяных почв. Чем меньше степень разложения торфа, тем больший процент клеверов должен приниматься в травосмеси.

Из результатов исследований следует, что нельзя применять одни и те же травосмеси и одну и ту же агротехнику при возделывании искусственных травостоев на болотах с хорошо и на болотах с слаборазложившимся торфом. Злаковые травы предпочитают плодородные, обильные подвижным азотом торфяные почвы. На них травостои, состоящие из злаковых (преимущественно корневищевых трав), дают неизменно высокие урожаи. Но на слаборазложившейся, малоплодородной торфяной почве такие травостои быстро редеют и урожайность их резко снижается. На этих почвах значительно лучшие результаты дают посевы чистых клеверов или клеверов с небольшой добавкой злаковых. Эти посевы в течение 2...4 лет дают хорошие урожаи высококачественного сена даже в условиях верхового болота (табл. 25).

На слаборазложившемся низинном болоте посев чистого клевера на фоне только Р К С, без известкования и внесения минерального азота, дал в течение 4 лет (1948—1951) в среднем по 47,2 ц/га сухого сена.

Использование для выращивания клеверов обычно не имеющих сельскохозяйственного значения слаборазложившихся торфяников, в том числе и верховых, позволяет значительно расширить посевы этой ценной культуры.

Причиной выпадения клеверов из травостоя в условиях хорошо разложившегося торфа является обстоятельство, что их вы-

тесняют быстрее растущие и хорошо усваивающие азот злаковые травы. Злаковые не только угнетают бобовые, но, используя кроме азота почвы также и азот, фиксируемый бобовыми, вызывают тем самым у последних азотный голод. В этом, по-видимому, и состоит основная причина выпадения клеверов из травостоя.

На слаборазложившемся торфе, т. е. в среде, бедной подвижным азотом, наоборот, злаковые развиваются слабо. Для бобовых (клеверов) здесь остается достаточно места, света и питательных веществ, что и обусловливает их хорошее развитие.

Так как почва слаборазложившегося торфа рыхлая, то и растения клевера сидят в ней относительно глубже, чем на других почвах. Кроме того, благодаря некоторому полеганию посевов клевера (с малым содержанием злаковых трав), их при уборке скашивают довольно высоко. В результате корневой узел не сголяется и на нем остается сравнительно большое количество надземных зеленых частей растения, что способствует лучшему и более быстрому отрастанию. Обнаружено, что в условиях слаборазложившихся торфов на старом корневище красного клевера образуются особые молодые почки, дающие побеги. Побеги в течение лета укореняются и развиваются и этим способствуют более продолжительному (до 8 лет), чем обыкновенно, сохранению клеверищ.

Опытной базой «Тоома» также составлена и внедрена травосмесы, состоящая из лисохвоста лугового, костра безостого и канареечника. Данные травосмесы предназначается для ранних укосов.

Применяя травосмеси с различным сроком созревания, в том числе ранние в количестве до 20...25% от общей площади покоса, можно регулировать время косьбы и уборки сена на отдельных участках. А это предотвратит перестой трав и ухудшение качества сена в случае задержки по какой-либо причине сеноуборочных работ.

Наиболее высокоурожайные травосмеси для различных типов сенокосов приводятся в табл. 26—29.

Влияние срока первого укоса на урожай сена и на его кормовые качества приводится в таблице 31.

SOO-KULTUURKARJAMAAD JA NENDE OSA HALJASKONVEIERIS

A. RAIDLA,
Tooma katsebaasi juhataja

Eesti NSV põllumajanduse arengu põhisuunaks on loomakasvatussaaduste tootmine. Eriti hoogsalt peab loomakasvatus arenema käesoleval seitseaastakul. Loomade arvu suurenemine ja nende produktiivsuse tõus osutub aga võimalikuks ainult söödabaasi otsustava parandamise teel.

Eesti NSV oludes langeb söödabaasi organiseerimisel pearõhk kultuurrohumaadele. Kultuurniitude pindala peab 1965. aastaks tõusma 300 000 hektarile ja kultuurkarjamaade pindala 200 000 hektarile. Seega suureneb kultuurrohumaade pindala, võrreldes praegusega, 5,5-kordseks.

Uute kultuurrohumaade rajamisel on Eesti NSV-s üheks oluliseks reserviks madalsood, kuna enamiku kolhooside ja sovhooside maafondis on rohkesti sooniite ja sookarjamaid. Vastavate uurimuste kohaselt on Eesti NSV madalsood väga sobivad põllumajanduslikuks taimekasvatuseks ja eriti just mitmeaastaste heintaimede viljelemiseks. Kultuurniitude-alaseid küsimusi on Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaasis uuritud juba 50 aasta vältel ja uurimistulemusi on pidevalt juurutatud tootmisse. Hoopis vähem uuriti varematel aastatel kultuurkarjamaade rajamise ja kasutamise probleeme. Ka puudusid sel alal praktilised kogemused. Ulatuslikumat kultuurkarjamaade-alast uurimistööd alustati Tooma katsebaasis alles 1951. a. Selle töö esialgsetest tulemustest püüangi järgnevas anda ülevaate.

Kultuurkarjamaade-alasel uurimistööl püütakse Tooma katsebaasis selgitada kolme põhilist küsimust:

1. Kas turvasmuldadele rajatud kultuurkarjamaad suudavad anda piimakarjale täisväärtuslikku sööta?
2. Milliseid erinevusi tuleb arvestada kultuurkarjamaade rajamisel ja kasutamisel soo-oludes?
3. Millist osa võivad soo-kultuurkarjamaad täita loomade suvises haljaskonveieris?

Vastavalt uurimistöö plaanile rajati 1951. a. kultuurkarjamaid paralleelselt mineraal- ja turvasmuldadele. Et karjamaad asuksid enam-vähem ühises massiivis, tuli karjamaade rajamiseks mineraalmaale kasutada soo vahetus läheduses asuvaid põllumaid, kuigi

viimased oma reljeefilt ja mullastikult polnud selleks kõige sobivamad. Need on soomassiivide vahelised kõrgemad seljandikud, kus põhjavesi asub sügaval. Mullad on võrdlemisi õhukesed leostunud kamar-karbonaatmullad ja aluspõhjaks karbonaatne liivsavimoreen. Niihästi reljeef kui ka mullastiku ja aluspõhja iseloom muudavad karjamaad põuakartlikuks. Südasuvel on niiskusepuudus siin rohukasvu peamiseks limiteerijaks.

Kultuurkarjamaade rajamiseks kasutatud soo kujutab endast sügavat madalsood, mille turbalasundi tüsedus on 2—4 m. Künnikihi moodustab peamiselt tarnaturvas. Viimasele lisanduvad puuja pilliroofragmendid ning kohati ka lehtsammal. Sügavamates kihtides on peaaegu võrdselt tarna-, pilliroo- ja puuturvast. Turba lagundumisaste on mineraalmaa vahetus läheduses 40—45%, kaugemates osades aga 20—30%. Künnikihis on turvas happelise reaktsiooniga, pH KCl-leotises 5,0. Toiterežiimilt on see põhjavee toitumusega.

Soo kuivendustöid alustati 1949. a. Kultiveeritav soo jaotati lahtiste kogujakraavidega kolmeks alaks. Need jaotati omakorda ligikaudu 5,0 ha suurusteks väljadeks ja piirati lahtiste piirdekraavidega. Detailkuivendus teostati savi- ja laudtorudrenaažiga. Dreenid paigutati 90—120 sm sügavusse. Sügavamat paigutust ei võimaldanud kogujakraavide veepind. Kahel kogujakraavidega eraldatud alal valiti dreenide vahelaiuseks 30 m, kolmandal alal olid dreenide vahelaiused kuivenduse intensiivsuse mõju uurimiseks 15, 30, 45 ja 60 m.

Uudissoo künti 1949. ja 1950. a. ning 1—2 a. kasvatati seal eelkultuurina viki-kaera segatist ja mõnedel osadel talirukist ning söödanaerist. Eelkultuuridele järgnes heinaseemnekülv. Hektarile külvati 15 kg harilikku aruheina, 8 kg timutit, 5 kg keraheina ja 7 kg aasnurmikat. Külv toimus kevadel, mai lõpul, katteviljata.

Mineraalmaal rajati suurem osa karjamaid heinaseemne külviga kattevilja alla. Seemnesegusse võeti punast ristikut 10 kg, timutit 6 kg, harilikku aruheina 8 kg, keraheina 5 kg ja aasnurmikat 2 kg. Olgu tähendatud, et nii soo- kui ka mineraalmaale külvatud heinaseemnesegudes puudus valge ristik, sest karjamaade rajamisel ei olnud katsebaasil vajalikul hulgal valge ristiku seemet.

Uuskülviga rajatud karjamaadel hakati karjatama mineraalmaal osalt külvile järgnenud aastal, osalt aga teisel kasutusaastal. Turvasmuldadel alustati karjatamist vähemas ulatuses juba külviaasta sügis-suvel, suuremal osal aga külvile järgnenud ja teisel kasutusaastal. Karjamaad kasutati kopliviisiliselt.

Karjamaasööda väärtus

Soomaal kasvatatud söötade kasutamisel esines Eesti NSV üksikutes sooasundustes varematel aastatel loomadel üsna sageli soohaigust. Sellest levis kahtlus, kas on otstarbekohane ja soovitav

kultuurkarjamaid rajada turvasmuldadele. Eriti kardeti soo-kultuurkarjamaade kahjulikku mõju loomade tervisele siis, kui ka talvine hein ja osa toorsöötasid pärinevad turvasmullalt. Kas need kahtlused olid põhjendatud, sellele küsimusele pidid andma vastuse Tooma katsebaasi uurimistulemused.

Soo-kultuurkarjamaadelt saadava sööda väärtust uuriti ja hinnati Tooma katsebaasis kahel viisil. Esiteks analüüsiti soo-kultuurkarjamaade rohu keemilist koostist ja võrreldi seda mineraalkarjamaade rohuga. Teiseks võrreldi soo- ja mineraalmaal kasvatatud söötade väärtust loomade söötmisel.

Karjamaasööda keemilise koostise uurimiseks võeti toorrohu proovid soo- ja mineraalmullale rajatud koplitest enne teist karjatamist. Selle juures püüti valida mõlemalt karjamaatüübilt proovide võtmiseks sellised koplid, kus karjamaarohu botaaniline koostis oli enam-vähem ühesugune. Uurimiseks kasutatud koplites sisaldas karjamaarohi kaalanalüüsi andmeil keskmiselt kõrrelisi 62—63%, liblikõielisi 30—31% ja rohundeid 6—8%. Sellise botaanilise koostisega kultuurkarjamaa rohu seeduvate toitainete, kaltsiumi- ja fosforisisalduse andmed on toodud tabelis 1.

Tabel 1

Tooma katsebaasi kultuurkarjamaade rohu seeduvate toitainete sisaldus 1953.—1955. a. keskmisena

Karjamaa liik	Seeduvate toitainete sisaldus %				Ühe kg sööda kohta g	
	proteiini	rasva	kiudu	N-ta ekstraktiivaineid	Ca	P
Mineraalmaal	2,46	0,23	4,04	8,15	1,46	0,99
Soos . . .	2,67	0,40	3,63	8,31	2,16	0,85

Tabelis esitatud andmeist nähtub, et kahelt eri tüüpi kultuurkarjamaalt saadud toorrohus ei esine seeduvate toitainete sisalduses olulisi vahesid. Soo-kultuurkarjamaa rohi sisaldab neis proovides isegi pisut enam seeduvat proteiini, rasva ja lämmastikuta ekstraktiivaineid kui mineraalmaal asuvate koplite rohi. Ka mineraalainete sisalduses on vahe väike. Kaltsiumi on veidi rohkem soomullal kasvanud koplirohus, kuna fosforit on enam mineraalkoplite rohus.

Samuti kui Tooma katsebaasis ei ole ka dotsent A. Muuga ja põllumajandusteaduste kandidaat A. Ilus leidnud olulist vahet soo ja mineraalmaa karjamaasööda väärtuses. Andmed selle kohta on tabelis 2.

Tabel 2

Mineraalmaal ja soos kasvanud kultuurkarjamaasööda seeduvate toitainete sisaldus

Karjamaa liik	Seeduvate toitainete sisaldus %				Ühe kg sööda kohta		
	proteiini	rasva	kiudu	N-ta ekstraktiivaineid	sü	Ca g	P g
Mineraalmaal	2,2	0,3	3,8	7,5	0,192	1,5	0,90
Soos	2,1	0,2	3,2	7,0	0,175	2,1	0,88

A. Muuga ja A. Ilusa poolt avaldatud andmeil sisaldab sookarjamaa rohi siiski mõnevõrra vähem seeduvaid toitaineid kui mineraalmaal. Vahed aga olid ka siin väikesed. Seejuures pole teada, kas vahed seeduvate toitainete sisalduses on tingitud ainult karjamaarohu kasvukoha erinevast mullastikust või on need põhjustatud karjamaarohu erinevast botaanilisest koostisest.

Võib öelda, et ühesuguse botaanilise koostise juures ei ole turvasmullal asuvate kultuurkoplite rohi toitainete, kaltsiumi- ja fosforisisalduselt vähema väärtusega kui mineraalmaa koplite rohi.

Paralleelselt söötade väärtuse keemilise uurimisega võrreldi Tooma katsebaasis soos ja mineraalmaal kasvanud söötade väärtust ka loomade söötmisel. Selleks korraldati 1952.—1955. a. söötmiskatsed kolme lehmade grupiga, igas grupis 10 lehma. Kuna katsed olid ette nähtud 3-aastase kestusega, s. o. pikaajalised, siis ei komplekteeritud katserühmi tavalise rühmkatsete metoodika kohaselt, vaid katserühmadeks valiti karjast kolm lüpsigruppi. Seetõttu ei olnud katse alustamisel üksikute rühmade toodangunäitajad päris võrdsed.

Katseskeem valiti koostöös Eesti Loomakasvatuse ja Veterinaaria Teadusliku Uurimise Instituudiga järgmine:

a) esimeses katserühmas said lehmad kõik söödad, peale jõusööda, turvasmuldadel toodetud söötadena;

b) teises katserühmas said lehmad 50% kore- ja toorsöötadest soost, 50% aga mineraalmaalt;

c) kolmanda rühma lehmad said kõik kore- ja toorsöödad (kaasa arvatud suvine karjamaasööt) mineraalmaalt.

Viimane, s. o. mineraalmaasöötade rühm oli katses kontrollrühmaks.

Ratsioonid koostati eraldi igale lehmale, arvestades eluskaalu, tiinusejärku, piimatoodangut ja piima rasvaprotsenti. Sealjuures

said kõik katselehmad põhinormina võrdses koguses heina, silo, söödakapsast ja juurvilja. Ratsioonide suurendamine ja vähendamine toimus talvel kartuli ja jõusööda, suvel aga peamiselt jõusööda arvel.

Laudaperioodil söödeti lehmi kolm korda päevas, kusjuures kõik söödad kaaluti igale lehmale eraldi. Iga söötmise järel kaaluti sööda jäägid ja arvestati lehmade poolt tegelikult söödud söödakogused.

Suveperioodil karjatati katselehmi kultuurkoplites, kusjuures karjatamine kestis: 1953. a. 13. maist kuni 14. septembrini, 1954. a. 21. maist kuni 29. septembrini ja 1955. a. 23. maist kuni 10. oktoobrini.

Katselehmi lüpsti kolm korda päevas ja iga lehma piimatoodang kaaluti igal lüpsil eraldi. Piima rasvaprotsent määrati kolm korda kuus kahe üksteisele järgnenud päeva piimast. Kuu lõpul arvestati iga lehma piimatoodang ümber 4%-lisele piimale.

Kehakaalu muutused fikseeriti lehmade kaalumise teel iga kuu esimesel kuupäeval.

Erinevate söötade söötmisefekti hinnati 100 sü kohta saadud 4%-lise piima hulga järgi. Ühtlasi jälgiti piima rasvaprotsendi kulgu ja lehmade kehakaalu muutusi ning tervislikku seisukorda.

Söötmiskatsete tulemused on esitatud tabelites 3 ja 4.

Neist andmeist nähtub, et kolme katseaasta kestel ei ole olulisi vahesid üksikute katserühmade vahel. Lehmad, kes kogu katseperioodi jooksul said kõik söödad peale jõusööda turvasmuldadelt, tootsid ainult 0,7 kg võrra vähem 4%-list piima 100 sü kohta kui katserühma lehmad, kes kasutasid mineraalmaal toodetud söötasid. Arvestades aga seda, et soosöötade rühma toodangutase oli juba katse algul madalam kui teistel rühmadel, peaks siin loomulikult 100 sü kohta saadav piimakogus olema väiksem kui kõrgematoodangulistes rühmades.

Võrreldes lehmade kehakaalu muutusi üksikutes katserühmades, selgus, et see tõusis kolme aasta jooksul soosöötade rühmas keskmiselt 75,0 kg, segasöötade rühmas 73,2 kg ja mineraalmaasöötade rühmas 35,2 kg lehma kohta.

Kõigiti loomulikult kulges kõigis katserühmades ka lehmade suguelu ja loote areng. Sündinud vasikate eluskaal oli kolme aasta keskmisena soo- ja segasöötade rühmas täiesti võrdne — 37,1 kg ja mineraalmaasöötade rühmas — 37,5 kg.

Kõige huvitavam oli neis katsetes jälgida piima rasvaprotsendi muutusi. Nimelt leidub kirjanduses andmeid, et soo-kultuurkarjamaadel võib küll edukalt toota piima, kuid rasvaprotsent kujunevat 0,2—0,3% võrra madalamaks kui mineraalmaa karjamaadel. Tooma katsebaasis korraldatud katsed aga seda väidet ei kinnitanud. Vastupidi, piima rasvasus tõusis soomaal kasvatatud söötade kasutamisel isegi enam kui teistes katserühmades.

Tabel 3

Lehmade keskmine piimatoodang ja söödakasutus katserühmades

Katserühm	Saadud 4%-list piima kg				Kasutatud sööta sü				100 sü kohta 4%-list piima kg			
	katseaastad				katseaastad				katseaastad			
	I	II	III	keskmine	I	II	III	keskmine	I	II	III	keskmine
Soosöötadega	4628,4	4719,3	4566,2	4654,6	4008	4286	4007	4104	115,4	111,2	113,6	113,4
Segasöötadega . . .	4814,8	5039,7	4773,4	4875,9	4302	4429	4169	4267	114,6	113,8	114,5	114,2
Mineraalmaasöötadega	4909,3	4765,8	4730,1	4801,8	4303	4264	4048	4205	114,1	111,0	116,8	114,1

Tabel 4

Katselehmade piima keskmised rasvaprotsendid

Katserühm	Katsele eelnenud aastal	Katseaastatel				Piima rasvasuse tõus
		I	II	III	keskmiselt	
Soosöötadega . .	3,92	4,07	4,29	4,20	4,19	0,27
Segasöötadega . .	3,77	3,87	4,01	4,00	3,96	0,19
Mineraalmaasöötadega	3,72	3,84	4,03	4,07	3,98	0,26

Piima rasvaprotsendi tõus kõigis katserühmades oli tingitud ühelt poolt lehmade paremast hooldamisest ja paremini reguleeritud söötmisest võrreldes katsele eelnenud perioodiga, teiselt poolt täpsemast rasvasisalduse määramisest. Enne katseid määrati piima rasvasust ainult kord kuus, katseperioodil aga määrati rasvaprotsenti kolm korda kuus.

Kolm aastat kestnud katsest võib järeldada, et soo-kultuurkarjamaa sööt ja turvasmullal kasvatatud talvised söödad on väärtuselt võrdsed mineraalmuldadel kasvatatud söötadega. Soohaigust, lakutõbe ega teisi puudushaiguse nähte piimalehmade juures ei esinenud. Neid katsetulemusi kinnitavad ka Tooma katsebaasi kogemused katsetele järgnenud aastatel. Katsebaasi kultuurkarjamaadest asub enam kui $^3/_4$ turvasmuldadel ja heinast ning talvistest toorsöötadest toodetakse ligikaudu 50% soomuldadel, kuid mingeid puudushaiguse nähte pole see lehmade juures esile kutsunud.

Kuivenduse intensiivsusest soo-kultuurkarjamaadel

Kultuurkarjamaade rajamisel ja kasutamisel on turvasmuldadel üheks olulisemaks lahendust nõudvaks ülesandeks kuivendus. Kultuurkarjamaataimed, samuti nagu kõik teised kultuurtaimed, arenevad turvasmuldadel edukalt ainult siis, kui veeolud on vajalikult reguleeritud. Kuivendusoludest sõltub ka heintaimede püsimine kamaras ja karjamaa kestus. Kõrge põhjaveeseisu puhul kaovad kultuurtaimed mõne aastaga kamarast ja loomad sõtkuvad karjamaakamara läbi. Tagajärjeks on karjamaakamara hävimine.

Tooma katsebaasi teadusliku töötaja, põllumajandusteaduste kandidaadi I. Eiseni uurimuste kohaselt on kultuurtaimedele optimaalseks künnikihi niiskusesisalduseks 55—65% maksimaalsest mulla veemahutavusest. Selline künnikihi niiskusesisaldus saavutati turvasmullal siis, kui põhjavesi alandati 70—80 sm-st sügavamale. Põhjavee kõrgemale tõusmise tagajärjel suurenes künnikihi niiskusesisaldus ja niihästi üheaastaste kultuurtaimede kui ka mitmeaastaste heintaimede saagid langesid. Mõned autorid on küll arvamisel, et mitmeaastaste heintaimede kasvatamisel ei ole vajalik nii intensiivne kuivendus kui üheaastaste põllukultuuride puhul. Tooma katsebaasis korraldatud katsete andmeil on see seisukoht väär. Kõrgeid ja püsivaid saake annavad kultuurkarjamaad ja kultuurniidud ainult intensiivse kuivenduse juures. Tooma katsebaasi andmeil ei ole sügavate soode kuivendamisel esinenud juhte, kus väga intensiivne kuivendus oleks vähendanud kultuurrohumaade saaki. Ülekuivenduse negatiivsed tagajärjed võivad meie tähelepanekuil avalduda ainult hästi dreneeriva aluspõhjaga soostunud mineraalmuldadel ja õhukestel (50 sm) hästilagundunud madalsoodel.

Soo-kultuurkarjamaadel otstarbekohase kuivenduse intensiivsuse astme selgitamiseks on Tooma katsebaasis rajatud kaks katsete

seeriat. Esimene, väiksema ulatusega katse rajati 1949. a. Katsepinnaks valiti madalsoo, mille turvas koosnes pilliroo-tarnafragmentidest (lagundumisaste 25—30% ja turbalasundi tüsedus 2 m). Erineva põhjaveesügavuse saavutamiseks asetati katsealal dreenid mitmesugusesse sügavusse (30—130 sm). Uudismaa künti 1949. a. kevadel. Juba künniaastal ja samuti 1950. a. kasvatati katsepinnal eelviljana viki-kaera segatist. 1951. a. kevadel külvati katteviljata järgmine heinaseemnesegu: timutit 4,3 kg, harilikku aruheina 19,7 kg, aasrebasesaba 2,2 kg, keraheina 3,6 kg, aasnurmikat 6,9 kg, roosat ristikut 1,0 kg ja valget ristikut 4,2 kg hektarile. Külviaastal niideti rohi kahel korral heinaks ja saadi 29—50 ts kuivheina hektarilt. 1952. a. kevadel karjamaa tarastati ja jaotati kopliteks nii, et saadi neli erineva kuivenduse intensiivsusega koplit. Samal aastal hakati koplites karjatama. Koplite saak määrati niitelise ja kontrolliks ka zootehnilise meetodi järgi. Saagiandmed on esitatud tabelis 5.

Tabel 5

Karjamaasaagid erineva põhjaveesügavusega koplites

1952. a.		1953. a.		1954. a.		3 a. keskmine	
põhjavee-sügavus sm	sü/ha	põhjavee-sügavus sm	sü/ha	põhjavee-sügavus sm	sü/ha	põhjavee-sügavus sm	sü/ha
96	2116	98	3832	86	3562	93	3170
83	2775	84	3150	76	2225	81	2717
65	2179	61	2990	55	1698	60	2289
33	1411	34	1870	30	557	32	1279

Esitatud andmeist näeme, et põhjaveesügavuse vähenemisega kaasneb tunduv karjamaasaagi langus. Erandi moodustab esimene katseaasta, kus kõige intensiivsema kuivendusega koppel jäi kahest järgnevast kuivenduse variandist saagilt maha. 1954. a. oli vegetatsiooniperioodil erakordselt palju sademeid (469,4 mm), mistõttu kõikide koplite saagid langesid. Eriti järsk saagi langus toimus nõrga kuivendusega koplis. Koplid, kus põhjavesi asus vaid 30 sm sügavuses, andsid ainult 557 söötühikut hektarilt.

Huvitav oli selles katses jälgida ka põhjaveesügavuse mõju karjamaakamara botaanilise koostise kujunemisele. Kaalanalüüsi andmeil esines 1954. a. aasnurmikat kõrge põhjaveeseisuga koplites ainult 8,6%, intensiivselt kuivendatud koplites aga 40,4%, kuigi seemnesegudesse oli teda võetud võrdselt.

Suhteliselt paremini talusid kõrget põhjaveeseisu pealisheinad, eriti harilik aruhein.

Ühes paremate heintaimede vähenemisega levisid ekstensiivselt kuivendatud koplites tarnad, osjad ja teised umbrohud. Eriti järsk muutus toimus neis kopleis rohkete sademete tagajärjel 1954. a. sügisel ja 1955. a. kevadel. Esimese karjatamisringi ajal 1955. a. näitasid analüüsi andmed, et kõrge põhjaveeseisuga koplites moodustasid tarnad ja osjad kuni 95% kamara koostisest. Seega olid kultuurheintaimed kamarast kadunud ja karjamaakamar hävinud juba nelja aastaga.

Kirjeldatud katses olid koplid väikesed (0,18 ha), mis ei võimaldanud neis rakendada nõuetekohast karjatamisrežiimi. See aga raskendas kamara kujunemisprotsesside, kamara sõtkumiskindluse ja teiste huvipakkuvate küsimuste jälgimist. Seepärast võeti kuivenduse küsimused täiendavale selgitamisele teises, suuremas katses tootmistingimustes. Selleks rajati katsebaasi üldisse kultuurkarjamaade massiivi osa kopleid erineva kuivendusega. Nimetatud soo lühike iseloomustus, samuti koplite rajamise käik, on toodud juba eespool.

Erinevalt eelmisest katsest asetati teises katses dreenid ühele sügavusele (keskmiselt 100 sm), kuid erineva kuivenduse intensiivsuse saavutamiseks valiti mitmesugune dreenide vahelaius: 15, 30, 45 ja 60 m.

Katsekoplites mõõdeti vegetatsiooniperioodil põhjaveesügavust ja koplite saak määrati zootehnilise meetodi järgi. Ühtlasi analüüsiti kamara botaanilise koostise kujunemist ning hinnati kamara vastupidavust sõtkumisele.

Järgnevates tabelites esitan kokkuvõtlikult selle kuivenduskatse tulemuste arvulised andmed. Tabelis 6 on esitatud põhjaveeseisud erinevate dreenide vahelaiustega koplites vegetatsiooniperioodil. Tabelis 6a on vastavate aastate ja kuude sademed millimeetrites.

Eespool juba mainisin, et Tooma katsebaasi katsete andmeil saavutati keskmiselt lagundunud turvasmuldadel taimekasvuks optimaalne künnikihi niiskusesisaldus siis, kui põhjavesi alandati sügavamale kui 70—80 sm. Seejuures näitavad tähelepanekud, et taimekasvule ei ole oluline ainult suveperioodi keskmine põhjaveeseis, vaid eriti tähtis on küllaldane põhjaveesügavus kevadel, taimekasvu algul.

Tabelis 6 toodud andmeist nähtub, et põhjavesi langes vegetatsiooniperioodi keskmisena sügavamale kui 70 sm ainult neis koplites, kus dreenide vahelaius oli 15 m. Ühtlasi oli neis koplites põhjavesi juba kevadel, maikuus küllalt sügaval ja suvised sademed selle seisu oluliselt ei mõjutanud. Nii näiteks oli 1956. a. juulis küll 144,4 mm sademeid, kuid põhjavesi jäi siin ikkagi 69 sm sügavusele. Ekstensiivsemalt kuivendatud koplites (kus dreenide vahelaius on suurem) ei suuda dreenid kevadel kiirelt alandada põhjaveeseisu. Samuti on selgelt märgatav suviste sademete mõju. Koplites, kus dreenide vahelaius on 60 m, langes põhjavesi vaid juunis enam-vähem vastuvõetavale sügavusele. Teistel kuudel asus põhjavesi väga pinna lähedal ja suuremate vihmahoogude järel püsisid

Tabel 6

Põhjaveesügavused sm, olenevalt dreenide vahelaiustest

Dreenide vahelaius m	Aasta	Mai	Juuni	Juuli	August	Septem-ber	Keskmine
15	1954	81	86	80	80	68	79
	1955	47	75	84	100	98	81
	1956	59	81	69	77	71	71
	1957	67	81	86	66	57	71
Keskmine		63,5	81	80	81	73,5	76
30	1954	53	61	47	47	42	50
	1955	26	59	75	97	93	70
	1956	35	60	53	54	44	49
	1957	47	65	73	53	39	55
Keskmine		40	61	62	63	54,5	56
45	1954	43	56	49	40	29	43
	1955	15	55	76	98	98	68
	1956	29	62	55	52	31	46
	1957	37	58	79	48	28	50
Keskmine		31	58	60	59,5	46,5	51
60	1954	37	60	34	32	22	37
	1955	16	64	79	95	90	69
	1956	19	67	34	41	25	37
Keskmine		24	64	49	56	46	46

Tabel 6a

Sademete hulk mm vegetatsiooniperioodil

Aasta	Mai	Juuni	Juuli	August	September	Kokku
1954	39,1	88,3	117,0	112,5	112,5	469,4
1955	83,3	23,1	39,1	87,3	56,2	239,0
1956	31,9	74,0	144,4	111,9	19,5	381,7
1957	48,2	54,9	90,0	123,2	101,7	418,0

veeloigud isegi mõned päevad pinnal. Ekstensiivselt kuivendatud koplites olid põhjaveeolud soodsamad ainult sademetevaesel (1955) aastal. Selliseid aastaid esineb meil aga harva ja seetõttu ei saa kuivenduse planeerimisel arvestada ainult kuivade aastate tingimusi.

Järgnevalt vaatleme, kuidas kujunesid selle kuivenduse puhul koplite saagid.

Tabel 7

Katsekoplite saagid sü/ha sõltuvalt dreenide vahelaiusest

Dreenide vahelaius m	Aastad						1953.—1956. a. keskmine		Keskmine põhjaveesügavus sm
	1953	1954	1955	1956	1957	1958	sü	%	
15	3840	3628	3708	2176	2187	2584	3338	100	76
30	3136	2964	3140	2469	2168	2464	2927	87,7	56
45	2168	2054	2257	2677	1741	2264	2289	68,6	51
60	2344	1877	2218	1201	—	—	1910	57,2	46

Tabelist 7 näeme, et 1956. a. langesid koplite saagid järsult. Eriti suur oli saakide langus intensiivselt kuivendatud koplites. Seda põhjustasid erakordselt suured talvekahjustused, mis tabasid kõiki katsebaasi kopleid. Pika ja sooja sügise tõttu jätkus rohukasv 1955. a. hilissügisel õige kaua. Kuigi karjatamine kestis 20. oktoobrini, ei lakanud siis veel rohukasv ja seda eriti paremates koplites. Seejärel tuli lumi sulale maale, mille tagajärjel rohi lämbus. Kamara hävimine oli suurem neis koplites ja nendel katselappidel, kus rohi läks lume alla lopsakana ja kõrgena. Puudulikult kuivendatud ja nõrgalt väetatud koplites olid talvekahjustused suhteliselt väiksemad.

1955/56. a. ebasoodsatele talvitustingimustele järgnes veel teine erakordne talv. Ulatuslik sula ja vihmasajud 1957. a. jaanuaris-veebruaris põhjustasid jääkatte tekkimist koplites ning rohukamara hävimist. Nii kannatasid koplite saagid erakordsete ilmastikuolude tõttu kaks aastat järjest, mis ei jätnud mõju avaldamata ka kuivenduskatsete tulemustele. Vaatamata sellele näeme, et karjamaasaak on kõrgem neis koplites, kus dreenide vahelaius on väiksem. Nelja aasta keskmiselt saadi neis koplites, kus dreenide vahelaius oli 15 m, 3338 sü/ha, kuna 60 m-lise dreenide vahelaiusega koplites oli keskmine saak vaid 1910 sü/ha.

Puudulik kuivendus ei põhjusta üksnes madalamaid saake, vaid ka väga lühikest kultuurkarjamaa kestust. Viie aasta jooksul langes karjamaasööda saak siin juba 1201 sü-le. Seejuures olid külva-

tud kultuurheinad kamarast suuremalt osalt kadunud ja asemele tulnud tarnad, tulikad ning kastevarred. Samal ajal oli korralikult kuivendatud koplites umbrohtude levik üsna tagasihoidlik, nagu seda tõendavad tabelis 8 toodud botaanilise analüüsi andmed.

Tabel 8

Kultuurkarjamaa rohukamara koostis %-des erineva kuivendusega katsekoplites 1956. a. augustis

(botaanilise kaalanalüüsi järgi)

Heintaimede rühmad	Dreenide vahelaius m			
	15	30	45	60
Kõrrelised	71,6	76,9	67,7	29,2
Liblikõielised	24,5	19,9	16,5	6,0
Rohundid (peamiselt umbrohud)	3,9	3,2	15,8	64,8

Et rohukamaras oli juba üle 60% umbrohte ning rohundeid ja koplite saak kujunes väga madalaks, siis võis neid kopleid, kus dreenide vahelaius oli 60 m, lugeda hävinuks. 1957. a. viidi siin läbi uus kuivendus (dreenide vahelaius 30 m) ja kamar künti ümber.

Ekstensiivselt kuivendatud koplites mõjutab kamara hävimist esijoones kultuurtaimedele ebasoodus niiskuserežiim. Väga suurel määral aitab selleks aga kaasa ka kamara läbisõtkumine loomade poolt. Koostise ja lagundumisastme poolest ühesuguse turvasmulla puhul on läbisõtkumine seda suurem, mida kõrgemal asub põhjavesi. Ühtlasi näitavad katsed ja tähelepanekud, et kõrge põhjaveeseisu juures on aasnurmika areng ja levik väga piiratud. Ilma võsundiliste alusheinteta kamar on aga omakorda loomade sõtkumisele vähem vastupidav kui alusheinterikas kamar.

Kamara sõtkumiskindlust hindasime ja võrdlesime antud katses kamarat läbivate jälgede arvu ja sügavuse järgi.

1956. a. karjatamisperioodi lõpul tehtud vaatlustel oli pilt kamara läbisõtkumise osas järgmine. Koplites, kus dreenide vahelaius oli 15 m, leidus 100 ruutmeetri kohta 3—5 loomajälge, mis kamarat siiski täielikult ei läbinud. Samal ajal aga neis koplites, kus dreenide vahelaius oli 60 m, ulatus loomajälgede arv 100 ruutmeetri kohta 400—500-le ja nendest enam kui pooled olid kamara täielikult läbinud ning jätnud järele mustad tühikud. Et selliste jälgede arv oli suur, siis terve kamaraga kohad moodustasid vaid üksikuid mättaid läbisõtkutud kohtade vahel ning kopli pind sarnanes tavalise loodusliku sookarjamaa pinnaga.

Üksikasjalisemad andmed kamara sõtkumiskindluse kohta on esitatud tabelis 9.

Tabel 9

Karjamaakamara sõtkumiskindlus erineva kuivendusega koplites

	Dreenide vahelaius m			
	15	30	45	60
Märgatavate jälgede arv 100 m² kohta	3—5	10—15	50—60	400—500
Kamarat läbinud jälgede arv	—	3—5	10—15	250—300
Karjatamiskindluse hinne	hea	täiesti rahuldav	rahuldav	väga puudulik

Kokku võttes tuleb märkida, et soo-kultuurkarjamaadel on saagikuse ja kestvuse kindlustamisel üheks olulisemaks teguriks intensiivne kuivendus.

Ekstensiivse kuivenduse puhul ei arene väärtuslikud karjamaaheintaimed, kamar sõtkutakse läbi ja kultuurkarjamaa hävib 4—5 aastaga.

Kuivendusviisidest tuleb eelistada drenaaži, sest lahtiste kraavide iga on karjamaal lühike. Dreenimaterjalidest on turvasmuldadel osutunud kõige sobivamaks freestorud nii kuivenduse mõjult, kestvuselt kui ka hinnalt.

Tabel 10

Detailkuivenduse maksumus ja enamsaagi söötühiku omahind erineva kuivendusega koplites

	Dreenide vahelaius m			
	15	30	45	60
Freestorudreenide maksumus ha kohta rbl.	2640.—	1320.—	990.—	660.—
Kuivenduse enamkulu tihedama asetuse puhul rbl.	1980.—	660.—	330.—	—
Koplite enamsaak 6 a. jooksul sü .	10481	8701	5521	—
Enamsaagi söötühiku maksumus kop.	18,8	7,6	6,0	—
Kogusaagi söötühiku kohta kuivenduse kulusid kop.	14,5	8,1	7,5	8,6

Dreenide paigutamisel 100—120 sm sügavusele ei või nende vahelaius olla suurem kui 30—40 m. On selge, et dreenide tihedama asetuse puhul suurenevad detailkuivenduse kulud hektari kohta, kuid need kulutused on siiski majanduslikult õigustatud, nagu seda näitavad tabelis 10 toodud andmed.

Kõne all olevad kuivenduskatsed pole veel lõppenud ja seetõttu ei saa tuua lõplikke andmeid intensiivsema kuivenduse tasuvuse kohta.

1958. ja 1959. a. näitasid, et tihedama kuivendussüsteemiga koplites kamar pärast eelmiste aastate talvekahjustusi tunduvalt paranes. Seega võib loota, et nende kasutus võib kesta veel rea aastaid. Kuid juba kuue aasta möödumisel tuleb ühe söötühiku kohta kuivenduskulusid vähem neis koplites, kus dreenid olid asetatud 30 m ja 45 m vahedega. Iga aastaga aga vähenevad need kulutused söötühiku kohta veelgi.

Karjamaakamara kujundamisest

Kultuurkarjamaade rajamisel turvasmullale on kuivenduse kõrval teiseks oluliseks momendiks nõuetele vastava rohukamara kujundamine. Soode looduslikus kamaras ei ole väärtuslikke kultuurheintaimede liike, mille tõttu pealtparanduse võtted ei anna siin tulemusi. Ainukeseks teeks kultuurkarjamaakamara kujundamisel jääb seega uuskülv.

Heinaseemnete külvieelse mullaharimise alal ei ole Tooma katsebaasis karjamaade osas seni korraldatud täpsemaid uurimusi. Meie kogemustel võib aga siin juhinduda vastavatest katse- ja uurimistulemustest kultuurniitude alal. Viimaste kohaselt on vähe- ja keskmiselt lagundunud turvasmuldadel vajalik enne heinaseemnete külvi kasvatada 1—2 a. üheaastasi eelkultuure. Eelkultuuride perioodil tuleb korduva mullaharimisega hävitada looduslikus kamaras leiduvad umbrohud. Eriti tuleb seda rõhutada luhakastevarre suhtes. Teiseks soodustab korduv mullaharimine teatud määral turba lagundumist ja aitab kaasa aktiivse künnikihi tekkimisele. Kolmandaks on korduv mullaharimine tarvilik pinna parema mikroreljeefi saavutamiseks. Ühtlasi tuleb aga silmas pidada, et eelkultuuride perioodi liialt ei pikendataks. Põllukultuuride kasvatamine toob teatavasti kaasa turvasmulla umbrohtumise (vesihein, malts jt.). Karjamaaseemnesegudes kasutatakse pikaldase algarenemisega heintaimi ja need kipuvad umbrohtude rohkel esinemisel lämbuma.

Tooma katsebaasi kogemused näitavad, et hästikuivendatud madalsoos arenevad hästi kõik meie paremad karjamaaheintaimed. Heintaimede liikide valikul tuleb aga turvasmuldade puhul tõsiselt arvestada üksikute liikide söödavust. Viimane asjaolu teeb karjamaaseemnesegu valiku soomuldadele küllalt komplitseerituks. Kultuurkarjamaadel on üldiselt hinnatavad võsundilised alusheinad,

mis annavad tiheda ja toodanguvõimelise kamara. Turvasmuldadel on kamara tihedus veelgi olulisem kui mineraalmuldadel, sest turvasmuldade erinevate omaduste tõttu on kamar siin vähem sõtkumiskindel. Meil kasutatavaist alusheintest on selleks sobivad punane aruhein ja aasnurmikas. Nende tihedalt hargnevatest maaalustest võsunditest ja rohketest narmasjuurtest läbipõimitud kamar on tugev ja sõtkumisele vastupidav. Meie katsed ja kogemused aga näitavad, et nimetatud alusheinte domineerimisel langeb õige tunduvalt karjamaarohu söödavus. Koplis, kus aasnurmika osatähtsus kamaras ulatub 80%-le, katsebaasi kari lihtsalt nälgib, ilusat leherikast aasnurmikarohtu aga ei kasutata. Söödavus väheneb isegi siis, kui aasnurmikas moodustab kamara koostisest 35—40%. Vastavas katsekoplis, kus ühele kolmandikule pindalast on külvatud lisaks põhiseemnesegule aasnurmikat, teisele kolmandikule punast aruheina ja kolmandale ohtetut lustet, moodustasid aasnurmikas ja punane aruhein 1959. a. vastavatel lappidel 35—40% kamara koostisest. Kuna need erinevad segud asusid ühe kopli piirides, karjatati neid korraga. Päevase karjatamise järel hinnati üksikute katselappide rohu söödavust. Katselapil, kus võsundilistest heintaimedest esines ohtetu luste, oli rohutagavara kasutatud peaaegu 100%-liselt. Aasnurmika lapil oli rohust kasutatud 60—80% ja punase aruheina lapil ainult 45—55%. Sarnane pilt kordus kõigi karjatamisringide ajal.

Teises, vanemas katsekoplis, kus punane aruhein ja aasnurmikas vastavatel lappidel moodustasid juba kuni 90% kamara koostisest, kasutas kari lubamatult liigselt ära alusheinteta katselappide rohu ja jättis samal ajal punase aruheina lapid peaaegu puutumata.

Nendest katsetest ja vaatlustest võib järeldada, et turvasmuldadel ei ole otstarbekohane karjamaa seemnesegusse võtta punast aruheina, aasnurmikaga peab aga olema mõõdukas. Aasnurmika hoidmine kamaras sobivas ulatuses (20—30%) on küllaltki raske ülesanne, sest soodsates kasvuoludes on aasnurmika võistlus- ja levikuvõime suur. Ta püüab kamarast välja tõrjuda nii teisi kõrrelisi kui ka valget ristikut.

Kõrrelistest pealisheintest tuleb turvasmuldadel pidada parimaks harilikku aruheina. Tal on ädalakasv kiire, on hästi söödav ja püsib kaua kamaras. Ühtlasi ei ole ta eriti agressiivne teiste heintaimede suhtes.

Mineraalmaa karjamaadel hinnatakse saagirikka ja püsiva pealisheinana keraheina, kuid soo-oludes nõuab keraheina kasutamine veel selgitamist. Kerahein annab küll ka soomuldadel head ädalakasvu, kuid segus teiste heintaimedega kipuvad lehmad siiski keraheina puhmaid söömata jätma, mispärast ta segu komponendina pole päris sobiv. Kahjuks pole Tooma katsebaasis seni olnud puht keraheina koostisega kopleid, kus oleks võinud hinnata tema söödavust ja kestvust puhaskülvis. Lähematel aastatel on kavas selgitada, kas kerahein ka turvasmuldadel annab puhaskülvis kõrgesaagilise karjamaa nagu mineraalmuldadel.

Joonis 1. Valge ristiku rikas kultuurkarjamaa kamar Tooma katsebaasis.
Рис. 1. Травостой культурного пастбища с преобладанием белого клевера на опытной базе «Тоома».

Timut, mis kuivematel muldadel on tagasihoidliku ädalakasvuga, annab turvasmuldadel siiski rahuldavat ädalat. Arvestades ka seda, et timut on väga hästi söödav, on tema osatähtsus sookarjamaade seemnesegudes suurem kui mineraalmuldadel. Timuti peamiseks puuduseks on võrdlemisi lühike kestvus. Ja et timut on hästi söödav, siis kipub kari timutirikka koostisega kopleid liiga madalalt ära sööma, mis omakorda vähendab kultuurkarjamaa kestvust.

Vähe on veel Tooma katsebaasis kogemusi kultuurkarjamaadel ohtetu luste ja aasrebasesabaga. Kultuurniitudel on need mõlemad kestvuse ja saagikuse poolest hinnatud heintaimed. Mõlemail neist peaks olema eeldusi kujuneda ka heaks karjamaataimeks, sest nad on rohke järelkasvuga ning hea söödavusega. Katseid nende taimedega on tehtud aga veel vähe ja lühikest aega. Seetõttu pole selge, mil määral neid segudes kasutada ning kas nad vajavad erilist karjatamisrežiimi.

Teatud määral kapriisseks taimeks osutub soo-kultuurkarjamaadel valge ristik. Senistel tähelepanekutel ei taha valge ristik levida ega püsida vähelagundunud ja veel loodusliku struktuuriga turvasmuldadel. Ühes katses, kus turba lagundumisaste oli 25—30%,

võeti valget ristikut karjamaa seemnesegusse 20%, kuid juba paari aasta pärast oli kamaras vaid üksikuid valge ristiku taimi. Samal ajal levis valge ristik katsebaasi teistel sookarjamaadel, kus turba lagundumisaste oli 35—45%, isekülvi teel paari karjatamisaasta kestel väga kiiresti, moodustades kamara koostisest 30—35%. Mõne aasta möödumisel vähenes aga ka siin valge ristiku osatähtsus 5—10%-le. 1958. ja 1959. a. hakkas valge ristik osas koplites, kus polnud eriti tihedat aasnurmika kamarat, jällegi levima ja tõusis üksikutes koplites kuni 40%-ni kamara koostisest. Millised asjaolud põhjustavad valge ristiku perioodilist tõusu ja vähenemist karjamaakamara koostises ning millised tegurid soodustavad tema levikut ja püsivust, nendele küsimustele pole senised katsed suutnud veel ammendavat vastust anda.

Seniste katsete ja kogemuste põhjal soovitab Tooma katsebaas kultuurkarjamaade rajamisel intensiivselt kuivendatud ja keskmiselt kuni hästilagundunud turvasmuldadel kasutada järgmist seemnesegu: aasnurmikat 5—7 kg, harilikku aruheina 12—15 kg, timutit 6—8 kg ja valget ristikut 3—4 kg/ha. Kui soo on mõnevõrra puudulikult kuivendatud, siis pole aasnurmika külv otstarbekohane. Kõrge põhjaveeseisu suhtes on ta tundlikum kui teised heintaimed. Sellistes oludes ei saa ka üldse juttu olla pikaajalisest kultuurkarjamaast.

Kultuurkarjamaa kamara loomisel on väga oluline ka heinaseemnete külviviis ja külviaeg. Tooma katsebaasi katseandmed ja praktika tõendavad, et heinaseemnete külv kattevilja alla end kuidagi ei õigusta. Kattevili põhjustab alati vähemate ja suuremate tühikute tekkimist kamarasse, mis vähendab rajatava karjamaa saagikust ja soodustab umbrohtude levikut. Kattevili pidurdab ka aasnurmika ja valge ristiku arenemist, mille tulemusena kamar kujuneb timuti- ja hariliku aruheina rikkaks.

Kõige paremaid ja kindlamaid tulemusi on karjamaade rajamisel andnud heinaseemnete varakevadine külv, kui turvasmulla pealmine kiht pole veel liiga kuivanud. Kultuurkarjamaade rajamisel umbrohtunud soopinnale nõuab umbrohtude tõrje külviaastal hoolt ja tööd. Et umbrohtude kasv sügise poole pole enam nii intensiivne kui kevadel ja suvel, siis on katsetatud heinaseemne külvi teha ka juuli lõpul ja augusti algul. Kevadine külv toimus mais ja sügisene külv 5. või 6. augustil. Külvile järgneva aasta saak kujunes aga sügisese külvi puhul 18,5% võrra madalamaks kevadisest külvist. See näitab, et sügisene külv end ei õigusta, kuigi siin umbrohutõrjega oli tööd vähem. Lisaks saagi langusele tuleb arvestada ka seda, et enamikul aastatel liblikõielised (ristikud) sügiseste külvide puhul talve jooksul hävivad ja neid tuleb kevadel täiendavalt juurde külvata, mis aga toob lisatööd ja seemnekulu.

Kevadiste katteviljata külvide puhul tuleb umbrohtunud pindadel külviaastal läbi viia umbrohutõrjet. Peamiseks ja hädaohtlikumaks heinakülvide umbrohuks turvasmuldadel on vesihein. Viimase tõrje herbitsiididega ei ole positiivseid tulemusi andnud. Kui karja-

maa seemnesegusse on võetud ka valget ristikut, siis ei tule keemiliste umbrohutõrje vahendite kasutamine üldse arvesse. Seepärast kujuneb peamiseks umbrohutõrje viisiks heinaorase niitmine 1—2 korda suve jooksul. Niita tuleb siis, kui umbrohi hakkab heinaorasest üle kasvama.

Korduv üleniitmine soodustab ka aeglasemalt arenevate alusheinte kasvu, sest niitmine pidurdab kiirelt arenevaid pealisheinu.

Kultuurkarjamaakamara kujundamisel on olulise tähtsusega ka uuskülvide esialgne kasutamine. Et vältida noore ja nõrga kamara läbisõtkumist, tuleb üldiselt olla karjatamisega ettevaatlik. Tooma katsebaasi viimaste aastate tähelepanekud ja kogemused aga näitavad, et ettevaatlik karjatamine juba külviaasta sügisel noort kamarat eriti ei kahjusta. Vastupidi — valge ristik ja teatud määral ka aasnurmikas levivad kamaras isegi kiiremini. Oskamatu ja liiga intensiivne karjatamine muudab aga ka kõige parema noore kamara auklikuks ja tühikuliseks ning viib sellega karjamaa rajamise ebaõnnestumisele.

Soo-kultuurkarjamaade hooldamisest ja kasutamisest

Soo-kultuurkarjamaade väetamise alal on Tooma katsebaasis uuritud peamiselt vask- ja lämmastikväetiste tasuvust. Nende katsete alusel tuleb väita, et katsebaasi madalsoole rajatud karjamaad reageerivad väga tugevalt vaskväetisele. Katses antud 25 kg vasevitrioli mõjul hektari kohta tõusis karjamaasaak kolme aasta keskmisena mineraalmaa vahetus läheduses 48% võrra, sügavamal madalsool aga 71,4% võrra. Olgu mainitud, et terav vasepuudus ilmnes juba heintaimede külviaastal. Kõik kõrrelised kasvasid kiduralt ja nende loomulik roheline värvus kadus. Teisel aastal suur osa kõrrelisi langes kamarast välja, jättes järele hulgaliselt tühikuid. Järgnevatel aastatel väline pilt vaskväetiseta aladel küll paranes, kuid seda tühikutesse levinud valge ristiku arvel. Viimane ei näi nii tundlik olevat vasepuuduse suhtes kui kõrrelised. Valge ristiku mõjul elustus teatud määral ka kamaras veel säilinud kõrreliste kasv. See välispildi paranemine ei suutnud siiski tõsta karjamaasaaki, kuna enamik kõrrelisi oli juba hävinud.

Vaskväetis ei tõstnud neis katseis ainult karjamaasööda saaki, vaid parandas tunduvalt ka sööda kvaliteeti. Nii sisaldas vaskväetist saanud karjamaarohi seeduvat proteiini 2,43%, vaskväetiseta rohi aga 2,22%. Eriti märgatav oli mineraalainete sisalduse tõus. Vaskväetise puhul sisaldas karjamaarohi ühe kilogrammi kohta 2,31 g kaltsiumi ja 1,12 g fosforit. Vaskväetiseta kopleis sisaldas aga karjamaarohi kaltsiumi 1,80 g ja fosforit 0,13 g.

Lämmastikväetise probleem ei ole soo-kultuurkarjamaadel üldiselt nii terav kui mineraalmaal. Nõuetekohaselt kuivendatud ja hästilagundunud turvasmuldadel jätkub turvasmullas lämmastikku taimede kasvuks vajalikul määral. Vähese lagundumisastme ja

puuduliku aeratsiooniga turvasmuldadel aga kannatavad kõrrelised heintaimed ka lämmastiku puudust. Samuti kerkib lämmastikuga väetamise vajadus üles siis, kui majandis kultuurkarjamaid on veel vähe ja tavaliste kaali- ja fosforväetistega ei suuda koplid rahuldada karja suvist söödavajadust. Neil kaalutlustel on püütud Tooma katsebaasis selgitada ka lämmastikväetise kasutuse küsimusi soo-kultuurkarjamaadel. Seniste katsete andmed näitavad, et vähelagundunud ning puuduliku aeratsiooniga pindadel tõstab lämmastikväetis soodsatel aastatel väga tunduvalt karjamaasaaki. 170 kg suuruse lämmastikuannuse kasutamisel (hektari kohta) on saadud enamsaagina ühe kilogrammi lämmastiku kohta kuni 72 kg karjamaarohtu. Hästilagundunud ja soodsama aeratsiooniga pindadel on aga taimedele kättesaadava lämmastiku varud mullas suuremad ja neis oludes on väetiseks antud 1 kg lämmastiku kohta saadud enamsaagiks vaid 25—30 kg karjamaarohtu.

Mineraalmaakarjamaadel omab hooldusvõtete seas tähtsat kohta loomade väljaheidete laotamine. Viimaste näol jätavad loomad suve jooksul karjamaale suure koguse orgaanilist väetist, mille ökonoomsemaks kasutamiseks tuleb väljaheited laotada. Sellega väldi takse teatud määral ka rammutukkade tekkimist ning kasutatava karjamaapinna vähenemist viimaste arvel. Turvasmuldadele rajatud koplites tuleb sellele tööle vaadata siiski teisiti. Kuigi meil pole sellelt alalt täpseid katseandmeid, näitavad tähelepanekud ja kogemused, et see töö end ei õigusta. Hästi- kuni keskmiselt lagundunud turvasmuldadel ei tekita loomade väljaheited peaaegu mingisugust rammutukka. Teiste sõnadega, väljaheidetes leiduv lämmastiku kogus ei põhjusta neis kohtades lopsakamat rohukasvu. Ja juhul, kui rammutukk siiski tekib, eriti vedelväljaheidete kohtadel, siis loomad ei põlga selle rohu söömist järgneval karjatamisel. Vastupidi, vähelagundunud turvasmullal loomad isegi eelistavad väljaheidete kohtadel ja ümbruses kasvavat rohtu.

Ühtlasi tõendavad tähelepanekud, et tavaliselt ei põhjusta laotamata väljaheited ka tühikute tekkimist kamarasse. Viimane nähtus võib esineda vaid neil kohtadel, kus kari viibib pikemat aega tihedalt koos, näiteks kui lüpsmine toimub pidevalt ühel ja samal kohal. Sellistele «lüpsiplatsidele» satub väga palju väljaheiteid ja need põhjustavad kamara hävimist.

Seepärast ei ole soovitav lüpsiaegadel ajada karja alati ühte ja samasse koplinurka kokku. Kui seda siiski tehakse, siis neis paikades on väljaheidete laotamine hädavajalik.

Turvasmuldadele rajatud kultuurkarjamaade kasutamisel on olnud kõige olulisemateks probleemideks koplite suuruse ja karjamaa koormuse, samuti ka karjatamisrühma suuruse küsimused. Kultuurkarjamaade otstarbekohase kasutamise organiseerimisel valitseb üldiselt tendents — vähendada koplite suurust ja lühendada karjatamise aega ühes koplis, et kindlustada koplirohu täiuslikumat kasutamist ja vältida karja toodangu kõikumisi, mis suurtes koplites on paratamatud.

Mida suurem on kultuurkarjamaa produktiivsus ja mida lühemat aega soovime karja koplis pidada, seda väiksemad koplid tuleb planeerida. Sellega suureneb aga karjamaa koormus. Mineraalmaa karjamaadel ei ole suurem koormus toonud kaasa negatiivseid nähtusi. Kas see ka soo-karjamaadel on samuti, selle kohta on veel vara anda kindlat vastust. Metoodiliselt osutub väga raskeks lahendada katseliselt optimaalne koplite suurus ja määrata selline karjamaa koormus, mis ei kahjustaks turvasmullal kultuurkarjamaa kamarat, kuid võimaldaks siiski kõige otstarbekohasemat kasutust. Seepärast oleme küsimuse selgitamisel piirdunud vaid vaatlustega. Turvasmuldadele kultuurkarjamaid rajades olin esialgsete tähelepanekute põhjal arvamisel, et lehmade arv koplipinna hektari kohta ei või olla suurem kui 25—30 ja karjatamisrühma suurus ei või tõusta üle 50 lehma. Viimastel aastatel on Tooma katsebaasis mineraalmaal koplite suuruseks võetud 1 ha, soo-kultuurkarjamaadel aga 1,2—3,6 ha. Karjatades kõigis neis kopleis ühesuurusi gruppe (80 lehma), ei ole kamara läbisõtkumine olnud 1,2 ha suurustes koplites suurem kui suuremates koplites. Sellega oleme aga koormuse 1,2 ha suurustes koplites tõstnud kuni 70 lehmale ja esialgselt soovitavaks peetud koormust suurendanud umbes 2,5 korda. Samuti on karjatamisrühm 1,6 korda suurem.

Millest on siis tingitud selline suurenemise võimalus? Esimestel aastatel oli uurimise otstarbel katsebaasis terve rida kopleid liiga ekstensiivse kuivendusega, kus põhjavesi asus kõrgel ja kamar polnud seetõttu sõtkumiskindel. Kogemused aga näitavad, et nõuetekohaselt kuivendatud turvasmuldadel ei ole kamara läbisõtkumise oht ka suurema karjatamiskoormuse puhul kuigi suur. Võib arvata, et meie pole selles osas jõudnud veel kriitilise piirini. Halvemini on seni mõjunud karjatamisrühma absoluutne suurus ja seda eriti kopli väravate ja läbikäikude ümbruses. Neis paikades ei pea kamar sõtkumisele vastu ka hea kuivenduse korral. Näib aga, et seda pahet ei saa täielikult kõrvaldada karjatamisrühma vähendamisega. Enam kasutatavate väravate ja läbikäikude ümbrus tuleb kindlustada kas lattide või muu vastava materjaliga, kuna rohukamar siin sõtkumisele vastu ei pea.

Soo-kultuurkarjamaade osa Tooma katsemajandi haljaskonveieris

Paralleelselt kultuurkarjamaade rajamise ja kasutuse küsimustega on Tooma katsebaasis püütud ka selgitada, kuidas korraldada piimakarja suvist söötmist nii, et karjamaasööt moodustaks võimalikult suurema osa lehmade söödanõudlusest ja haljaskonveieri ainukeseks lüliks oleksid kultuurkarjamaad.

Loomakasvatussaaduste tootmiskuludest moodustavad valdava osa teatavasti söödakulud. Seepärast annab kulude vähendamisel kõige suuremat efekti söötade õige valik ja nende ratsionaalne kasutamine. Nii Tooma katsebaasi kui ka teiste majandite koge-

mused ja andmed tõendavad, et kõige odavamaks ning ühtlasi kõige väärtuslikumaks söödaks osutub kultuurkarjamaarohi. Teiste söötade omahind ületab karjamaasööda omahinna mitmekordselt, nagu näitavad tabelis 11 toodud andmed.

Tabel 11

Söötühiku suhteline omahind Tooma katsebaasis ja Vändra katsejaamas

Söödad	Tooma katsebaasis	Vändra katsejaamas
Kultuurkarjamaarohi	100	100
Mitmeaastane hein	203	190
Söödateravili	400	466
Söödakapsas	445	454
Silokultuurid	493	478
Kartul	820	—
Söödajuurvili	860	572

Selle juures sisaldab kultuurkarjamaasööda söötühik seeduvat proteiini küllaldaselt ka kõige kõrgemate päevalüpside tarvis.

Kultuurkarjamaasööda omahind ja väärtus ongi nendeks põhjusteks, mis sunnivad loomakasvatajaid karjamaasööda arvel rahuldama võimalikult suurema osa lehmade söödavajadusest. Seda on taotlenud ka Tooma katsebaas oma piimakarja söötmise organiseerimisel. Üksikasjalise pildi piimakarja söötmise arengust annavad tabelis 12 toodud andmed.

Tabel 12

Piimakarja söödakasutuse dünaamika Tooma katsebaasis

Aasta	Lehma kohta aastas								
	karjamaa-sööta		koresööta		mahlakat sööta		jõusööta		kokku
	sü	%	sü	%	sü	%	sü	%	sü
1958 . .	1488	35,5	852	20,3	1018	24,3	836	19,9	4194
1957 . .	1349	33,1	783	19,2	1021	25,0	927	22,7	4080
1956 . .	1249	31,8	774	19,7	872	22,3	1029	26,2	3924
1955 . .	1284	35,1	601	16,4	864	23,6	909	24,9	3658
1954 . .	1147	27,8	705	17,0	752	18,2	1529	37,0	4133
1953 . .	1045	27,1	649	16,9	910	23,6	1255	32,4	3859
1952 . .	1039	26,5	885	22,5	841	21,5	1154	29,5	3919
1951 . .	711	22,2	746	23,2	876	24,5	967	30,1	3210
1950 . .	648	22,5	701	24,3	702	24,4	829	28,8	2880

Esitatud andmeist nähtub, et viimase kaheksa aasta jooksul on karjamaasööda kasutus enam kui kahekordistunud, tõustes 648 söötühikult 1488 söötühikule lehma kohta. Seejuures tuleb märkida, et samal ajal kahekordistus ka lehmade arv. 1950. a. oli katsemajandis 41 lehma, 1958. a. aga 82.

Protsentuaalselt moodustas karjamaasööt lehma aastasest söödakasutusest 1950. a. 22,5%, 1958. a. aga 35%. Karjamaasööda kõrval on viimastel aastatel suurenenud ka kultuurheina ja talviste mahlakate söötade osa. Vaatamata söötmise intensiivsuse tõusule on jõusöötade osa absoluutarvudes jäänud umbes samale tasemele kui 1950.—1951. a. Protsentuaalselt moodustas jõusööt üldisest söödakasutusest 1958. a. 19,9%, kuna uuritava perioodi algul tõusis jõusööda osatähtsus 30%-le ja isegi üle selle. Nii näeme, et söötmise intensiivsuse tõus on saavutatud peamiselt karjamaasööda, talviste toorsöötade ja kultuurheina arvel. Intensiivsema söötmise ning tõuaretustöö tulemusena tõusis keskmine piimatoodang lehma kohta 3045 kilogrammilt 4500 kilogrammile ja piima rasvasisaldus 3,8 protsendilt 4,2 protsendile.

Järgnevalt vaatleme karja suvise söötmise korraldamist Tooma katsebaasis, mis võimaldas tõsta karjamaasööda kasutust lehma kohta enam kui 800 sü võrra.

1950. ja 1951. a. oli kultuurkoplite pindala Tooma katsemajandis 15,5 ha ehk keskmiselt lehma kohta 0,38 ha. Selline koplite pindala enam-vähem rahuldas lehmade söödanõudluse suve esimesel poolel, kuid suve teisel poolel kannatas kari söödapuuduse all, vaatamata sellele, et lisaks koplitele karjatati lehmi ka kultuurniidu ädalail.

Uue piimakarjakoplite süsteemi rajamisel arvestasime neid kogemusi ja planeerisime karjamaade pindala nii suure, et see rahuldaks lehmade söödanõudluse ka sügiskuudel.

Tooma katsebaasis ulatub kultuurkarjamaade saak hektarilt keskmiselt 2500 sü-le (määratud zootehnilise meetodiga). Sellest saagist annavad koplid kevadest kuni juuli lõpuni 65—70%. Augustis ja septembris saadakse ainult 30—35% saagist ehk antud saagitaseme juures 750—800 sü. Et lehmad saaksid karjamaalt ka sel perioodil keskmiselt 10 sü päevas, selleks on vaja augustis ja septembris lehma kohta 0,75—0,85 ha karjamaad. Sellest arvestusest lähtudes planeeritigi Tooma katsebaasis ühele lehmale 0,8 ha koplite pindala. Ja nagu kogemused tõendavad, ei ole meil olnud vajadust lisahaljassööda andmiseks kuni karjatamise perioodi lõpuni. Samuti pole olnud vajadust niitudel ja põldheina ädalatel karjatamiseks. Ädalad sileeritakse ja osalt söödetakse haljalt siirdeperioodil laudas.

Sellise kultuurkarjamaade pindala (0,8 ha) juures jääb kevadeperioodil karjamaarohtu karjatamisel üle. Seepärast osa kopleid iga aasta juunis niidetakse. Niidetavate koplite pindala on aastate keskmisena 20 ha. Seega jääb 80 lehmale suve esimesel poolel karjatamiseks umbes 44 ha kultuurkarjamaad ehk keskmiselt lehma

kohta 0,55 ha. Juba juuli teisest poolest, kui on kasvanud ädal, niidetud koplites karjatatakse ja seega tõuseb koplite pindala lehma kohta 0,8 ha-le.

Kirjeldatud kultuurkarjamaade kasutuse süsteem funktsioneerib häireteta, kui juulis ja augustis on küllaldaselt sademeid. Eesti NSV oludes ulatub tavaliselt sademete hulk juulis üle 100 mm ja augustis 75—80 mm-le, millest piisab karjamaarohu kasvuks. Viimase kaheksa aasta jooksul on aga esinenud kaks väga põuast aastat (1955 ja 1959). Nii tuli 1955. a. nimetatud kuudel Toomal kokku sademeid vaid 80 mm ja 1959. a. 56 mm. Põua tagajärjel lakkas mineraalmaa kultuurkoplite rohukasv peaaegu täielikult, mille tõttu need karjamaad andsid suve teisel poolel vaid 16—17% aasta saagist.

Tabel 13

Mineraalmaal asetsevate koplite saagid kuude viisi protsentides kogusaagist

Aasta	Mai	Juuni	Juuli	Suve I poolel kokku	August	September	Oktoober	Suve II poolel kokku
1956.—1958. a. keskmine . . .	10,8	34,5	21,0	66,3	21,9	10,4	1,4	33,7
1955	8,7	45,1	29,0	82,8	5,1	8,8	3,3	17,2
1959	14,5	36,1	33,2	83,8	12,0	4,2	—	16,2

Sellistes oludes ei oleks ka Tooma katsebaasi kultuurkarjamaad suutnud sügissuvel katta lehmade söödavajadust. Antud olukorrast aitasid aga üle turvasmullale rajatud kultuurkarjamaad, mis moodustavad lüpsikarja koplitest üle 75%.

Soo-kultuurkoplites põud rohukasvu ei vähendanud. Koplite saagid kujunesid siin põua-aastatel isegi kõrgemaks kui põuale eelnenud aastatel.

Tabel 14

Koplite keskmised saagid sü/ha põuale eelnenud ja põua-aastail

Aasta	Mineraalmaa koplid	Sookoplid
1954	2778	2220
1955	1966	2795
	— 812	+ 575
1958	3023	2300
1959	2103	2712
	— 920	+ 412

Eriti märgatavalt mõjus põud mineraalmaal asetsevate koplite saagile suve teisel poolel, mil saadi vaid 16—17% kogusaagist. Soo-kultuurkoplites aga intensiivne rohukasv jätkus ja suve teisel poolel andsid need umbes 40% kogusaagist. See võimaldas 1955. a. edukalt karjatada lehmi (ilma lisahaljassöödata) kuni 20. oktoobrini. 1959. a. kujunes küll karjatamisperiood tunduvalt lühemaks, kuid seda peamiselt madala temperatuuri tõttu. Augusti lõpus saabunud jahedate ilmade tagajärjel kujunes septembri keskmine temperatuur umbes 2° võrra tavalisest madalamaks. Seejuures langes temperatuur turvasmullal öösiti pidevalt alla 0°. Madal temperatuur vähendas järsult rohu juurdekasvu ja karjatamine tuli lõpetada septembri lõpul.

Sellised nähtused, kus suvine põuaperiood pidurdab tõsiselt mineraalmaal asetsevate kultuurkoplite rohukasvu, ei esine üksnes Tooma katsebaasis, vaid ka teistes majandites, kus kultuurkarjamaid tuleb rajada kuivadele ja põuakartlikkudele muldadele. See seab suvise söötmise suure riisiko ette. Hoopis kindlamaks osutuvad Tooma katsebaasi kogemustel kultuurkoplite saagid turvasmuldadel. Tuginedes nendele kogemustele soovitamegi kõikidele majanditele, kes omavad soomaid, rajada osa piimakarja koplitest turvasmuldadele. Need koplid kindlustavad karjale küllaldaselt karjamaasööta ka siis, kui põua tagajärjel rohukasv mineraalmaakoplites järsult väheneb.

КУЛЬТУРНЫЕ ПАСТБИЩА НА ТОФЯНЫХ ПОЧВАХ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ В ЗЕЛЕНОМ КОНВЕЙЕРЕ

А. РАЙДЛА,
заведующий опытной базой «Тоома»

Резюме

Задачей исследовательской работы по культурным пастбищам, проводимой на опытной базе «Тоома», является выяснение трех основных вопросов:

1. Могут ли культурные пастбища на торфяных почвах обеспечить молочный скот полноценным кормом?
2. Что нужно учитывать при закладке и использовании культурных пастбищ в болотных условиях?
3. Какое значение могут иметь болотные культурные пастбища в летнем зеленом конвейере?

Для изучения этих вопросов в 1951 г. и в последующие годы были заложены культурные пастбища параллельно на минеральных и на торфяных почвах, на площади всего примерно в 70 га.

Питательная ценность кормов, полученных с болотных культурных пастбищ, изучалась и оценивалась двумя способами. Во-первых, проводился химический анализ зеленой массы трав болотных культурных пастбищ. Полученные данные сравнивались с соответствующими данными, относящимися к пастбищам на минеральных почвах. Эти данные о содержании переваримых питательных веществ, фосфора и кальция в травостое с торфяных и минеральных пастбищ приведены в таблице 1. В результате можно сделать вывод, что при одинаковом ботаническом составе содержание переваримых питательных веществ, фосфора и кальция в травах, выращенных на торфяных почвах, не ниже, чем в травах, полученных с минеральных почв.

Во-вторых, опытной базой «Тоома», наряду с изучением состава питательных веществ в травах методом химического анализа, проводилась также сравнительная оценка кормовых достоинств трав, выращенных на торфяных и на минеральных почвах. С этой целью в 1952—1955 гг. проводились опыты кормления трех групп коров по 10 коров в каждой.

В первой опытной группе скармливались только корма, полученные с торфяных почв (кроме концентратов).

Во второй опытной группе коровы получали 50% грубого и сочного корма с торфяных почв и 50% с минеральной почвы.

В третьей группе коровы получали все грубые и сочные корма (включая и летний пастбищный корм) с минеральной почвы.

Эффективность кормления оценивалась по количеству полученного 4-процентного молока на 100 кормовых единиц расходуемого корма.

Краткие результаты этих опытов приведены в таблицах 3 и 4.

Как показывают эти данные, существенных различий в результатах между отдельными группами коров нет. В первой группе (с кормами, выращенными на торфяной почвѣ) продукция коров была ниже только на 0,7 кг четырехпроцентного молока на 100 кормовых единиц расходуемого корма, чем продукция коров третьей группы, получавших корм, выращенный на минеральных почвах.

Живой вес подопытных коров в первой группе (с болотными кормами) повысился на 75 кг, а в третьей группе (с минеральными кормами) — на 35 кг. Живой вес новорожденных телят был во всех группах практически одинаковый, колеблясь в пределах 37,1—37,5 кг.

Так как во время опытного периода по сравнению с предопытным периодом улучшились условия кормления коров, то и жирность молока повысилась во всех опытных группах, но более всего в группе с болотными кормами (таблица 4).

Результаты опытов подтверждаются также практикой опытной базы «Тоома». Несмотря на то, что здесь свыше ¾ культурных пастбищ заложено на торфяных почвах и более 50% сена и сочных кормов получено также с болотной почвы, никаких заболеваний у коров не было вызвано.

Для изучения вопросов осушения и влияния интенсивности осушения на продуктивность культурных пастбищ на торфяных почвах в опытной базе «Тоома» было проведено две серии опытов. На первом, меньшем опытном участке дрены были заложены на глубину от 30 до 130 см, с одинаковым расстоянием между дренами. На втором, большем опытном участке дрены были заложены на одинаковую глубину (в среднем 100 см), но для достижения различной интенсивности осушения расстояния между дренами были выбраны 15, 30, 45 и 60 м.

Ежегодно на опытных участках измерялась глубина стояния грунтовых вод, определялся урожай загонов зоотехническим методом, а также анализировался ботанический состав травостоя и оценивалась устойчивость дернины к стравливанию и против вытаптывания.

Сводные данные первого опыта приведены в таблице 5. При глубине стояния грунтовой воды на уровне 81—93 см урожай за три года в среднем был 2717—3170 кормовых единиц с гектара.

При залегании грунтовой воды на глубине 30 см средний урожай равнялся 1279 кормовым единицам с гектара. При экстенсивном осушении на третьем году опыта урожай был только 557 кормовых единиц и к началу четвертого года из состава травостоя почти совсем выпали культурные травы и 95% заняли осоки и хвощи.

Второй опыт дал аналогичные результаты.

В таблице 6 приведены уровни стояния грунтовых вод этого опытного участка при различных расстояниях между дренами, в таблице 7 — урожайность соответствующих загонов. Урожай загонов с расстоянием между дренами 15 м при средней глубине грунтовой воды 76 см за 4 года был в среднем 3338 кормовых единиц с га. В загонах же с расстоянием между дренами 60 м уровень грунтовой воды оказался только 46 см и урожай был лишь 1910 кормовых единиц с га. Понижение урожая произошло вследствие выпадения сеяных культурных трав из травостоя и протаптывания дернины. На четвертом году опыта в загонах с интенсивным осушением злаковых и бобовых трав в травостое было 96,1%, а в экстенсивно осушенных загонах — только 35.2% (таблица 8).

Из описанных опытов следует, что для обеспечения урожайности и долговечности культурных пастбищ на осушенных болотах одним из наиболее существенных факторов является интенсивное осушение.

При экстенсивном осушении не развиваются ценные пастбищные травы, дернина протаптывается животными и культурное пастбище погибает за 4—5 лет.

При закладке дрен на глубину 100—120 м расстояние между ними не должно превышать 30—40 м, чтобы иметь возможность держать грунтовую воду на требуемой глубине, не выше 70—80 см.

Более частая закладка дрен хотя первоначально и повышает затраты детального осушения на га, но вследствие высокого урожая и долголетия культурного пастбища стоимость одной кормовой единицы обходится в конечном результате все-таки дешевле, чем при экстенсивном осушении.

При закладке культурных пастбищ на торфяных почвах вторым существенным фактором является формирование соответствующего пастбищного травостоя. Естественный травостой болот не содержит ценных видов культурных трав, поэтому поверхностное улучшение здесь не дает результатов. Остается один путь для формирования культурных пастбищ — это коренное улучшение и посев специальных пастбищных травосмесей.

Работы опытной базы «Тоома» показывают, что на хорошо осушенных низинных болотах успешно развиваются все наши лучшие пастбищные травы. При подборе видов трав на торфяных почвах необходимо учитывать, кроме других качеств, еще и поедаемость отдельных видов трав. Для создания плотной и

устойчивой против вытаптывания дернины на болотных культурных пастбищах особенно подходят мятлик луговой и овсяница красная. Но, как показывают опыты, преобладание этих видов трав в травостое заметно снижает поедаемость пастбищного корма. Поэтому нужно заботиться, чтобы доля этих трав в травостое не превышала 20—30%. Из верховых злаков оказались лучшими овсяница луговая и тимофеевка. (У ежи сборной хорошая отавность, но в смеси с другими травами коровы часто пренебрегают ею.) По устойчивости и урожайности на сеянных сенокосах ценными травами являются костер безостый и лисохвост луговой. Оба вида имеют все предпосылки стать хорошими пастбищными травами, но с ними проведено еще мало опытов. Поэтому сейчас еще не известно, в каком количестве брать их в травосмесь и требуют ли они особого режима пастьбы.

Капризной травой на болотных культурных пастбищах является клевер белый. По предварительным данным он не развивается успешно и является неустойчивым на малоразложившихся торфяных почвах с естественной структурой. На торфяных почвах со средней и хорошей степенью разложения клевер белый хорошо развивается, но иногда его доля в травостое резко снижается. Какие причины вызывают периодическое повышение и снижение участия клевера белого в составе травостоя пастбища и какие факторы имеют влияние на его распространение и устойчивость, на эти вопросы проведенные опыты еще не могут дать исчерпывающего ответа.

Наилучшие результаты при закладке торфяных пастбищ получены при раннем весеннем сроке высевания травосмеси без покровной культуры. Последние всегда являются причиной неравномерного роста трав, что снижает урожай закладываемого пастбища и способствует развитию сорняков. Покровные растения задерживают также развитие мятлика лугового и клевера белого, отчего в травостое захватывают первенство верховые травы.

В процессе образования пастбищной дернины существенное значение имеет первичное использование новых посевов. Опыты последних лет, проведенные на базе «Тоома», показывают, что осторожная пастьба уже осенью в год посева не повреждала молодую дернину. Неумелая и слишком интенсивная пастьба может быстро нарушить даже наилучший дерновый покров пастбища и полностью его обесценить.

При удобрении культурных пастбищ, заложенных на болотных почвах, наряду с фосфатно-калийными удобрениями большое значение имеют медные удобрения. Доза медного купороса в 25 кг, внесенная через 3—4 года, повысила урожай пастбища до 71,4%. Причем медное удобрение влияет также и на повышение содержания в пастбищной траве минеральных веществ — кальция и особенно фосфора.

Наряду с изучением вопросов закладки и использования куль-

турных пастбищ в опытной базе «Тоома», выяснялась организация летнего кормления молочного скота с тем, чтобы пастбищный корм покрыл бы основную часть летней потребности коров в кормах и культурные пастбища явились бы единственным звеном зеленого конвейера. Стремление к достижению этой цели обосновано более низкой себестоимостью (таблица 11) пастбищных кормов и кормовым достоинством пастбищных трав. Динамика развития кормления молочного скота в опытной базе «Тоома» детально отражается в таблице 12.

Из этих данных видно, что за последние восемь лет использование пастбищного корма повысилось более чем в два раза: увеличилось с 648 кормовых единиц до 1488 кормовых единиц на одну корову. В 1950 г. пастбищный корм составлял 22,5% от годовой затраты корма, а в 1958 г. — 35,5%.

В 1950 и 1951 гг. в опытной базе «Тоома» было 0,38 га культурных пастбищ на одну корову; в 1958 г. — 0,8 га.

Урожай культурных пастбищ в опытной базе «Тоома» согласно зоотехническому учету равняется 2500 кормовым единицам. Из этого урожая 65—70% приходится на период с весны до конца июля. В августе и сентябре получаются только 30—35%, или 750—800 кормовых единиц. Чтобы пастбища и в этот период обеспечили коровам в среднем 10 кормовых единиц в сутки, необходимо в августе и сентябре на одну корову иметь культурных пастбищ 0,75—0,80 га. Это вычисление и принято в основу при планировании площади пастбищ. Как показывает опыт, при таком расчете в прибавлении добавочного зеленого корма нет надобности вплоть до окончания пастбищного периода.

При таком наличии культурных пастбищ (0,8 га) в весенний период все загоны не стравливаются и часть из них подлежит подкашиванию. В весенне-летний период на пастьбу используется в среднем 0,55 га пастбищ на одну корову. Начиная со второй половины июля, когда отава уже отросла, включаются и подкошенные загоны для пастьбы, при этом площадь культурных пастбищ на одну корову повышается на 0,8 га.

Описанная система использования культурных пастбищ функционирует без задержек, если в июле и августе выпадает достаточное количество осадков. За последние восемь лет было два очень засушливых года (1955 и 1959). В результате засухи на пастбищах, расположенных на минеральной почве, рост травы прекратился почти совсем, полученный урожай с этих пастбищ составил в осенний период только 16—17% общего урожая (таблица 13). В таких условиях культурные пастбища и при площади 0,8 га на корову не смогли покрыть потребность в кормах. Выручили культурные пастбища, заложенные на торфяных почвах, площадь которых составляет свыше 75% от пастбищ дойного стада. Летняя засуха не понизила роста трав в болотных загонах, урожайность загонов даже повысилась, что видно из данных таблицы 14.

Опираясь на эти опыты, опытная база «Тоома» рекомендует всем хозяйствам, имеющим болотные земли, часть культурных пастбищ молочного стада заложить на торфяной почве. Эти загоны обильно обеспечат скот пастбищными кормами даже в период летней засухи, когда урожайность трав минеральных загонов резко снижается.

VASKVÄETISE EFEKTIIVSUSEST JA TARBEST EESTI NSV TURVASMULDADEL

E. HIRMO,
Tooma katsebaasi teaduslik töötaja

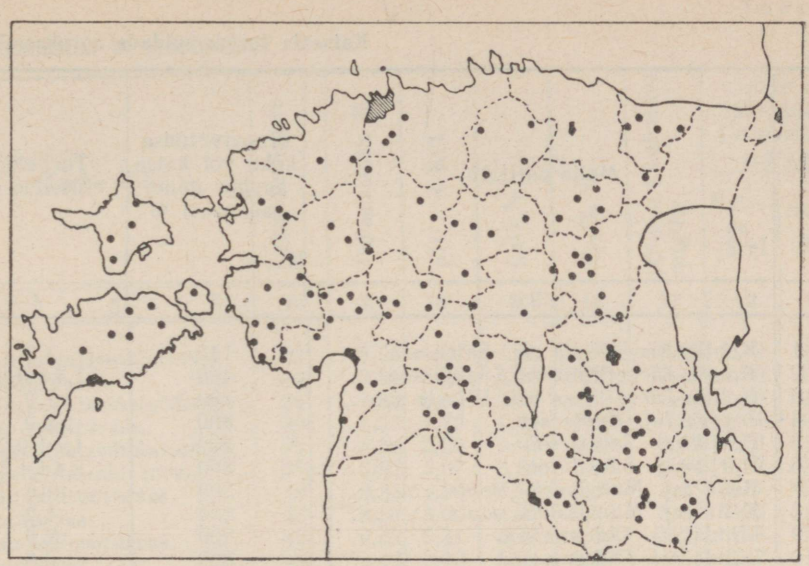
Suurte saakide kasvatamise probleem pole turvasmuldadel lahendatav ilma vaskväetise kasutamiseta. Paljude uurijate andmed ja praktikas saadud tähelepanekud aga näitavad, et vaskväetise efektiivsus pole kõigil turvasmuldadel ühesugune ning erineb isegi sama soomassiivi üksikutes osades. Erinev on ka kasvatatavate põllumajanduskultuuride vasenõudlus, kuid senini pole neid asjaolusid tootmises kuigi palju arvestatud. Paljudes majandeis kasutatakse vaskväetist veel üsna piiratult.

Vaskväetise andmise vajadust ja efektiivsust on uurinud ja andnud sellekohaseid soovitusi küll paljud teadlased, kuid sageli on need soovitused üsna erinevad. Võrdlemisi vähe on kirjanduses andmeid vaskväetise mõjust rohumaade taimekoosluste kujunemisele, saagikusele ja saagi kvaliteedile.

Läti NSV-s on vaskväetise parema kasutamise eesmärgil muldade vasesisaldust kaardistatud ning välja töötatud taimedele kättesaadava vase gradatsioon ühenormaalses soolhappe lahuses (35, 37). Peamist tähtsust omab vaskväetis aga turvasmuldadel, sest mineraalmullad saavad vaseühendeid ka koos sõnnikuga. Väetisainetega vase mulda viimise kohta toob huvitavaid andmeid E. K. Kruglova (23). Hallmullal viljeldi esimesel väljal puuvilla 26 a. ilma väetiseta, teisel väljal anti puuvillale igal aastal mineraalväetisena 120 kg P_2O_5, 75 kg K_2O ja 150 kg N hektarile ning kolmandal väljal sama mineraalväetisnorm koos sõnnikuga. Mulla 25 sm-lise kihi vasesisaldus oli peale 26-aastast kasutamist väetamata alal 4,5 mg/kg, mineraalväetisi kasutades 6,0 mg/kg ja sõnnikuga väetamisel 22 mg/kg absoluutkuiva mulla kohta.

Eesti NSV-s on mõningaid soomassiivide mikroelemente, kaasa arvatud ka vasesisaldus, uurinud H. Michelson (4), kuid detailsemalt pole turvasmuldade vaskväetise tarvet uuritud. Samuti pole võimalik üldistada Eesti NSV turvasmuldadel varemalt läbiviidud katsete tulemusi, kuna katsete läbiviimisel ei määratud turvasmulla vasesisaldust.

Käesoleva uurimuse eesmärgiks oli vaskväetise efektiivsuse ja tarbe selgitamine Eesti NSV mitmesugustel turvasmuldadel. Uurimistöö viidi läbi Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaasis aastail 1953—1957. Vaskväetise efektiivsuse osas selgitati vaskväetise mõju mitmesuguste



Joonis 1. Vasetarbe suhtes uuritud soode paiknemine.
Рис. 1. Расположение болот, изучаемых по отношению потребности в меди.

põllumajanduskultuuride, esmajoones aga kultuurniitude saakide'e ning koos sellega ka mõningatele taimekasvuteguritele ja saagi kvaliteedile.

Vaskväetise tarbe osas selgitati Eesti NSV turvasmuldade vasega varustatust ja seoseid ühelt poolt vegetatsiooni- ja põldkatsetes saadud vaskväetise efektiivsuse ning teiselt poolt katsealade muldade tuha-, lubja-, raua- ja vasesisalduse, turbakihi tüseduse, soo geomorfoloogilise asendi ja toitumistingimuste vahel.

Töö käigus töötati läbi ka Tooma katsebaasis varasemal perioodil vaskväetisega läbiviidud katsete tulemused ja kirjanduses leiduvad Eesti NSV turvasmuldi käsitlevad andmed ning kontrolliti kirjanduses soovitatud vaskväetise tarbe üle otsustamise viiside ja taimede poolt omastatava vase piirarvude sobivust Eesti NSV turvasmuldadel.

Vegetatsiooni- ja põldkatseid viidi läbi 70 erineval turvasmullal, lisaks katsealade muldadele võeti analüüsiks mullaproove ka teistelt sooaladelt ning kasutati Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi mullauurimise osakonna soode-uurimise grupi poolt kogutud mullaproove. Mullaproovid võeti soo künnikihist, üksikud mullad analüüsiti aga kogu profiili ulatuses. Kokku analüüsiti üle 400 mullaproovi, mis võeti 137-lt Eesti NSV territooriumil paiknevalt sooalalt (joonis 1). Katsealade turvasmuldade agrokeemiline iseloomustus ja vasesisaldus on toodud tabelis 1.

Mulla nr.	Mulla päritolu	Proovivõtmise koha või katse kaugus mineraalmaast m	Turbakihi tüsedus m
1	2	3	4
1	Kohtla-Järve linna raj. Satsu soo . . .	140	1,3
2	Kohtla-Järve linna raj. Satsu soo . .	400	1,4+0,1*
3	Kohtla-Järva linna raj. Uljaste soo . .	100	1,0
4	Jõgeva raj. Endla soo	800	>2,0
5	Harju raj. Sausti soo	200	1,1+0,2
6	Harju raj. Sausti soo	800	2,4+1,3
7	Keila raj. Munalaskme soo	200	1,5
8	Keila raj. Munalaskme soo	250	1,2
9	Lihula raj. Oidrema soo	200	2,6
10	Lihula raj. Oidrema soo	800	3,8
11	Vändra raj. Aluste soo	200	0,8
12	Jõgeva raj. Endla soo	800	1,2
13	Jõgeva raj. Endla soo	200	1,0
14	Elva raj. Sangla soo	100	2,0+1,0
15	Elva raj. Uula soo	800	2,0+0,3
16	Elva raj. Etsaste soo	100	0,7+1,8
17	Jõgeva raj. Pedja soo	200	3,0
18	Jõgeva raj. Pedja soo	100	1,2
19	Jõgeva raj. Endla soo	200	2,9
20	Jõgeva raj. Pedja soo	300	5,3
21	Paide raj. Oisu soo	200	1,2
22	Põltsamaa raj. Võhma soo	100	1,0
23	Viljandi raj. Tammekile soo	80	>3,0
24	Viljandi raj. Tammekile soo	100	2,0+1,0
25	Viljandi raj. Mädajärve soo	150	1,8+1,2
26	Tartu raj. Kõrvesilla soo	100	1,5
27	Tartu raj. Kõrvesilla soo	700	2,5
28	Võru raj. Remmeski soo	50	1,0
29	Võru raj. Illimäe soo	100	0,8
30	Võru raj. Illimäe soo	300	2,3+1,0
31	Võru raj. Võru soo	100	1,0
32	Võru raj. Võru soo	500	1,8
33	Võru raj. Väiso soo	300	1,0
34	Jõgeva raj. Kivijärve soo	100	1,0
35	Jõgeva raj. Kivijärve soo	250	3,0
36	Jõgeva raj. Endla soo	500	2,9
37	Jõgeva raj. Endla soo	500	>2,0
38	Kingissepa raj. Kareda-Koigi soo . . .	400	1,8
39	Kingissepa raj. Kareda-Koigi soo . . .	100	1,8
40	Kingissepa raj. Piila-Eikla soo	500	0,8
41	Kingissepa raj. Piila-Eikla soo	50	0,4

* Liidetud osa tähendab järvesetete tüsedust.

iseloomustus ja vasesisaldus

Turba liik	Lagundumisaste %	Tuhasisaldus %	pH 1 n KCl	CaO %	Fe_2O_3 %	Üldine Cu-sisaldus mg/kg	1 n HCl-s lahustuva Cu-sisaldus mg/kg	
							Maljuga järgi	Michelsoni järgi
5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tarna-lehtsamblaturvas	20	6,66	4,97	4,51	0,29	1,82	1,42	1,30
Puuturvas	40	9,21	5,28	6,65	0,20	7,17	1,60	0,78
Tarna-lehtsamblaturvas	20	7,43	5,15	2,86	1,17	2,15	1,80	1,52
Puu-rohuturvas	30	4,57	4,72	1,94	0,68	2,69	1,04	0,88
Tarna-lehtsamblaturvas	25	8,38	5,20	3,99	1,28	3,62	1,76	1,36
Puu-lehtsamblaturvas	25	6,92	5,07	3,81	0,92	5,84	2,59	2,39
Puu-pillirooturvas	40	9,35	5,20	4,79	0,49	8,15	3,17	3,21
Puuturvas	45	8,84	5,00	4,91	0,78	3,39	1,96	1,03
Puu-pillirooturvas	40	8,63	5,31	5,18	0,36	5,27	1,38	1,30
Puuturvas	45	7,43	5,43	5,54	0,33	6,31	1,67	1,00
Puu-pillirooturvas	25	6,14	5,15	3,17	0,94	6,05	1,85	1,75
Puuturvas	50	10,80	5,45	4,49	2,74	2,49	1,80	1,09
Puu-pillirooturvas	40	13,29	5,66	5,81	2,71	6,38	2,90	1,50
Puu-tarnaturvas	40	13,56	5,85	6,25	0,38	3,08	1,50	0,73
Puu-pillirooturvas	45	10,47	5,60	4,46	2,29	11,14	2,14	2,03
Puuturvas	60	26,94	6,85	17,24	2,72	2,01	1,69	1,14
Puu-pillirooturvas	45	9,47	6,38	4,22	1,46	3,83	1,84	1,00
Puuturvas	50	11,25	6,00	4,82	2,78	7,60	1,69	1,22
Tarna-lehtsamblaturvas	20	5,43	4,31	1,64	0,46	3,47	1,23	1,14
Tarna-lehtsamblaturvas	30	11,34	5,38	3,62	0,39	2,04	1,20	0,92
Puuturvas	55	14,05	6,65	4,82	2,97	—	4,47	4,44
Puu-pillirooturvas	45	18,09	5,59	2,95	7,34	—	1,83	1,70
Puuturvas	50	9,96	6,01	5,51	2,08	—	4,00	3,85
Puu-pillirooturvas	45	6,92	5,93	4,27	1,43	—	2,78	2,63
Puu-pillirooturvas	40	12,89	6,09	4,40	1,95	—	4,43	4,55
Lehtsamblaturvas	15	5,28	6,00	2,09	1,14	—	1,87	1,39
Puu-pillirooturvas	30	6,49	5,89	4,20	1,70	—	2,76	2,76
Puu-rohuturvas	60	31,04	6,65	3,35	22,51	—	3,14	3,11
Puuturvas	50	7,96	5,25	2,25	0,54	—	2,52	1,43
Puuturvas	45	6,52	5,78	2,94	0,70	—	2,30	2,20
Puuturvas	40	7,13	5,35	3,92	2,87	—	2,33	2,19
Puuturvas	35	7,99	5,90	4,85	2,89	—	1,71	1,08
Puuturvas	45	12,06	6,18	4,17	5,72	—	1,96	1,92
Puu-pillirooturvas	50	10,06	5,76	4,72	2,47	—	1,30	1,57
Puu-pillirooturvas	50	8,30	5,87	3,95	1,86	—	1,61	1,20
Tarna-lehtsamblaturvas	20	5,62	5,60	2,90	1,05	—	1,16	1,06
Puu-tarnaturvas	35	4,43	5,61	3,07	0,46	—	0,73	0,61
Siirdesoo puu-sfagnumiturvas	35	9,30	4,94	4,30	0,25	—	1,53	1,22
Puu-tarnaturvas	25	11,87	5,73	4,40	0,30	—	8,33	8,27
Pillirooturvas	30	10,60	5,24	3,99	1,14	—	4,67	4,71
Pillirooturvas	30	13,25	5,74	4,28	0,90	—	9,42	9,37

1	2	3	4
42	Kingissepa raj. Haeska soo	70	0,7
43	Kingissepa raj. Haeska soo	500	1,1+0,3
44	Kingissepa raj. Lümadu soo	100	0,6
45	Märjamaa raj. Patsu-Laiküla soo	100	1,6+0,1
46	Lihula raj. Patsu-Laiküla soo	700	1,6
47	Pärnu linna raj. Vakalepa soo	250	1,1
48	Pärnu linna raj. Tolkuse soo	150	0,5
49	Abja raj. Roosu (Veelikse) soo	100	0,9
50	Abja raj. Seapilli soo	150	1,0
51	Viljandi raj. Napsi soo	150	2,3
52	Põltsamaa raj. Kolga-Jaani soo	100	1,0
53	Tapa raj. Napu soo	400	1,0
54	Tapa raj. Pillapalu soo	200	1,5
55	Tapa raj. Pillapalu soo	700	1,0
56	Tapa raj. Loobu soo	100	2,2+0,9
57	Tapa raj. Loobu soo	100	2,0+0,5
58	Jõgeva raj. Endla soo	1200	> 2,0
59	Jõgeva raj. Endla soo	100	2,0
60	Elva raj. Sangla soo	200	1,8
61	Harju raj. Sausti soo	200	1,9
62	Kingissepa raj. Piila-Eikla soo	100	1,0
63	Kingissepa raj. Piila-Eikla soo	150	1,2
64	Lihula raj. Oidrema soo	150	0,6
65	Märjamaa raj. Laiküla soo	100	0,9
66	Paide raj. Epu-Kotku soo	150	1,3
67	Paide raj. Paide soo	300	1,0
68	Paide raj. Põhjaka soo	150	> 1,0
69	Jõgeva raj. Endla soo	150	> 1,5
70	Põlva raj. Lahe soo	200	> 1,0

Muldadel nr. 1—20 toimusid vegetatsioonikatsed odraga 1954. a. ja timutiga 1954.—1955. a., muldadel nr. 21—37 odraga 1955. a. ja muldadel nr. 38—57 odraga 1956. a. Katsekultuuride valikul oli aluseks N. F. Lebedevitši (26) klassifikatsioon taimede jaotamisel gruppidesse vasetarbe järgi. Vegetatsioonikatsed toimusid 3—4 korduses järgmise skeemiga: 1) PKN-väetis (kontroll), 2) PKN+ + Cu-väetis. Lisaks sellele rajati 1954. a. kevadel mullal nr. 19 täiendav katse skeemi järgi: 1) PK-väetis, 2) PK + Cu-väetis, 3) PKN-väetis ja 4) PKN + Cu-väetis.

Vegetatsioonikatseteks mullaproovide võtmise kohad valiti soode-uurimise grupi uurimistulemusi kasutades selliselt, et need haaraksid mitmesuguseid turvasmuldi erineva turba botaanilise koostise, turbakihi tüseduse, tuha-, lubja- ja rauasisaldusega. Võimaluse korral võeti samalt soopinnalt üks proov mineraalmaa ligidalt, teine aga mineraalmaast kaugemalt. Proovid võeti 1—30 sm kihist, iga proov ainult ühest kohast ning toodi kohale puust kastides pergamenti pakitult. Toodud mullaproovid peenendati ja sõeluti läbi 1 sm suuruste avadega raudtraadist sõela.

5	6	7	8	9	10	11	12	13
Puuturvas	35	12,85	5,63	4,70	1,24	—	8,57	7,61
Puuturvas	35	12,05	5,56	4,80	1,30	—	2,82	2,37
Puu-pillirooturvas . . .	40	23,70	6,48	6,00	0,70	—	2,50	2,43
Tarna-lehtsamblaturvas .	20	9,00	5,50	3,44	0,40	—	1,50	0,43
Puu-tarnaturvas	20	6,60	5,38	3,05	0,56	—	1,00	0,40
Puu-sfagnumiturvas . .	25	8,20	5,34	2,90	0,69	—	1,80	0,87
Puuturvas	35	10,85	5,29	3,75	1,00	—	3,59	3,11
Puuturvas	35	10,00	5,17	4,00	0,54	—	1,69	1,26
Puuturvas	40	22,50	5,84	4,63	2,70	—	1,00	1,10
Puuturvas	40	16,82	5,64	4,35	3,75	—	3,50	2,83
Puuturvas	40	13,45	5,72	5,15	0,66	—	1,81	1,77
Puu-tarnaturvas	35	13,20	5,13	2,81	6,22	—	2,71	2,32
Puuturvas	40	9,55	3,99	1,85	4,44	—	0,93	0,79
Puuturvas	35	13,00	5,02	2,13	3,20	—	0,87	0,68
Puu-tarnaturvas	25	23,20	7,38	7,80	0,83	—	0,97	0,78
Puu-tarnaturvas	35	16,10	5,82	6,20	0,90	—	2,36	1,18
Tarnaturvas	30	10,35	5,70	2,87	2,30	—	1,51	1,30
Puu-tarnaturvas	30	5,29	5,50	2,85	0,97	—	5,80	6,00
Puu-tarnaturvas	40	10,72	5,61	4,15	1,53	—	9,40	9,55
Puu-pillirooturvas . . .	30	10,41	5,70	5,32	1,13	—	1,93	1,78
Puu-pillirooturvas . . .	60	8,91	5,70	3,50	0,95	—	4,12	3,89
Puu-pillirooturvas . . .	30	8,35	5,46	3,62	1,20	—	4,98	4,83
Pillirooturvas	25	7,72	5,66	3,89	1,41	—	0,62	1,16
Puu-pillirooturvas . . .	20	27,47	5,85	4,13	1,30	—	3,41	3,26
Puuturvas	50	12,25	5,78	5,10	2,34	—	2,15	1,86
Puuturvas	45	11,30	6,45	6,06	2,65	—	3,30	2,06
Puu-pillirooturvas . . .	45	11,12	5,68	4,90	0,58	—	3,68	4,07
Puuturvas	45	6,19	5,75	4,64	1,17	—	1,19	1,53
Puuturvas	40	9,79	5,44	5,20	1,45	—	0,71	0,55

Vegetatsiooninõudeks olid parafineeritud savianumad, täiendavatel katsetel ka tsingitud plekist parafineeritud nõud. Täitmisel asetati igasse nõusse 10 dm^3 künnikihi tiheduseks kokkusurutud mulda, kusjuures sama mullaerimi piires oli nõudesse asetatava mulla kaal ühesugune. Samaaegselt võeti igalt mullalt proovid niiskusesisalduse määramiseks ja keemilisteks analüüsideks. Väetised anti nõude täitmisel vesilahustena. Väetisnormiks oli nõu kohta 1,2 g P_2O_5, 2 g K_2O, 0,5 g N ja vastavalt katse skeemile 0,125 g $CuSO_4$.

Taimede lõplik arv vegetatsiooninõu kohta saadi pärast harvendamist, mil igasse nõusse jäeti 21 timuti- ja 15 odrataime, välja arvatud mullad nr. 25—35. Hilisemast külviajast tingituna jäeti siin igasse nõusse 18 odrataime ja mullal nr. 37 20 odrataime. Taimi kasteti destilleeritud veega, kindlas koguses — kuni 60% mulla täielikust veemahutavusest.

Põldkatsed toimusid aastail 1953—1957 muldadel nr. 16, 19, 27, 55 ja 58—70. Katsete skeem: 1) PK-väetis (kontroll), 2) PK + 25 kuni 30 kg vasevitrioli hektarile. Muldadel nr. 16, 27, 55, 69 ja 70

lisandus veel variant PK + 500 kg püriidijääke hektarile. Põldkatsed olid rida-asetuses, katselapi suurusega 66 m², neljas korduses või 120 m² kolmes korduses. Tootmistingimustes läbi viidud katsetes oli katselapi suuruseks 0,1 ha ühes korduses. Katsekultuurideks olid mitmeaastaste heintaimede segud, viki-kaera segatis, päevalill, naeris, kaer, oder ja suvinisu. Lihula ja Märjamaa rajoonis tootmisoludes läbi viidud katsed toimusid koostöös endise Oidrema katsepunktiga ja saartel koostöös Karja katsepunktiga.

Vegetatsiooniperioodil läbi viidud fenoloogilistel vaatlustel loeti arengufaasi algust päevast, millal nimetatud faasi esines vähemalt 10% taimedest. Faasi massilist esinemist arvati päevast, millal antud faasi esines vähemalt 50% taimedest (40). Mitmeaastaste heintaimedega läbi viidud katsetes võeti toorsaagi kaalumisel õhukuiva saagi arvestamiseks 2 kg-line proov. Vegetatsioonikatsetes saadud saagid on antud absoluutkuiva ainena. Põldkatsetes on mitmeaastaste heintaimede ja segatise saagid antud 17%-lise niiskusesisaldusega heinana, teraviljasaagid 14%-lise niiskusesisaldusega teradena.

Turba lagundumisaste määrati Varlõgini protsendilise skaala järgi. Katsealade turvasmuldade botaaniline koostis määrati soodeuurimise grupi töötaja H. Kurmi poolt mikroskoopiliselt. Muldade tuha-, CaO-, Fe_2O_3- ja NO_3-sisaldust määrati tavaliste agrokeemiliste meetodite järgi (2), pH — ühenormaalses KCl leotises elektromeetriliselt kinhüdroon-elektroodiga, taimelehtede klorofüllisisaldus — kolorimeetriliselt (42). Saagi tuha-, toorproteiini- ja valgusisaldust määrati O. Halliku (2) järgi.

Turvasmuldade üldist vasesisaldust määrati NSV Liidu TA V. J. Vernadski nimelise Geokeemia ja Analüütilise Keemia Instituudi poolt esitatud metoodika kohaselt D. P. Maljuga (28) poolt kirjeldatud dietüülditiokarbamaat-meetodil kolorimeetriliselt. Samal meetodil määrati ka taimede vasesisaldus. Muldade liikuva vase sisaldust määrati ühenormaalses soolhappe leotises dietüülditiokarbamaat-meetodiga kolorimeetriliselt nii D. P. Maljuga poolt kirjeldatud viisil rubeaanvesinikhappega sadestamisel kui ka H. Michelsoni (5) poolt väljatöötatud lihtsustatud meetodi järgi.

Mineraalmuldade puhul on soovitatud mulla ja ühenormaalse soolhappe vahekorraks võtta 1 : 5 (5, 35). Vähelagundunud turvasmullad aga suurest veemahutavusest tingituna nimetatud vahekorras filtraati ei anna. Seetõttu võeti käesolevas töös läbiviidud määramistel õhukuiva turvasmulla ja ühenormaalse soolhappe vahekorraks 1 : 10.

Võrreldes D. P. Maljuga poolt kirjeldatud ja H. Michelsoni lihtsustatud meetodiga saadud määramistulemusi, ilmneb, et need on üsna lähedased. Vahesid esineb vaid mõningatel lubja- ja rauarikastel turvasmuldadel ja väga väikeste vasekontsentratsioonide puhul. Ka kirjanduses on andmeid, et D. P. Maljuga poolt kirjel-

datud määramisviis pole sobiv väga väikeste vasekontsentratsioonide määramiseks (35). Paralleelselt analüüsitud 70 turvasmulla keskmisena on nende kahe määramisviisi järgi saadud vasesisalduste suhe 1,27 : 1. Üksikute erandjuhtude väljajätmisel on aga määramistulemused üsna lähedased.

I. VASKVÄETISE EFEKTIIVSUSEST EESTI NSV TURVASMULDADEL

1. Vaskväetise mõjust turvasmuldadel kasvatatavate kultuuride saagile

Varem vaskväetisega läbiviidud katsetes pöörati peamist tähelepanu teraviljadele. Aastail 1930—1935 Tooma madalsoos läbiviidud katsetes suurendas vaskväetis 1933. a. odra terasaaki 6,1 ts-lt 25,9 ts-le, kuna 1935. a. oder vaskväetiseta hävis; kaera enamsaak ulatus vaskväetise andmisel kuni 12 ts/ha (9).

Pikavere Suursoos suurenes 1935. ja 1936. a. odra terasaak vaskväetise andmisel 5—10 ning kaera terasaak 1,2—10,6 ts võrra hektari kohta. Suvinisu terasaak oli vaskväetise andmisel 9,81—20,9 ts/ha, kuna vaskväetiseta põldudelt saaki ei saadud (6). Mustjalas Looniidul suurendas vaskväetis odra terasaaki 15 ts, nisul 13 ts ja kaeral 1,75 ts võrra hektari kohta (13). Omaaegsetes Põllutöökoja usaldustaludes vaskväetisega läbiviidud katsetes suurenes suvinisu terasaak vaskväetise andmisel 19,95 ts-lt 34,67 ts-ni ning oder andis keskmiselt 7,52 ts terade enamsaaki hektarilt (11).

Oidrema katsepunkti turvasmullal suurendas vaskväetis odra («Primus») terasaaki kuue aasta keskmisena hektari kohta 9,72 ts-lt 19,2 ts-ni. Talinisu («Kuusiku») terasaak suurenes vaskväetise andmisel kolme aasta keskmisena 4,75 ts-lt 9,06 ts-ni ja suvinisu («Diamant») terasaak kolme aasta keskmisena 6,24 ts-lt 9,32 ts-ni (15).

Käesoleva töö käigus Eesti NSV mitmesugustel turvasmuldadel läbiviidud vegetatsioonikatsetes oder paljudel juhtudel vaskväetiseta hävis ning andis tunduvat enamsaaki ka neil muldadel, millel timut vaskväetisega enamsaaki ei andnud (tabelid 2 ja 3). Põldkatsetes suurendas vaskväetis Lihula rajooni «Jõe» kolhoosis odra terasaaki kuni 13,1 ts võrra hektarilt, kuid esines ka turvasmuldi, kus vaskväetis odra terasaaki ei suurendanud (tabel 4).

Eespool toodust järeldub, et ka vasenõudlike põllukultuuride kasvatamisel võib vaskväetise efektiivsus olla mõningail turvasmuldadel väike või koguni puududa. Vasevaestel turvasmuldadel on aga vaskväetis suurendanud suvinisu ja odra terasaaki kuni 20 ts ja kaeral kuni 12 ts võrra hektarilt.

Odrasaagid 1954.—1956. a. läbiviidud vegetatsioonikatsetes

Mulla nr.	Terade saak nõu kohta g (absoluutkuivalt)		Enamsaak vaskväetise andmisel	
	PKN	PKN+Cu	g	%
1	2	3	4	5
1	4,54±0,07	17,21±0,55	12,67	279,1
2	5,52±0,50	7,24±0,32	1,72	31,2
3	0	30,04±1,55	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
4	0	24,31±0,84	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
5	14,91±0,96	24,65±1,02	9,74	65,3
6	16,18±0,42	20,52±0,50	4,34	26,8
7	19,47±0,81	23,89±1,05	4,42	22,7
8	5,03±0,31	13,58±0,52	8,55	170,0
9	10,80±1,16	17,60±0,74	6,80	63,0
10	2,22±0,20	10,95±1,07	8,73	393,2
11	12,46±0,33	22,38±0,76	9,92	79,6
12	0	11,64±0,69	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
13	19,87±1,57	28,65±0,84	8,78	44,2
14	14,61±0,95	16,19±0,19	1,58	10,8
15	12,60±0,76	19,68±1,69	7,08	56,2
16	0	16,58±0,83	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
17	0	22,22±1,04	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
18	0	27,77±2,07	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
19	0	18,36±1,23	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
20	15,70±0,40	31,95±0,45	16,25	103,5
21	20,43±0,81	21,62±1,03	1,19	5,8
22	23,31±1,39	28,96±0,63	5,69	24,2
23	29,89±0,49	31,37±1,04	1,48	5,0
24	23,76±0,61	25,72±0,43	1,96	8,2
25	22,65±0,70	24,49±1,13	1,84	8,1
26	0,34±0,04	19,94±0,26	19,60	576,7
27	27,24±0,42	31,68±1,05	4,44	16,3
28	22,29±1,07	26,70±0,75	4,41	19,8
29	12,52±0,32	20,59±0,39	8,07	64,5
30	7,63±0,91	10,45±0,71	2,82	37,0
31	23,98±0,36	28,39±0,70	4,41	18,4
32	0	29,92±0,73	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
33	22,01±1,13	32,73±0,95	10,72	48,7
34	28,90±0,41	32,19±0,87	3,29	11,4
35	17,29±1,10	35,53±1,40	18,24	105,5
36	0	27,99±0,70	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
37	0	30,45±0,55	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
38	6,58±0,92	18,81±0,69	12,23	185,9
39	26,24±0,55	26,73±0,80	0,49	1,9
40	30,21±0,88	32,17±0,93	1,96	6,5
41	33,67±1,59	32,95±1,63	0	0
42	31,60±1,04	29,68±0,13	0	0
43	16,10±0,55	23,33±0,71	7,23	44,9
44	14,61±0,67	14,03±0,93	0	0
45	5,68±0,15	24,59±0,58	18,91	332,9

1	2	3	4	5
46	0	19,33±0,64	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
47	0	19,05±1,20	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
48	24,06±0,63	25,69±0,48	1,63	6,8
49	12,80±0,29	21,80±0,95	9,00	70,3
50	16,86±1,60	27,34±1,00	10,48	62,2
51	19,03±0,72	24,56±0,86	5,53	29,1
52	19,08±0,81	31,94±1,41	12,86	67,4
53	17,60±0,08	16,62±0,84	0	0
54	1,42±0,61	23,70±0,35	22,28	1568,3
55	9,11±0,32	24,75±0,45	15,64	171,7
56	0	17,86±1,32	Vaskväetiseta saaki ei saadud	
57	17,13±0,71	18,92±0,83	1,79	10,4

Tabel 3

Timutisaagid 1954.—1955. a. läbiviidud vegetatsioonikatsetes

Mulla nr.	2 a. keskmine absoluutkuiva aine saak nõu kohta g		Enamsaak vaskväetise andmisel	
	PKN	PKN+Cu	g	%
1	26,32±0,63	30,20±0,68	3,88	14,7
2	24,80±0,52	28,02±0,76	3,22	13,0
3	29,63±0,72	39,98±0,59	10,35	34,9
4	18,45±0,70	35,78±1,31	17,33	93,9
5	29,84±0,37	33,12±0,69	3,28	11,0
6	32,28±0,67	33,34±0,66	1,06	3,3
7	33,10±0,73	34,87±0,87	1,77	5,3
8	26,76±0,65	32,39±0,67	5,63	21,0
9	25,83±0,60	31,21±0,82	5,38	20,8
10	13,14±0,32	19,73±0,60	6,59	50,1
11	32,96±0,96	34,90±0,68	1,94	5,9
12	13,85±0,26	20,58±0,73	6,73	48,7
13	30,86±0,49	32,18±0,76	1,32	4,3
14	24,92±0,23	24,61±0,65	0	0
15	22,72±0,59	25,37±0,44	2,65	11,7
16	13,37±0,28	24,81±0,63	11,44	85,6
17	12,14±0,40	26,18±0,65	14,04	75,6
18	22,04±0,52	31,78±0,50	9,74	44,2
19	13,93±0,40	23,82±0,85	9,89	71,0
20	26,45±0,65	33,42±0,85	6,97	26,4

Tooma madalsoos 1941.—1947. a. köögiviljadega läbiviidud väetuskatsed näitasid, et köögiviljadest on vaskväetise suhtes vähenõudlikud tomat, naeris ja pastinaak (enamsaak vaskväetise andmisel kuni 15%). Kaalika-, porgandi- ja peakapsasaak suurenes seevastu vaskväetise andmisel 25—50% ning söögi- ja suhkru-

Mulla nr.	Katse läbiviimise koht ja aasta	Katsekultuur
19	Jõgeva raj. Tooma katsebaasis 1954. a.	Oder, teri
19	Jõgeva raj. Tooma katsebaasis 1954.—1957. a.	Mitmeaastased heintaimed, kuivheina 1954. a. ,, 1955. a. ,, 1956. a. ,, 1957. a. 4 aasta keskmine
58	Jõgeva raj. Tooma katsebaasis 1953.—1954. a.	Mitmeaastased heintaimed, kuivheina 1953. a. ,, 1954. a. 2 aasta keskmine
59	Jõgeva raj. Tooma katsebaasis 1957. a.	Mitmeaastased heintaimed, kuivheina
60	Elva raj. «Ranna» kolh. 1954. a.	Oder, teri
61	Harju raj. «Terase» kolh. 1954. a.	Naeris, juurikaid
62	Kingissepa raj. «Tuleviku» kolh. 1954. a.	Mitmeaastased heintaimed, kuivheina I niitest
63	Kingissepa raj. «Kalevi» kolh. 1954. a.	Suvinisu, teri
64	Lihula raj. «Jõe» kolh. 1953. a.	Kaera-odra segatis, haljasmassi
64	Lihula raj. «Jõe» kolh. 1954. a.	Oder, teri
64	Lihula raj. «Jõe» kolh. 1954. a.	Kaer, teri
65	Märjamaa raj. «Viisnurga» kolh. 1954. a.	Oder, teri
66	Paide raj. «Koidu» kolh. 1954. a.	Päevalill, toormassi
67	Paide raj. «Uue Tee» kolh. 1953. a.	Mitmeaastased heintaimed, kuivheina
68	Paide raj. Lenini-nim. kolh. 1955. a.	Mitmeaastased heintaimed, kuivheina I niitest
69	Jõgeva raj. Endla kolh. 1955. a.	,,
70	Põlva raj. Kalinini-nim. kolh. 1956. a.	,,
16	Elva raj. Nõo sovh. Koidula osak. 1955. a.	Mitmeaastased heintaimed, kuivheina
27	Tartu raj. «Esimese Mai» kolh. 1955. a.	Oder, teri
55	Tapa raj. «Võidu» kolh. 1956. a.	Viki-kaera segatis, kuivheina

peedisaak 2—3 korda. Sibul, sigur, kurk, põlduba ja madal hernes vaskväetiseta nimetamisväärset saaki ei andnud (15). Ka käesoleva töö käigus Harju rajooni «Terase» kolhoosis naeriga läbiviidud põldkatsetes saadi vaskväetise andmisel 16% juurikate enamsaaki (tabel 4).

S. A. Mostova arvates on kõige enam vaske tallendunud vaskväetisele nõrgalt reageerivate kultuuride seemnetes. Selle väite kinnituseks on nimetatud ka kurki (31). Samuti on vase suhtes vähenõudlikuks kultuuriks peetud sibulat (26). Nimetatud väited

Tabel 4

äbiviidud põldkatsetes

Saak ts/ha			Enamsaak $CuSO_4$-ga ts/ha		Enamsaak püriidijääkidega	
PK	PK + $CuSO_4$	PK + püriidijäägid	ts/ha	%	ts/ha	%
0	11,5±0,88	—	Vaskväetiseta teri ei saadud			
45,2±0,60	49,8±1,54	—	4,6	10,2	—	—
46,1±1,08	50,2±0,84	—	4,1	8,9	—	—
48,0±1,53	55,5±1,30	—	7,5	15,6	—	—
36,6±0,65	40,4±1,33	—	3,8	10,4	—	—
44,0±0.58	49,0±0,64	—	5,0	11,4	—	—
31,3±0,70	34,3±0,85	—	3,0	9,6	—	—
45,4±0,96	63,9±1,31	—	18,5	40,7	—	—
38,4±0,60	49,1±0,81	—	10,7	27,9	—	—
50,5±1,37	51,0±1,81	—	0,5	1,0	—	—
13,6±1,64	13,6±1,43	—	0	0	—	—
500	580	—	80	16,0	—	—
54,2	54,9	—	0,7	1,3	—	—
10,2	10,8	—	0,6	5,9	—	—
114,0	119,0	—	5,0	4,4	—	—
7,2	20,3	—	13,1	181,9	—	—
7,8	9,8	—	2,0	25,6	—	—
19,5	20,3	—	0,8	4,1	—	—
355,1	360,5	—	5,4	1,5	—	—
61,0	75,5	—	14,5	23,8	—	—
42,2±0,49	42,6±0,58	—	0,4	0,9	—	—
33,7±1,69	40,3±2,05	40,1±1,25	6,6	19,6	6,4	19,0
24.3±1,03	30,3±0,83	29,1±0,85	6,0	24,7	4,8	19,8
59,9±1,44	69,4±1,49	70,7±1,13	9,5	15,9	10,8	18,0
25,3±0,84	29,3±1,20	28,3±0,62	4,0	15,8	3,0	11,9
20,6±1,36	28,0±0,64	28,5±0,36	7,4	36,0	7,9	38,3

on aga vastuolus Tooma madalsoost saadud katsetulemustega, kus kurk ilma vaskväetiseta nimetamisväärset saaki ei andnud, sibul aga hävis.

Käesoleva töö käigus läbiviidud vegetatsioonikatsetes suurendas vaskväetis timutisaaki kahe aasta keskmisena kuni 93,9% (tabel 3). Läbiviidud põldkatsete andmeil (tabel 4) oli mitmeaastaste heintaimede (kultuurniiduheina) kuivheinasaagi suurenemine vasevaestel turvasmuldadel vaskväetise andmisel 3—10 ts ehk 10—20% piires hektari kohta, ulatudes üksikjuhtudel kuni

18,5 ts-ni ehk 40,7%-ni. Ka Läti NSV tingimustes on vaskväetisena kasutatud püriidijäägid (5 ts/ha) andnud hektarilt täiendavalt 8,7—11,1 ts kuivheina (34).

Vaskväetise tasuvuse kohta turvasmullal võib näitena tuua Tooma katsebaasi madalsoos (mullal nr. 19) 1954.—1957. a. saadud kultuurniidu saagiandmed. Nelja aasta keskmine kuivheina hektarisaak suurenes vaskväetise andmisel 44 ts-lt 49 ts-le (enamsaak 11,4%). Et vaskväetist tuleb anda iga 4—6 a. järel ning arvestades ühe hektari väetamiseks vajaliku vasevitrioli hinnaks 70 rbl., on vaskväetise maksumus antud juhul iga nelja aasta jooksul saadud tsentneri kuivheina enamsaagi saamiseks vaid 3,5 rbl. Söötühikutele ümber arvestatult maksab iga enamsaagina saadud söötühik 7 kop.

Tooma katsebaasi madalsoos rajatud kultuurkarjamaadel suurendas 25 kg vasevitrioli kolme aasta keskmisena karjamaa hektarisaake mineraalmaa vahetus läheduses 48%, sügavama turbakihiga madalsoos aga 71,4% (8). Mõningatel andmetel on ühekordse mikroväetiste (Cu, Co) kasutamisega saadud turvasmullale rajatud kultuurkarjamaal koguni suuremat efekti kui iga-aastase 5 tonni sõnniku andmisega (44).

Mitmeaastaste heintaimede liikide puhaskülvidega 1948.—1951. a. Tooma madalsoos läbiviidud põldkatsetes (nimetatud pinnalt võeti hiljem proov ka vegetatsioonikatseteks — muld nr. 4) suurenes vaskväetise andmisel aastate keskmisena punase ristiku kuivheinasaak 346,8%, timutil 163,2%, roosal ristikul 151,0%, harilikul aruheinal 48,9% ja soonurmikal 6,4%. Aasnurmika kuivheinasaaki vaskväetis ei suurendanud. Samaaegselt suurenesid ka mitmeaastaste heintaimede seemnesaagid (tabel 5).

Mõningate teadlaste andmeil on ristikud vaskväetise suhtes vähenõudlikud (43). Väidetakse, et vaskväetise andmisele reageerivad tugevasti kõrrelised heintaimed ja nendest eriti timut. Roosa ristik reageerivat nõrgalt (24). Toomal korraldatud katsete tulemusel osutus aga mitmeaastaste heintaimede liikidest kõige vasenõudlikumaks punane ristik, kuna roosa ristiku ja timuti vasenõudlus oli enam-vähem võrdne.

Eespool toodud katsetulemustel ei anna vasevaestel turvasmuldadel ilma vaskväetise andmiseta nimetamisväärset saaki tali- ja suvinisu, oder, kaer, hernes, põlduba, sibul, sigur, kurk, punane ristik (nii seemneks kui ka heinaks kasvatamisel) ning timut ja harilik aruhein seemneks kasvatamisel. Tunduvat enamsaaki saadakse vaskväetise mõjul vasevaestel turvasmuldadel ka viki-kaera segatise, päevalille, roosa ristiku, mitmeaastaste kõrreliste heintaimede, porgandi, söögi-, sööda- ja suhkrupeedi, naeri, kaalika, pastinaagi, tomati ja peakapsa kasvatamisel.

Kõige suuremat efekti on vaskväetis andnud vabariigi kesk- ja lõunapiirkonna suurematel soomassiividel. Lõunapiirkondades esineb küll ka selliseid kõrgendike nõgudes paiknevaid sooalasid, kus

Vaskväetise mõju mitmeaastaste heintaimede puhaskülvide saagile Tooma madalsoos

Heintaimed	1948.—1951. a. keskmine kuivheinasaak ts/ha*		Enamsaak		1949.—1951. a. keskmine seemnesaak ts/ha**		Enamsaak		Seemnete idanevuse % 1949. a. saagis	
	PK	PK+Cu	ts/ha	%	PK	PK+Cu	ts/ha	%	PK	PK+Cu
Timut	32,3	85,0	52,7	163,2	0,2	5,6	5,4	2700	45	76
Harilik aruhein	37,6	56,0	18,4	48,9	1,4	3,6	2,2	157,1	43	62
Soonurmikas	73,6	78,3	4,7	6,4	5,0	5,8	0,8	13,8	70	73
Aasnurmikas	63,8	63,8	0,0	0,0	3,5	3,8	0,3	8,6	69	66
Roosa ristik	21,0	52,7	31,7	151,0	—	—	—	—	—	—
Punane ristik	10,9	48,7	37,8	346,8	—	—	—	—	—	—

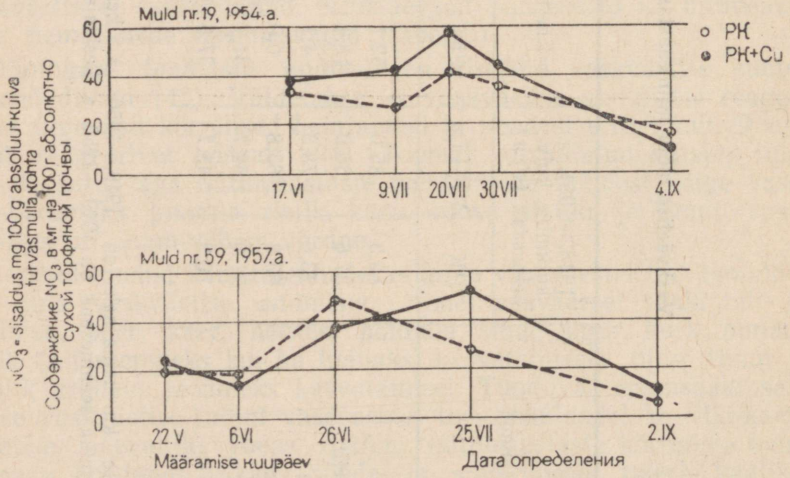
* Ristikute kuivheinasaak on 1948.—1950. a. keskmisena, aasnurmikal 1949.—1950. a. keskmisena.
** Aasnurmika seemnesaak on 1949.—1950. a. keskmisena.

vaskväetis on vähese efektiivsusega. Samuti on vaskväetise efekt väike mõningates õhukese (alla 1 m) turbakihiga Põhja- ja Loode-Eesti ning saarte soodes.

2. Vaskväetise mõjust turvasmulla nitraatide (NO_3) sisaldusele

Üks vase funktsioon on seotud vahenditult taimede toitumisega, teine aga mulla seisundiga (39). Kuna D. N. Prjanišnikovi (7) järgi on olemas seos mulla nitraatide kogumise võime ja viljakuse vahel, siis on vaskväetise mõju uurimine mullas toimuvaile nitrifikatsiooniprotsessidele olulise tähtsusega. Selle selgitamiseks määrati põldkatses olnud muldadel (nr. 19 ja 59) ka mulla nitraatide sisaldus (tabel 6 ja 6a).

Kultuuride all oleval turvasmullal oli vaskväetist saanud alal taimede paremast kasvust tingituna nitraate enamikul juhtudel vähem kui vaskväetiseta alal. Taimkatteta alal suurenes mullas nr. 19 nitraatide sisaldus vaskväetise andmisel kuni 57% (joonis 2), kuid vegetatsiooninõudesse asetatult järgnes nimetatud mullal vaskväetise andmisele nitraatide sisalduse vähenemine. Samuti vähenes vaskväetise andmise järel nitraatide sisaldus ka mullas nr. 59, kuid suve teisel poolel oli vaskväetist saanud mullas nitraate tunduvalt rohkem (kuivheinasaaki vaskväetis nimetatud mullal ei suurendanud).



Joonis 2. Vaskväetise mõju turvasmulla nitraatide sisaldusele taimkatteta pinnal.

Рис. 2. Влияние медного удобрения на содержание нитратов в торфяной почве без растительного покрова.

Tabel 6

NO_3-sisaldus 1—30 sm-lises mullakihis mg 100 g absoluutkuiva turvasmulla kohta

Muld nr. 19

Mullaproovide võtmise koht	17. VI 1954. Heintaimed tärganud, odral võrsumine		9. VII 1954. Heintaimedel võrsumine, odral vaskväetisega variandil loomise algus		20. VII 1954. Heintaimedel kõrsumine, oder vaskväetisega variandil loonud		30. VII 1954. Heinataimedest timutil õitsemine, odral vaskväetisega variandil piimküpsus		4. IX 1954. Heintaimede niitmisest möödunud 35 päeva, odra koristamisest 5 päeva	
	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu
Taimkatteta pind . . .	33	37	28	44	42	58	37	44	15	10
Mitmeaastaste heintaimede all olev pind . .	33	37	31	22	22	49	29	23	9	9
Odra all olev pind . .	20	17	22	14	30	23	29	31	11	10
Vegetatsiooninõudesse asetatud muld	—	—	—	—	42	26	48	40	—	—

Tabel 6a

Muld nr. 59

Mullaproovide võtmise koht	22. V 1957. Heintaimed tärganud		6. VI 1957. Heintaimedel võrsumine		26. VI 1957. Heintaimedel kõrsumine		25. VII 1957. Heintaimede umbrohutõrjeks teostatud niitmisest möödunud 16 päeva		2. IX 1957. Heintaimedest roosa ristik õitseb, teistel kõrsumine	
	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu
Taimkatteta pind . . .	20	22	17	12	48	36	28	53	5	10
Mitmeaastaste heintaimede all olev pind .	18	17	12	10	39	38	5	10	5	jäljed

Vastavad uurimused on näidanud, et madalates kontsentratsioonides (0,001%) avaldavad mikroelemendid mulla mikroorganismidele stimuleerivat toimet, kuna kõrgemates kontsentratsioonides mõjuvad toksiliselt (1). N. F. Lebedevitši (26) järgi kiirendab vasevitrioli alla 1%-line kontsentratsioon nitrifikaatorite ja ammonifikaatorite tegevust andmisest arvates kuni 20 päeva jooksul. Kõrged vasesoolade kontsentratsioonid mõjuvad nende arengule aga pidurdavalt.

Mullal nr. 19, kus vaskväetise andmisele järgnes nitraatide sisalduse suurenemine, oli vasevitrioli kontsentratsioon absoluutkuiva mulla suhtes 0,005% piires (ühe ha 30 sm tüseduse künnikihi kaal absoluutkuivalt 513 000 kg, vaskväetisena anti vasevitrioli 25 kg/ha). Vegetatsiooninõudesse asetatult oli aga 0,031%-lise vasevitrioli kontsentratsiooni korral (1,6 kg absoluutkuiva turvasmulla kohta 0,5 g vasevitrioli) nitraatide sisaldus väiksem veel 18. päeval, arvates selle andmisest. Mullal nr. 59 vaskväetise andmine vähendas kuni kuu vältel mulla nitraatide sisaldust.

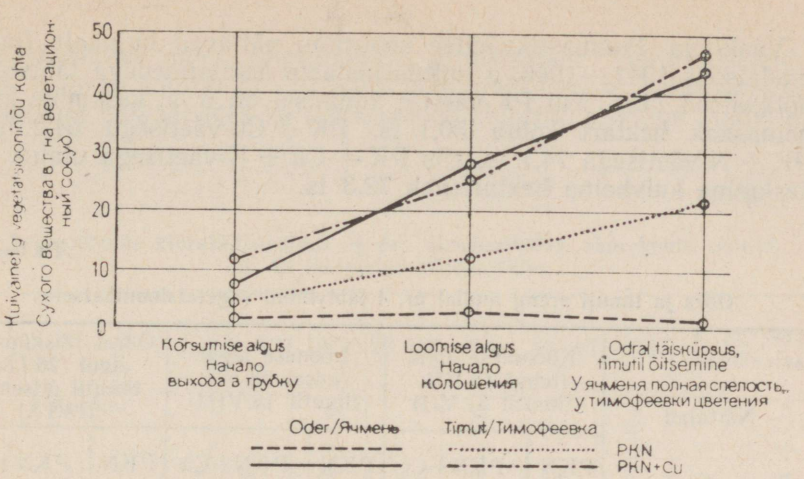
Toodud katsetulemustest võib järeldada vaskväetise suurt mõju turvasmullas toimuvaile nitrifikatsiooniprotsessidele. Selgus aga, et suurema vaskväetise kontsentratsiooni (0,031%) kasutamisel ja vaserikkal mullal, kus vaskväetis saaki ei suurendanud, järgnes vaskväetise andmisele nitrifikatsiooniprotsesside pidurdumine, mille kestus ulatus kuni kahe kuuni. Seejärel aga vaskväetist saanud turvasmulla nitraatide sisaldus suurenes.

3. Vaskväetise mõjust timuti ja odra kasvule ning lehtede klorofüllisisaldusele

Odral väljendus vasepuudus taimede kasvu ja arengu pidurdumises, lehtede kaardumises ning lehevärvuse kahvatuks muutumises. Tunduval vasepuudusel esines piki taimelehte kahvatuid triipe, kusjuures roheliseks jäi ainult lehe rood, ning hiljem taimed hävisid. Timutil väljendus vasepuudus samuti kasvu ja arengu pidurdumises, lehtede kaardumises ja kahvatus värvuses, tunduval vasepuudusel timutitaimed ei kõrsunud ning pärast lõikust esines tugev järelkasv. Mõningail andmeil on vasepuudusel esinenud pärast lõikust tugev järelkasv ka kaeral (12).

Läbiviidud vegetatsioonikatsetes suurendas vaskväetis tunduva vasepuuduse korral timutitaimedel võrsete arvu. Muldadele, kus vaskväetise efektiivsus oli väike, mõjus aga vaskväetis võrsete arvu vähendavalt. Vaskväetise andmisel suurenes generatiivsete võrsete arv ning taimed olid kasvult kõrgemad. Odrale mõjus vaskväetis enamikul katsetes olnud muldadel tunduva vasepuuduse korral võrsumist vähendavalt, kuid suurendas generatiivsete võrsete arvu ning taimed olid kasvult kõrgemad. Mõningatel muldadel saadi vaskväetiseta vaid tühje (kõlujaid) viljapäid.

Kirjanduses leiduvail andmeil on üheks vasepuuduse tunnuseks



Joonis 3. Vaskväetise mõju odra ja timuti kuivainesaagile arengufaaside järgi.

Рис. 3. Влияние медного удобрения на урожай сухого вещества ячменя и тимофеевки по фазам развития.

taimede tugev võrsumine (27, 43). Eespool toodud katsetulemused aga näitavad, et timuti kohta pole nimetatud seisukoht alati maksev.

Koos saakide suurenemisega suurenes vaskväetise andmisel timuti kuivainesisaldus. Turvasmuldadel, kus timuti kahe aasta keskmine kuivaine enamsaak oli vaskväetise andmisel üle 15%, suurendas vaskväetis saagi kuivainesisaldust külviaastal keskmiselt 5,9% ja külvile järgnenud aastal 3,9% võrra. Muldadel, kus kahe aasta keskmine kuivaine enamsaak oli vaskväetise andmisel aga alla 15%, polnud saagi kuivainesisalduse suurenemine vaskväetise mõjul nimetamisväärne — külviaastal 0,2% ja külvile järgnenud aastal 1,3%.

Samasuguseid tulemusi saadi ka mitmeaastaste heintaimedega läbiviidud põldkatsetes. Nii oli mullal nr. 19 vaskväetise andmisel heintaimede külviaastal saadud enamsaak toormassina 1,9%, kuivheinana (17%-lise niiskusesisaldusega heinana) aga 10,2%. Sellest järeldub, et vaskväetise andmisel saadud enamsaak on kuivainena suurem kui toormassina.

Vaskväetise efektiivsust arengufaaside järgi selgitati muldadel nr. 4 ja 19 läbiviidud vegetatsioonikatsetes. Mullal nr. 19 selgitati ühtlasi ka vask- ja lämmastikväetise koosmõju. Katsetulemustest järeldub, et timuti kuivainesaak suurenes vaskväetise andmisel peamiselt loomisjärgsel perioodil, sama on maksev ka kuivaine protsentuaalse sisalduse kohta (tabel 7, joonis 3). Järelikult on vaskväetise efektiivsus suurem hilisema niiteaja kasutamisel.

Vask- ja lämmastikväetise koosmõju näitavad kujukalt Tooma madalsoos 1941.—1946. a. mitmeaastaste heintaimedega läbiviidud põldkatsed (15). Kui PK-väetise andmisel oli 6 a. keskmine kuivheinasaak hektari kohta 50,1 ts, PK + Cu-väetisega 64,2 ts ja PK + N-väetisega 74,1 ts, siis PK + Cu + N-väetisega ulatus 6 a. keskmine kuivheina hektarisaak 79,3 ts.

Tabel 7

Odra ja timuti areng mullal nr. 4 läbiviidud vegetatsioonikatsetes

Näitajad	Kõrsumise algul (odral 13.VII, timutil 31.VII)		Loomise algul (odral 28.VII, timutil 16.VIII)		Odral täisküpsuse algul (26.IX), timutil õitsemisel (14.IX)	
	PKN	PKN+Cu	PKN	PKN+Cu	PKN	PKN+Cu
Oder						
Võrsete arv tk.	29	48	26	42	hävi-	41 (sellest generatiivseid võrseid 37)
Taimede kõrgus sm	25	45	25	60		78
Kuivaine % . .	12,1	14,1	13,8	23,8	nud	—
Taimede kaal nõu kohta g (absoluutkuivalt) .	2,96	7,75	3,44	28,25		43,64 (sellest teri 24,31)
Juurte kaal g (absoluutkuivalt)	1,95	3,57	0,85	2,72		1,95
Timut						
Võrsete arv tk.	78	118	84	128	107	130 (sellest generatiivseid võrseid 17)
Taimede kõrgus .	—	—	50	80	74	106
Kuivaine % . .	12,9	16,0	13,8	16,8	18,1	29,4
Taimede kaal nõu kohta g (absoluutkuivalt) .	3,57	12,85	11,22	25,17	21,58	47,98

Mullal nr. 19 avaldas lämmastikväetis ilma vaskväetise andmiseta koguni negatiivset mõju. Nii oli odra kuivaine kaal vegetatsiooninõu kohta loomise algul PK-väetisega 3,46 g, PK + Cu-väetisega 13,04 g, PKN-väetisega 2,44 g ning PKN + Cu-väetisega 21,52 g, hiljem aga oder vaskväetiseta hävis.

Vaskväetise mõju selgitamiseks taimelehtede klorofüllisisaldusele määrati mullal nr. 19 odra ja mitmeaastaste heintaimedega läbiviidud põldkatsetes ka taimelehtede klorofüllisisaldus (tabel 8).

Tabel 8

Taimelehtede klorofüllisisaldus %-des absoluutkuiva aine kohta mullal nr. 19 läbiviidud põldkatsetes

Kultuur	9. VII 1954		20. VII 1954		31. VII. 1954		4. IX 1954 (ädalheinas)	
	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu	PK	PK + Cu
Oder	0,79	0,87	0,93	1,29	0,91	1,20	—	—
Timut mitmeaastaste heintaimede segust .	0,69	0,79	1,37	1,72	1,44	1,65	1,07	2,09
Harilik aruhein mitmeaastaste heintaimede segust . . .	1,59	1,52	—	—	0,51	1,29	0,61	1,39

Määramistulemused näitasid, et odra- ja timutilehtede klorofüllisisaldus vaskväetise andmisel tõusis. M. M. Okuntsovi (30) järgi on taimelehtede klorofüllisisalduse suurenemine vaskväetise mõjul ühtlasi tunnuseks, mis määrab vase puuduse mullas. Läbiviidud vegetatsioonikatsetes aga ilmnes, et tunduva vasepuuduse tõttu kasvus ja arengus seisma jäänud timutitaimede lehed sisaldasid kasvuperioodi lõpul rohkem klorofülli kui normaalselt arenevate, vaskväetist saanud taimede lehed. Ka K. Magnitski (27) järgi säilitavad vasepuudusel kasvus ja arengus seisma jäänud taimede lehed rohelise värvuse kuni hilissügiseni.

4. Vaskväetise mõjust saagi kvaliteedile

Koos saagi suurendamisega parandab vaskväetis ka turvasmuldadel kasvatatavate põllumajanduskultuuride saagi kvaliteeti. Vaskväetise andmisel suurenes odra 1000 tera kaal ja vähenes kesta protsent. Koos heinaseemnesaakidega suurendas vaskväetis ka heinaseemnete idanevust (tabel 5).

Vaskväetis avaldas mõju ka kultuurniidu rohukamara botaanilisele koostisele. Tooma katsebaasis läbiviidud põldkatsetes (muld nr. 19) suurenes vaskväetise andmisel heintaimede külviaastal timuti ja hariliku aruheina osatähtsus kuivheinas, selle arvel vähe-

nes aga keraheina osatähtsus (ristikuid nimetatud mullale külvatud heinaseemnesegus ei olnud).

Külvile järgnenud aastal oli vaskväetist saanud alal kuivheinas suurenenud vaid timuti hulk, kusjuures see toimus hariliku aruheina arvel. Heinaseemnesegusse võetud aasnurmikas aga niitelise kasutusviisi tõttu esimestel aastatel esile ei tulnud. Nelja aasta keskmisena suurenes vaskväetise mõjul timuti osatähtsus rohukamaras (kuivheinasaagis) 41,4%-lt 44,7%-le (tabel 9). Timuti osatähtsus suurenes vaskväetise andmisel ka teistes mitmeaastaste heintaimedega läbiviidud põldkatsetes.

Suurt mõju on vaskväetis avaldanud ristikute osatähtsuse suurendamisele kultuurniidu rohukamaras. Elva rajooni Nõo sovhoosi osakonnas (end. Koidula-nimelises kolhoosis) läbiviidud põldkatsetes (muld nr. 16) suurenes vaskväetisena antud püriidijääkide toimel külvile järgnenud aasta esimese niite kuivheinasaagis ristikute sisaldus 18,8%-lt 23%-le ning teise niite saagis 16,3%-lt 37,4%-le. Vaskväetise mõju ristikute osatähtsuse suurenemisele mitmeaastaste heintaimede segudes on seletatav heintaimede erineva vasenõudlusega, samuti on erineva vasenõudlusega ka ristikute liigid.

Puhaskülvis (mullal nr. 4) oli roosa ja punase ristiku kestus vaskväetise andmisel kuni 4 aastat, kusjuures nelja aasta keskmine kuivheina hektarisaak suurenes PK-väetise foonil vaskväetise andmisel roosal ristikul 16,0 ts-lt 45,4 ts-le ja punasel ristikul 8,4 ts-lt 40,4 ts-le.

Kõrge valgusisalduse tõttu on ristikud kultuurniidu rohukamaras hinnatud komponendiks. Seega vaskväetise kasutamine, mis suurendab ristikute osatähtsust ja püsivust kamaras, omab suurt praktilist tähtsust. Vaskväetise soodsat mõju liblikõielistele heintaimedele kinnitavad ka Läti NSV-s saadud katsetulemused (34). On tähelepanekuid, et vaskväetise koosandmisel ammooniumsalpeetriga tõuseb niidutaimede saak tunduvalt. Siinjuures tuleb aga silmas pidada, et kõrreliste osatähtsuse tõus kamaras toob endaga kaasa liblikõieliste heintaimede osatähtsuse vähenemise (43).

Mida rohkem on rohukamaras vaskväetise suhtes nõudlikke heintaimi, seda suurem on vaskväetise efektiivsus. Tooma katsebaasis kasvasid turvasmullale rajatud kultuurkarjamaal vaskväetiseta alal kõik heintaimed külviaastal väga kiduralt. Juba teisel aastal läks suur osa heintaimi rohukamarast välja, jättes järele tühikuid. Järgnevatel aastatel väline pilt vaskväetiseta aladel küll natuke paranes, sest rohukamaras hakkas levima valge ristik, mis näis vasepuuduse suhtes olevat vähem nõudlik kui kõrrelised. See vähene paranemine ei suutnud aga saaki oluliselt tõsta, sest enamik kõrrelisi oli rohukamarast juba välja läinud (8).

A. Sortenbergi (12) arvates on tüüpilistes vasevaestes piirkondades tekkinud teatud mõttes looduslik sordivalik, milles vähem vastupidavad sordid on aja jooksul välja läinud. Seetõttu on vanadel vasepuuduse tingimustes väljakujunenud rohukamaratel olnud vaskväetise mõju väike.

Tabel 9

Vaskväetise mõju kuivheina botaanilisele koostisele mullal nr. 19 läbiviidud põldkatsetes

Heintaimede liik	Külvinorm kg/ha	I niide 1954. a.		II niide 1954. a.		I niide 1955. a.*		I niide 1956. a.		II niide 1956. a.		I niide 1957. a.		II niide 1957. a.		4 aasta keskmine	
		PK	PK+Cu	PK	PK+Cu	PK	PK+Cu	PK	PK+Cu	PK	PK+Cu	PK	PK+Cu	PK	PK+Cu	PK	PK+Cu
Timut . . .	13	35,8 10,6	37,3 12,4	20,9 3,3	23,0 3,8	42,2 19,5	48,7 24,4	47,1 18,7	48,8 23,2	3,8 0,3	13,3 1,1	63,2 18,1	65,4 20,1	28,8 2,3	28,6 2,7	41,4 18,2	44,7 21,9
Harilik aruhein . . .	10	42,1 12,5	49,3 16,4	55,3 8,6	59,3 9,8	28,2 13,0	22,4 11,2	24,1 9,6	19,8 9,4	43,3 3,6	31,4 2,5	7,0 2,0	7,7 2,4	6,7 0,5	9,5 0,9	28,2 12,4	26,9 13,2
Kerahein .	3	19,6 5,8	11,9 4,0	23,6 3,7	14,8 2,5	27,9 12,9	27,8 14,0	28,6 11,4	29,6 14,1	51,0 4,2	52,4 4,2	15,8 4,5	14,8 4,6	57,8 4,6	54.8 5,3	26,8 11,8	24,9 12,2
Aasnurmikas Rohundid**	3	2,5 0,7	1,5 0,4	0,2 —	2,9 0,5	1,7 0,7	1,1 0,6	0,2 —	1,8 0,8	1,9 0,2	2,9 0,2	14,0 4,0	12,1 3,7	6,7 0,6	7,1 0,7	3,6 1,6	3,5 1,7
Kuivheinasaak ts/ha		29,6	33,2	15,6	16,6	46,1	50,2	39,7	47,5	8,3	8,0	28,6	30,8	8,0	9,6	44,0	49,0

Märkus. Murrujoone peal väljendab arv protsente, murrujoone all ts/ha.
* 1955. a. niideti katset vaid ühel korral.
** Botaanilisel analüüsil loeti rohundeid aasnurmikaga ühte gruppi.

Odra ja kultuurheina tuha-, toorproteiini- ja valgusisaldus %-des

Katsekultuuri nimetus ja katse läbiviimise koht	Tuhka			
	%		nõu kohta g, põld-katsetes kg/ha	
	PK(N)*	PK(N)+ +Cu	PK(N)	PK(N)+ +Cu
Oder mullal nr. 4 (vegetatsioonikatse)				
Kõrsumise algul (13.VII 54) . . .	8,14	6,28	0,24	0,49
Loomise algul (28.VII 54)	8,01	3,44	0,28	0,97
Timut mullal nr. 4 (vegetatsioonikatse)				
Kõrsumise algul (31.VII 54) . . .	7,11	5,04	0,25	0,65
Loomise algul (16.VIII 54)	6,80	4,07	0,76	1,02
Õitsemisel (14.IX 54)	5,39	2,76	1,16	1,32
Kultuurhein mullal nr. 16 (põldkatse Elva raj. Nõo sovh. osak.)				
I niite saak 1955. a.	7,88	7,21	245,93	267,49
Kultuurhein mullal nr. 19 (põldkatse Tooma katsebaasis)				
I niite saak 1954. a.	5,01	4,58	123,10	126,22
II niite saak 1954. a.	8,22	6,62	106,45	91,22
I niite saak 1955. a.	6,69	6,59	255,96	274,61
I niite saak 1956. a.	6,73	5,14	221,75	202,67
II niite saak 1956. a.	7,97	7,96	54,91	52,85
Kolme aasta keskmine	6,59	5,79	254,06	249,19
Oder mullal nr. 27 (põldkatse Tartu raj. «Esimese Mai» kolh.)				
Terade saak 1955. a.	—	—	—	—
Kultuurhein mullal nr. 69 (põldkatse Jõgeva raj. Endla kolh.)				
I niite saak 1955. a.	5,68	3,80	158,87	127,11

* Põldkatsetes lämmastikväetist ei antud.

Taimede tuhasisaldust, toorproteiini ja valku määrati odras ja timutis mullal nr. 4. (tabel 10). Määramistulemustest selgus, et odra ja mitmeaastaste heintaimede tuhasisaldus oli nii vegetatsiooni- kui ka põldkatsetes vaskväetiseta märksa suurem kui vaskväetise andmisel. Saagiga ära viidav tuhakogus oli aga enamvähem võrdne või mõningail juhtudel vaskväetise andmisel isegi suurem, mida põhjustas vaskväetise kasutamisel saadav kõrgem saak.

Toorproteiini- ja valgusisaldus oli vegetatsioonikatsetes suurem vaskväetiseta nõudes. Saagiga ära viidav toorproteiini- ja valgukogus oli aga vaskväetisega saadud kõrgemast saagist tingituna suurem vaskväetise andmisel. Odra kasv pidurdus nimetatud mullal vaskväetiseta juba võrsumisel ning hiljem oder hävis.

Tabel 10

absoluutkuiva aine kohta ja kogusaagis

Toorproteiini				Valku			
%		nõu kohta g, põldkatsetes kg/ha		%		nõu kohta g, põldkatsetes kg/ha	
PK(N)	PK(N)+ +Cu	PK(N)	PK(N)+ +Cu	PK(N)	PK(N)+ +Cu	PK(N)	PK(N)+ +Cu
34,69	24,38	1,03	1,89	26,50	16,69	0,78	1,29
31,06	10,06	1,07	2,84	20,38	9,00	0,70	2,54
24,00	19,75	0,86	2,54	21,88	19,50	0,78	2,51
21,25	14,69	2,38	3,70	13,19	10,00	1,48	2,52
10,44	7,38	2,25	3,54	7,44	5,75	1,61	2,76
8,00	8,19	249,68	303,85	5,88	6,63	183,51	245,97
15,56	14,81	382,31	408,16	11,44	13,00	281,08	358,28
14,69	14,63	190,24	201,60	13,13	13,50	170,03	186,03
11,13	10,00	425,83	416,70	8,38	9,13	320,62	380,45
10,31	10,19	339,71	401,79	9,00	9,19	296,55	362,36
11,56	12,00	79,65	79,68	8,06	7,56	55,53	50,20
12,26	11,68	472,58	502,64	9,72	10,36	374,60	445,77
16,38	16,88	356,43	425,38	14,38	14,81	312,91	373,21
8,69	8,63	243,06	288,67	6,88	7,25	192,43	242,51

Põldkatsetes oli kultuurheina toorproteiinisisaldus nii vaskväetiseta kui ka vaskväetise andmisel enam-vähem võrdne, vähemärgatav oli ka vaskväetise andmisel saadud valgusisalduse suurenemine. Arvestades aga vaskväetise andmisel saadud kuivheinasaagi tõusu, suurendas vaskväetis ka hektarilt saadava toorproteiini- ja eriti valgukogust. Nii saadi mullal nr. 19 PK-väetise foonil kolme aasta keskmisena hektarilt toorproteiini 472,58 kg, vaskväetise andmisel aga 502,64 kg ja valku vastavalt 374,60 kg ja 445,77 kg. Mullal nr. 58 läbiviidud kultuurniidu mikroväetiskatsel suurendas vaskväetis külviaasta heinasaagis toorproteiinikogust 501,67 kg-lt 521,29 kg-ni ning valgukogust 275,91 kg-lt 359,29 kg-ni hektarilt.

Tooma katsebaasi madalsoos kultuurkarjamaal läbiviidud katses sisaldas karjamaarohi vaskväetiseta jäänud alal 2,22% seeduvat

proteiini (valku), vaskväetist saanud alal aga 2,43%. Eriti märgatav oli vaskväetise mõju karjamaarohu kaltsiumi- ja fosforisisalduse tõusule. Vaskväetiseta karjamaa rohus oli ühe kilogrammi kohta 1,8 g kaltsiumi ja 0,13 g fosforit, vaskväetise andmisel aga 2,31 g kaltsiumi ja 1,12 g fosforit (8).

Eespool toodud katsetulemused on mõningal määral vastuolus kirjanduses esinevate andmetega, sest kultuurheina toorproteiini- ja valgusisaldus jäi põldkatsetes vaskväetise andmisel enam-vähem ühesuguseks ning mõningatel juhtudel isegi suurenes. L. K. Ostrovskaja (31) järgi tõuseb aga vase puudumisel taimedes üldise, valgulise ja eriti mittevalgulise lämmastiku sisaldus. Sama autor viitab oma töös ka S. L. Gilberti, H. M. Selli, M. Drosdoffi ja R. E. Lucase samasuunalistele andmetele. Esineb ka teistsuguseid, meie katsetulemustega ühtivaid arvamusi. N. F. Lebedevitši (26) järgi tõstab vaskväetis heintaimede valgulise lämmastiku sisaldust. Näib, et lämmastikuühendite kuhjumine tekib taimedes vaid tunduva vasepuuduse tingimustes ning eriti märgatav on see reproduktiivsete organite ilmumise ajal. Teistel juhtudel jääb aga taimede lämmastikusisaldus vaskväetise andmisel enam-vähem endiseks või isegi suureneb. Ka J. V. Mosolovi (29) poolt odraga läbiviidud katsetes oli odra lehtede valgulise lämmastiku sisaldus kasvuperioodi algul vaskväetise andmisel suurem kui vaskväetiseta. Kasvuperioodi lõpul oli aga valgulise lämmastiku sisaldus suurem vaskväetiseta variandis. Samaga on seletatav ka asjaolu, et Tooma katsebaasi madalsoos läbiviidud katses oli karjamaarohus (noortes taimedes) valgusisaldus vaskväetise andmisel suurem, kuigi nimetatud mullaga läbiviidud vegetatsioonikatsetes ilmnes odra ja timuti kasvus kasvuperioodi lõpul tugevaid vasepuudusest tingitud häireid.

Taimede vasesisaldus oleneb peamiselt nende bioloogilistest iseärasustest ja mulla liikuva vase sisaldusest. Timutiga läbiviidud vegetatsioonikatsetes oli timuti vasesisaldus PKN-väetise foonil 1,47—3,92 mg/kg ning PKN + vaskväetise andmisel 3,19—7,38 mg/kg. Eesti NSV turvasmuldadel saadud kultuurniiduheina vasesisaldus kõigub läbiviidud põldkatsete andmeil vaskväetiseta 1,18—3,88 mg/kg piires kuivaine kohta, vaskväetise andmisel aga 2,31—6,93 mg/kg piires. Saagiga ära viidav vasekogus oli mullal nr. 16 hektari kohta (kahest niitest) ilma vaskväetise andmiseta 12,33 g, vaskväetise andmisel aga 31,28 g. Mullal nr. 19 oli kolme aasta keskmine kahe niite saagiga ära viidav vasekogus ilma vaskväetise andmiseta 11,27 g, vaskväetise andmisel aga 18,75 g.

Peale selle, et vask on taimedele vajalik toitaine, peab teda esinema ka loomasöödas. Norras loetakse alla 4,5 mg/kg heina vasesisaldust mitteküllaldaseks (19). Alla 5 mg/kg vasesisaldusega heina pideval söötmisel on kirjanduse andmeil täheldatud loomade haigestumisi (22, 24). Võttes aluseks need piirväärtused, on meie turvasmuldadelt saadava heina vasesisaldus ilma vaskväetise andmiseta mitteküllaldane.

II. VASKVÄETISE TARBE MÄÄRAMISEST

1. Vaskväetise tarbe olenevus turvasmulla vasesisaldusest ja keemilisest koostisest

Mitmesuguste taimedele vajalike elementide puudumise või olemasolu üle võib otsustada taime väliste tunnuste, indikaatortaimede, põldkatsete, taimelehtede värvuse muutumise järgi mitmesuguste keemiliste elementide nõrkade lahuste kasutamisel ning mulla ja taimede keemilise analüüsi abil (38). Vaskväetise andmise vajaduse selgitamisel on senistes uurimustes pööratud suurt tähelepanu mulla keemilisele koostisele ja vasesisaldusele.

Mõningate teadlaste (16, 21, 41) järgi on mulla üldist vasesisaldust aluseks võttes vaskväetise vajadust määravaks piiriks 10—30 mg/kg. Eesti NSV turvasmuldade üldine vasesisaldus kõigub H. Michelsoni (4) andmetel aga 0,5—11 mg/kg piires (50 proovikoha andmeil) ning käesoleva uurimuse käigus läbiviidud analüüside järgi (20 proovikoha andmeil) 1,82—11,14 mg/kg piires. Sellega oleks vaskväetis vajalik eranditult kõigil Eesti NSV turvasmuldadel.

A. O. Voinari (20) poolt on võetud vaskväetise vajaduse piiriks küll 6 mg/kg, kuid analüüsides vegetatsiooni- ja põldkatsetest saadud tulemusi, ilmneb, et ka nimetatud piir pole vasetarbe määramisel alati mõõduandev.

Eespool toodud katsete tulemused näitasid, et mulla üldise vasesisalduse põhjal ei saa veel otsustada vaskväetise vajaduse üle. Selleks tuleb selgitada, milline osa mullas leiduvast vasest on taimede poolt omastatav. Võrreldes Eesti NSV mitmesugustel turvasmuldadel korraldatud vegetatsiooni- ja põldkatsetes vaskväetisega saadud enamsaake (tabelid 2, 3 ja 4) turvasmulla liikuva vase sisaldusega (tabel 1), ilmneb nende vahel märgatav seos.

Võttes aluseks ühenormaalses soolhappes lahustuva vasesisalduse (1 osa õhukuiva turvasmulla kohta 10 osa ühenormaalset soolhapet, vasesisaldus antud absoluutkuiva turvasmulla kohta), ilmneb, et turvasmullal annab vaskväetis PKN-väetise foonil enamsaaki odra kasvatamisel kuni 5,0 mg/kg ja timuti kasvatamisel kuni 3,5 mg/kg vasesisalduse juures. Enamsaak on tunduv aga odral alla 3,5 mg/kg ja timutil alla 2,5 mg/kg vasesisaldusel (joonis 4). Erandi moodustasid töös kasutatud vasemääramise viiside puhul mõningad lubja- ja rauarikkad turvasmullad, kus enamsaak kujunes oodatust mõnevõrra väiksemaks.

Katsetulemustest nähtub, et vaskväetise andmise vajaduse üle otsustamisel võib kasutada nii D. P. Maljuga (28) poolt kirjeldatud kui ka H. Michelsoni (5) poolt väljatöötatud lihtsustatud määramisviisi (joonis 4). Seal, kus määramisviisi pole nimetatud, on käesolevas töös kasutatud lihtsustatud määramisviisi. Odra osas ühtivad saadud katsetulemused Läti NSV-s läbiviidud uurimustega (33, 34, 36, 37), mille järgi põllumajanduskultuuride kasvatamisel

on turvasmuldadel küllaldane üle 5 mg/kg ühenormaalses soolhappes lahustuva vase sisaldus, kuid tunduva enamsaagi piiriks on 3 mg/kg.

Senini pole vaskväetise andmisel arvestatud kasvatatavate kultuuride vasenõudlust. Et oder esindab vasenõudlikke põllukultuure, timut kuulub aga kultuurniidu heintaimedest vasenõudlikemate hulka ja tema osatähtsus kultuurniidu rohukamaras on tavaliselt üsna suur, siis võib odra ja timuti vasetarbe võtta aluseks vastavate kultuuride kasvatamisel ja vaskväetisega väetamisel. Seda kinnitavad Tooma katsebaasis ja kolhooside ning sovhooside tootmispindadel mitmesuguste põllumajanduskultuuridega läbiviidud põldkatsete tulemused.

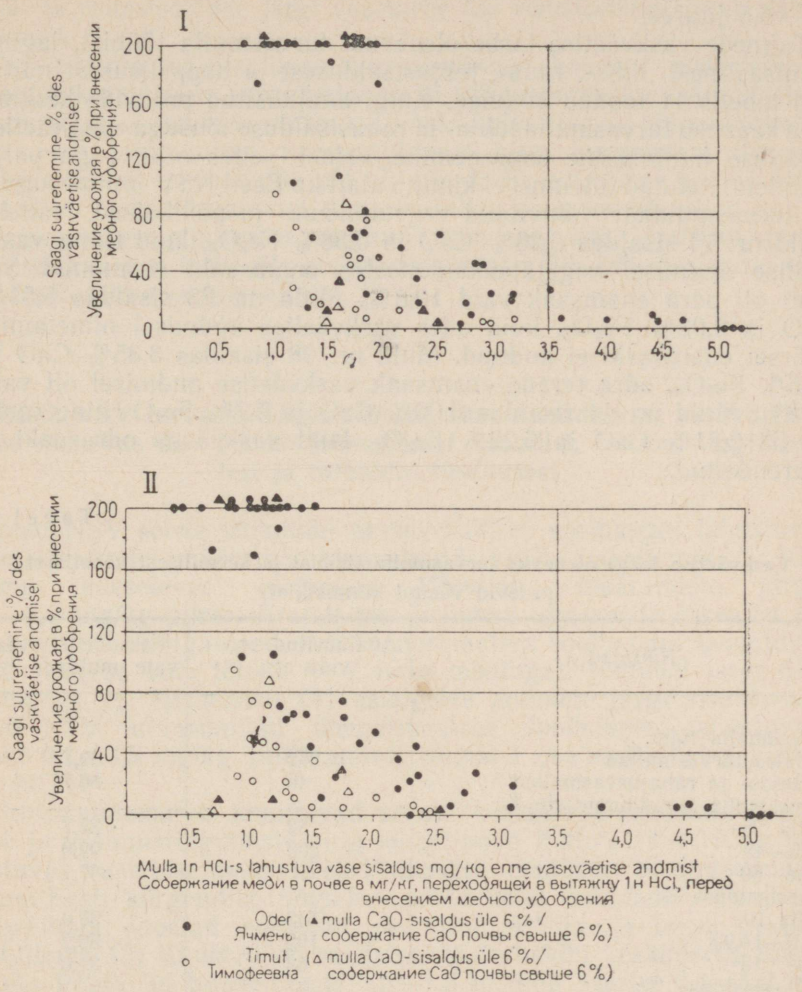
Vaskväetise vajaduse kindlakstegemiseks tuleb mulla liikuva vase sisaldust määrata mitte üksnes künnikihis, vaid ka künnialuses kihis. Nii oli näiteks Tapa rajooni «Võidu» kolhoosi Pillapalu soos (mullal nr. 55) läbiviidud põldkatses turvasmulla liikuva vase sisaldus 1—30 sm-lises kihis (künnikihis) 0,68 mg/kg. Vaskväetise andmisel saadi aga viki-kaera segatisest oodatust tunduvalt väiksem enamsaak, sest 31—60 sm-lises kihis oli liikuva vase sisaldus 4,07 mg/kg.

Esineb arvamusi, et vaskväetise vajaduse üle otsustamisel tuleb arvestada ka mulla mahukaalu ning võtta aluseks künnikihis sisalduv vask (17).

Läbiviidud vegetatsioonikatsetes asetati mullad vegetatsioonisse nõudesse mahu järgi ning vaskväetise vajaduse üle otsustamisel võeti aluseks protsentuaalne vasesisaldus (mg/kg absoluutkuiva turvasmulla kohta). Arvestanud vasesisalduse ümber mahule, see on arvesse võttes nõudesse asetatud mulla kaalu, ilmnes, et hästilagundunud kõrge tuhasisaldusega muldadel andis vaskväetis tunduvat odra enamsaaki isegi siis, kui vegetatsiooninõu kohta oli Maljuga järgi määratult üle 5 mg ühenormaalses soolhappes lahustuvat vaske (mullad nr. 7, 13, 28, 43 ja 51). Mullal nr. 16 oder hävis vaatamata sellele, et nõus oli vasesisaldus üle 4 mg.

Saadud katsetulemused näitavad, et mineraalaineterikkad hästilagundunud turvasmullad omavad küll suuremat mahukaalu ja koos sellega tõuseb ka künnikihi vasesisaldus, kuid künnikihi vasesisalduse tõusule kaasneb sellistes muldades ühtlasi tugevam vase sidumise võime. Seetõttu võib ka nendel muldadel piirduda vaskväetise tarbe üle otsustamisel mulla protsentuaalse vasesisaldusega. Ka G. I. Laškevitši (24) järgi kasvab turba lagundumisastme suurenemise ja lämmastiku liikuvate vormide kogunemisega ühtlasi taimede vasetarve.

Kirjanduse andmeil täheldatakse enam-vähem suuremat vaskväetise efektiivsust lubja-, lubja-raua- ja rauarikastel turvasmuldadel (24, 25, 26, 32). Vaskväetise tugev mõju avaldub ka vähese tuhasisaldusega lehtsambla-tarna fragmente sisaldavail madalsooturvasmuldadel ning madal- ja ülemineku metsasoodel (26). G. I. Laškevitši (24) järgi kaasneb kõrge tuhasisalduse ja suurema lagun-



Joonis 4. Odra- ja timutisaagi suurenemine vaskväetise andmisel olenevalt turvasmulla liikuva vase sisaldusest. I — vasesisaldus, määratud D. P. Maljuga meetodil, II — H. Michelsoni lihtsustatud meetodil.

Рис. 4. Увеличение урожая ячменя и тимофеевки при внесении медного удобрения в зависимости от содержания подвижной меди в торфяной почве. I — содержание меди определялось по методу Д. П. Мальюги, II — по упроченному методу Х. Михельсона.

dumisastmega turvasmuldades liikuva vase rohkus. M. M. Bahhulini (18) järgi on vase omastatavus turvasmullas minimaalne pH 5,5—6,5 juures.

Taimede vaskväetise tarbe olenevust turvasmulla tüübist, lagundumisastmest, tuha-, raua-, lubjasisaldusest ja happelisusest näitavad tabelis 11 toodud andmed. Kuigi analüüsitud proovide keskmisena kaasneb turvasmulla lubja- ja rauasisalduse tõusuga vaskväetise vajaduse minimaalne suurenemine, esineb selles osas väga palju erandeid. Saadud tulemusi ei kinnita alati ka Eesti NSV mitmesugustel turvasmuldadel läbiviidud vegetatsiooni- ja põldkatsed. Näiteks muld nr. 14 sisaldas 6,25% CaO ja 0,38% Fe_2O_3, kuid timut vaskväetise andmisel vegetatsioonikatsetes enamsaaki ei andnud. Samuti oli odra enamsaak vaid 10,8%. Muld nr. 23 sisaldas 5,51% CaO ja 2,08% Fe_2O_3, kuid oder vaskväetise andmisel nimetamisväärset enamsaaki ei andnud. Muld nr. 28 sisaldas 3,35% CaO ja 22,5% Fe_2O_3, odra terade enamsaak vaskväetise andmisel oli vaid 19,8%. Muld nr. 44 sisaldas 6,00% CaO ja 0,7% Fe_2O_3 ning muld nr. 53 2,81% CaO ja 6,22% Fe_2O_3, kuid vaskväetis odrasaaki ei suurendanud.

Tabel 11

Vaskväetise tarbe olenevus turvasmulla tüübist ja keemilisest koostisest
(proovid võetud künnikihist)

Näitajad	Analüüsitud proovide arv	Vaskväetist vajavate muldade %*
Turvasmulla tüüp:		
madalsooturvasmullad	272	89,7
siirdesoo- ja rabaturvasmullad	45	86,7
Turvasmulla lagundumisaste %:		
alla 25	52	82,7
25—49	200	92,0
üle 50	57	87,7
Tuhasisalduse %:		
alla 10	143	93,0
10—14,99	102	89,2
üle 15	63	81,0
Fe_2O_3-sisalduse %:		
alla 1,5	45	91,1
üle 1,5	25	96,0
CaO-sisalduse %:		
alla 4	187	89,3
4—5,99	104	88,5
üle 6	17	94,1
pH:		
alla 5,5	124	91,9
5,5—6,49	166	87,3
üle 6,5	18	88,9

* Muld vajab vasenõudlike kultuuride kasvatamisel vaskväetist, kui mullas on 1 *n* HCl-s lahustuvat vaske alla 5 mg/kg.

Järelikult kannavad sood toitvad põhjaveed koos lubja ja rauaga turbakihti ka nimetamisväärses koguses vaske, mistõttu mulla lubja- ja rauasisalduse järgi vasetarbe üle otsustamine annab vähe tulemusi.

Turvasmulla tuhasisalduse suurenemisega kaasnes analüüsitud proovide keskmisena vaskväetise tarbe vähenemine. Turvasmulla lagundumisastet arvesse võttes oli vaskväetise tarve kõige suurem keskmiselt lagundunud turvasmuldadel ning happelisust aluseks võttes siis, kui turvasmulla pH oli alla 5. Et nimetatud seosed olid suhteliselt vähemärgatavad ning et selles osas esineb väga palju mitmesugustest põhjustest tingitud erandeid, siis järelikult pole õige vaskväetise tarbe üle otsustada turvasmulla tuhasisalduse, lagundumisastme ja happelisuse järgi.

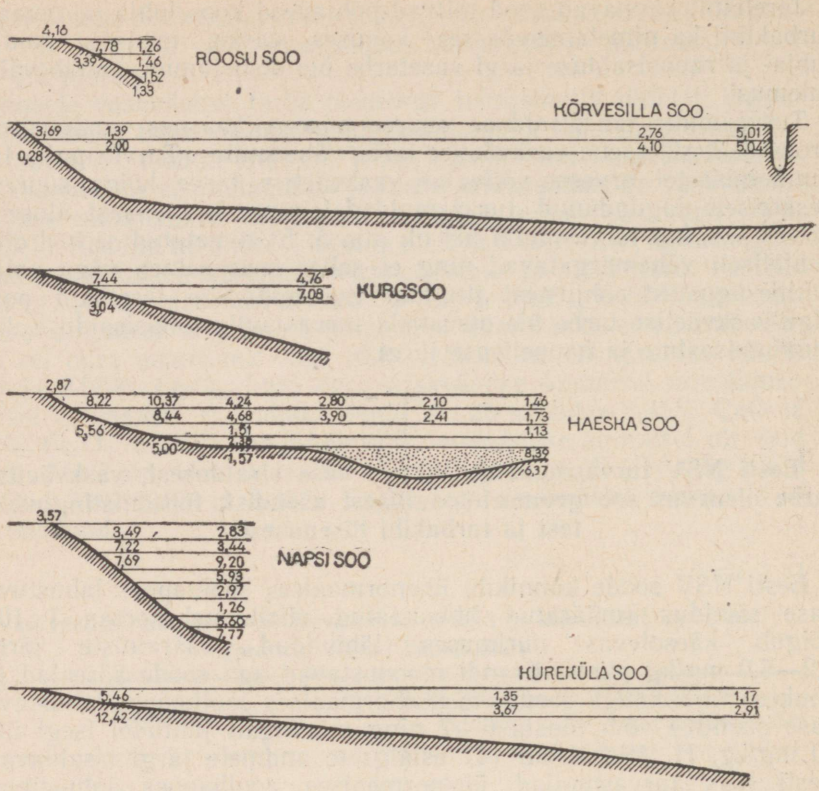
2. Eesti NSV turvasmuldade liikuva vase sisaldusest, vaskväetise tarbe olenevus soo geomorfoloogilisest asendist, toitumistingimustest ja turbakihi tüsedusest

Eesti NSV soode künnikihi ühenormaalses soolhappes lahustuva vase sisaldus (määratud lihtsustatud viisil, vahekorras 1 : 10) kõigub käesolevas uurimuses läbiviidud määramiste järgi 0,2—5,0 mg/kg piires. Erandi moodustavad aga soode äärealad ja õhukese turbakihiga sood, kus ühenormaalses soolhappes lahustuva vase sisaldus võib tõusta 6—7 ning mõningail juhtudel isegi üle 10 mg/kg. H. Michelsoni (4) esialgsete andmete järgi sisaldavad Eesti NSV turvasmullad ühenormaalses soolhappes lahustuvat vaske 0,1—3,5 mg/kg (määramisel võetud 1 osa mulla kohta 5 osa 1 *n* HCl).

Uurimistulemused kinnitavad seoste olemasolu turbakihi tüseduse ja toitumistingimuste ning teiselt poolt liikuva (1 *n* HCl-s lahustuva) vase sisalduse vahel. Pinnavete üleujutusi on sagedamini Lõuna-Eesti kõrgendike nõgudes paiknevatel sooaladel. Õhukese turbakihiga sooalad esinevad peamiselt Põhja- ja Loode-Eestis. A. Lillema (3) andmeil on madalsoode turbakihi keskmiseks tüseduseks Põhja- ja Loode-Eestis 0,5—1,5 m ning saartel 0,4—1,0 m, Kesk- ja Lõuna-Eestis aga 1—4 m. Mõningatel sooaladel võib aga ka Põhja-Eestis olla turbakihi tüseduseks 2—3 m, kuna Eesti NSV lõunaosas on leitud kuni 8 m tüsedusega madalsoo turbalasundeid (10).

Turvasmulla suurenenud vasesisalduse korral on tavaliselt tegemist vaserikaste pinna- või põhjavete toimega. Nii sisaldas Valga rajooni Korva luhal jõevetega üle ujutatav turvasmuld liikuvat vaske kuni 15 mg/kg. Suure vasesisaldusega on paljude kõrgendike nõgudes paiknevad pinnavete poolt üle ujutatud väiksemad sooalad.

Turvasmulla liikuva vase sisaldus on küllaltki suur ka mõningatel Põhja- ja Loode-Eesti ning saarte õhukese (alla 1 m) turbaki-



Joonis 5. Liikuva vase (mg/kg) paiknevus turvasmuldades.
Рис. 5. Распределение подвижной меди (мг/кг) в торфяных почвах.

higa sooaladel. Nii oli Kingissepa rajooni Jõempa soos (turbakihi tüsedus 0,3 m) künnikihi liikuva vase sisaldus 13,53 mg/kg, samas soos allika kohal aga koguni 19,52 mg/kg. Üsna suur oli liikuva vase sisaldus Kareda-Koigi ja Lõetsa soo vähem kui 1 m tüsedusega servaaladel. Samal ajal oli aga Kareda-Koigi soo keskosas üle 2 m ulatuva turbakihiga alal turvasmulla vasesisaldus vaid 0,31 mg/kg.

Küllatki kõrge on Harju rajooni Vaela soo äärealade ja Keila rajooni Munalaskme soo jõeäärse osa vasesisaldus (5 mg/kg piires). Võrdlemisi vasevaesed olid mõningad Pärnu ümbruse turvasmullad.

Joonisel 5 näitena toodud Abja rajooni Roosu ja Põlva (Võru) rajooni Kurgsoo põhjaservas, Kingissepa rajooni Haeska soo lõunaservas, Valga rajooni Kureküla soo idaservas ning Tartu rajooni Kõrvesilla soo kanaliäärsel osal on vasesisaldust mõjutavaks tegu-

riks pinnaveed. Allikalise toitumise mõju tuleb esile aga Viljandi rajooni Napsi soo servaaladel. Toodust nähtub, et turvasmuldade vasesisaldus on erinev mitte ainult erinevates soodes, vaid ka ühe soomassiivi erinevates osades.

Soo toitumine ja looduslikud tekketingimused avaldavad vase kogunemisele suurt mõju ka G. I. Laškevitši (24) uurimustel, kusjuures vaske on vähem sügavama turvasmullaga soodes, äärele lähenedes ja turvasmulla sügavuse vähenedes vasesisaldus tõuseb. J. V. Peive (33) järgi paikneb valdav osa mullas sisalduvast vasest pealmises — huumushorisondis. Liikuva vase protsentuaalne sisaldus oli aga käesoleva uurimuse piires analüüsitud turvasmuldades suurem künnialuses (30—60 sm) kihis.

Senini läbitöötatud analüüsimaterjali põhjal (turvasmuldade künnikihist võetud 317 mullaproovi keskmisena) vajab vaskväetist vasenõudlike põllukultuuride kasvatamisel soo äärealadest 69,0%, mineraalmaast üle 100 m kaugusel olevatest sooaladest aga 92,0%. Turbakihi tüsedust aluseks võttes vajavad vaskväetist vasenõudlike põllukultuuride kasvatamisel alla 1 m turbakihi tüsedusega muldadest 74,6% ning üle 1 m ulatuva turbakihiga muldadest 93,1% (tabel 12). Sellest järeldub, et vaskväetise andmine on vajalik eelkõige suurtel ja sügavatel sooaladel.

Tabel 12

Taimede vaskväetise tarbe olenevus mineraalmaa lähedusest ja turbakihi tüsedusest (proovid võetud künnikihist)

Näitajad	Analüüsitud proovide arv	Vaskväetist vajavate muldade %	
		kultuurrohumaade viljelemisel*	vasenõudlike põllukultuuride kasvatamisel**
Proovivõtmise koha kaugus mineraalmaast m			
alla 100	42	50,0	69,0
alates 100	275	82,5	92,0
Turbakihi tüsedus m			
alla 1,0	71	59,2	74,6
alates 1,0	246	83,7	93,1

* Mullas 1 *n* HCl-s lahustuvat vaske alla 3,5 mg/kg.
** Mullas 1 *n* HCl-s lahustuvat vaske alla 5,0 mg/kg.

Ka J. V. Peive (35) märgib, et mullastiku erakordne mitmekesisus ning suured vasesisalduse kõikumised samade muldade piires nõuavad liikuva vase detailsemat iseloomustamist.

Iga kolhoosi piires võib esineda mitmesuguse liikuva vase sisaldusega muldi ning see teeb vajalikuks kontrollida kolhoositingimustes muldade vasesisaldust laboratoorselt.

Väga kõrge lubjasisaldusega turvasmuldadel, juhul kui nad pole üleujutatavad, soovitatakse kasutada vaskväetisi suuremates annustes kui tavaliselt (26, 32). G. I. Laškevitš (24) aga arvab, et kuigi vask moodustab leelises keskkonnas orgaaniliste hapetega raskestilahustuvaid ühendeid, rahuldab taimede vasevajaduse täielikult ka väikeste vasehulkade andmine. Sama autori arvates võib ühtlaselt külvates ja hästi künnikihti segades vähendada vaskväetisena antava vasevitrioli normi kuni 10 kilogrammini hektari kohta.

Eesti NSV turvasmuldadel on osutunud küllaldaseks väetisnormiks 20—30 kg vasevitrioli hektarile (9, 11, 13, 14). Tooma katsebaasi tähelepanekute järgi tuleb vaskväetist anda iga 4—6 aasta järel. Ka Maardu Keemiakombinaadist saadavate püriidijääkidega on saadud häid tulemusi, mistõttu edaspidi tuleks osutada nende kasutamisele rohkem tähelepanu.

Läbiviidud katsetes andis 500 kg püriidijääke hektarile enamvähem samasuguse efekti kui 25 kg vasevitrioli (tabel 4). Mõnedel turvasmuldadel andis 500 kg püriidijääke hektarile isegi paremaid tulemusi, sest peale vase sisaldavad püriidijäägid veel teisi taimedele vajalikke mikroelemente, nagu tsinki, koobaltit ja molübdeeni. Nii suurenes Elva rajooni Nõo sovhoosi osakonnas vasevitrioli andmisel kultuurniidu kuivheinasaak kahest niitest 59,9 ts-lt 69,4 ts-le (enamsaak 9,5 ts/ha), püriidijääkide andmisel aga 70,7 ts-le (enamsaak 10,8 ts/ha). Kui PK-väetise andmisel oli teise niite saagis 16,3% ristikuid, siis PK + vasevitrioli andmisel suurenes ristikute osatähtsus 21,5%-le ning PK + püriidijääkide andmisel 37,4%-le.

Eespool toodut kokku võttes võib öelda järgmist.

1. Suurte söödakultuuride- ja rohumaasaakide kasvatamine pole turvasmuldadel lahendatav ilma vaskväetise kasutamiseta. Eesti NSV mitmesugustel turvasmuldadel läbiviidud katsete andmeil oli suvinisu ja odra terade enamsaak vasevaestel turvasmuldadel vaskväetise andmisel kuni 20 ts ning kaeral kuni 12 ts.

Turvasmullale rajatud kultuurniitude kuivheinasaagi suurenemine oli vasevaestel turvasmuldadel vaskväetise andmisel 10—20% ehk 3—10 ts piires hektari kohta, ulatudes üksikjuhtudel kuni 40,7%-ni ehk 18,5 ts-ni. Mitmeaastaste heintaimede liikidest osutus kõige vasenõudlikumaks punane ristik.

2. Vaskväetise andmine suurendas turvasmulla nitraatide sisaldust kuni 57%. Suurema vasekontsentratsiooni kasutamisel ja vaserikkal turvasmullal, kus vaskväetis saaki ei suurendanud, järgnes vaskväetise andmisele nitrifikatsiooniprotsesside pidurdumine, mille kestus ulatus kuni kahe kuuni. Seejärel vaskväetist saanud turvasmulla nitraatide sisaldus hakkas tõusma.

3. Vasevaestel turvasmuldadel suurendas vaskväetis timuti-

taimede võrsumist. Odrale mõjus vaskväetis enamikul vasevaestel turvasmuldadel võrsumist vähendavalt, kuid suurendas generatiivsete võrsete arvu ning taimed olid kasvult kõrgemad. Timuti kuivainesaak suurenes vaskväetise andmisel peamiselt loomisjärgsel perioodil, sama on maksev ka kuivaine protsentuaalse sisalduse kohta. Sellest järeldub, et vasepuudus annab ennast eriti tunda hilisema niiteaja kasutamisel. Vaskväetise andmisel saadi kuivainena suhteliselt suurem enamsaak kui toormassina.

4. Vaskväetise andmisel suurenes odra, timuti ja hariliku aruheina lehtedes klorofüllisisaldus, kusjuures suurem klorofüllisisaldus langes kokku kõrgema saagiga. Tunduva vasepuuduse tõttu kasvus ja arengus seismajäänud timutitaimede lehed sisaldasid aga kasvuperioodi lõpus rohkem klorofülli kui normaalselt arenevate, vaskväetist saanud taimede lehed.

5. Turvasmullale rajatud kultuurniitude rohukamaras suurendas vaskväetis punase ja roosa ristiku ning timuti osatähtsust. Mitmeaastaste heintaimede tuhasisaldus oli vaskväetiseta variantidel märksa suurem kui vaskväetise andmisel, kuid saagiga äraviidav tuhakogus oli enam-vähem võrdne. Kultuurheina toorproteiinisisaldus oli nii vaskväetiseta kui ka vaskväetise andmisel enam-vähem võrdne.

Vaskväetise mõjul saadud kuivheinasaagi tõus tõi kaasa toorproteiini ja eriti valgukoguse suurenemise hektarilt.

6. Eesti NSV mitmesugustel turvasmuldadel läbiviidud vegetatsiooni- ja põldkatsete tulemused näitasid, et vaskväetise andmise vajaduse üle võib otsustada mulla ühenormaalses soolhappes lahustuva vase sisalduse järgi.

Vaskväetis andis turvasmuldadel PKN-väetise foonil odra kasvatamisel enamsaaki, kui mullas oli ühenormaalses soolhappes lahustuvat vaske alla 5 mg/kg absoluutkuiva turvasmulla kohta. Timut andis enamsaaki alla 3,5 mg/kg turvasmulla vasesisalduse juures. Enamsaak oli tunduv odral alla 3,5 mg/kg ja timutil alla 2,5 mg/kg vasesisaldusel. (Erandiks olid mõningad lubja- ja rauarikkad turvasmullad, kus vaskväetise andmisel oli oodatust mõnevõrra väiksem enamsaak.) Et oder kuulub vasenõudlike põllukultuuride, timut aga kultuurniidu heintaimedest vasenõudlikemate hulka, siis võib odra ja timuti vasetarbe võtta aluseks vastavate kultuuride kasvatamisel ja vasega väetamisel.

7. Mineraalaineterikkad hästilagundunud turvasmullad omavad küll suuremat mahukaalu ja koos sellega tõuseb ka künnikihi vasesisaldus, kuid künnikihi vasesisalduse tõusule kaasneb sellistes muldades ühtlasi tugevam vase sidumise võime. Seetõttu võib ka nendel turvasmuldadel piirduda vaskväetise tarbe üle otsustamisel mulla protsentuaalse vasesisaldusega.

8. Kuigi turvasmulla tüüp, lagundumisaste, tuha-, lubja-, rauasisaldus ja happelisus avaldavad mõju vase omastatavusele, esineb selles osas väga palju mitmesugustest põhjustest tingitud erandeid. Sood toitvad põhjaveed kannavad koos lubja ja rauaga turbakihti

küllaltki nimetamisväärses koguses ka vaske. Seetõttu ei anna turvasmulla tüübi, lagundumisastme, tuha-, lubja- ja rauasisalduse ning happelisuse järgi vasetarbe üle otsustamine tulemusi.

9. Eesti NSV soode künnikihis kõigub ühenormaalses soolhappes lahustuva vase sisaldus (määratud lihtsustatud meetodil vahekorras 1 : 10) 0,2—5,0 mg/kg piires. Erandi moodustavad soode äärealad ja õhukese turbakihiga sood, kus ühenormaalses soolhappes lahustuva vase sisaldus võib tõusta 6—7 ning mõningail juhtudel isegi üle 10 mg/kg. Suurenenud vasesisalduse korral on tavaliselt tegemist vaserikaste pinna- või põhjavete toimega.

10. Vaskväetist on vaja anda eelkõige suurematel ning sügavama turbakihiga sooaladel. Vaskväetisena on häid tulemusi andnud Maardu Keemiakombinaadi püriidijäägid. Läbiviidud katsetes andis 500 kg/ha püriidijääke enam-vähem samasuguse saagitõusu kui 25 kg vasevitroli, andes mõningatel turvasmuldadel isegi paremaid tulemusi.

11. Selleks et üle minna vaskväetise ratsionaalsele kasutamisele, tuleb turvasmuldadel fosfori- ja kaalisisalduse kõrval määrata ka liikuva vase sisaldus. Vaskväetise andmisel tuleb arvestada mulla liikuva vase sisaldust ja kasvatatavate kultuuride nõudeid.

KIRJANDUS

1. E. Günther ja H. Meschkat. Die Bedeutung der Spurenelemente und ihr Einfluss auf das Mikrobenleben des Bodens und das Wachstum höherer Pflanzen in Jugendstadium. «Die Deutsche Landwirtschaft» 6, 1955.
2. O. Hallik. Mullateaduse ja agrokeemia praktikum. Tartu, 1948.
3. A. Lillema. Eesti NSV mullastik. Tallinn, 1958.
4. H. Michelson. Mikroelementide sisaldus ja mikroväetiste efektiivsus mõnedes Eesti NSV soomuldades. Eesti NSV TA Toimetised, V kd., Biol. seeria nr. 4, 1956.
5. H. Michelson. Lihtsustatud meetod taimedele omastatava vase määramiseks mullas. (Käsikiri), 1959.
6. O. Ojaveer. Teraviljakasvatuse katsed vasevitrioliga ($CuSO_4$) Pikavere Suursoos 1935. ja 1936. a. «Põllumajandus», 1937.
7. D. N. Prjanišnikov. Agrokeemia. Tallinn, 1950.
8. A. Raidla. Kultuurkarjamaad turvasmuldadel. Kogumik: Pikaajalised kultuurkarjamaad Eesti NSV-s. Tallinn, 1958.
9. N. Roosa. Vasevitrioli ($CuSO_4$) saagitõstvast mõjust madalsoo kultuurides. Tallinn, 1936.
10. L. Rätsep, A. Truu ja K. Veber. Tallinna ja põlevkivibasseini linnalähedase põllumajandustsooni soodest ja nende kasutamisperspektiividest. Eesti NSV TA Toimetised, III kd., nr. 4, 1954.
11. V. Sepper. Vasevitrioli katsete tulemusi. «Põllumajandus», 1939.
12. A. Sortenberg. Mikronaeringsstoffmangelsykdommer på Planter. Meddelelser fra det Norske Myrselskar, nr. 4, 1948.
13. P. Tammart. Vasevitriol terasaagi tõstjana soos. «Põllumajandus», 1938.

14. E. Terasmäe. Vasevitrioli ($CuSO_4$) tarvitamisest soolalude põlluviljakasvatuses ja keeduviljaaias. «Põllumajandus», 1936.
15. Tooma katsebaasi katsematerjalid ja teadusliku uurimistöö aruanded.
16. И. Н. Антипов-Каратаев. О подвижности меди в почвах. «Почвоведение» № 11, 1947.
17. К. К. Бамберг. Определение активных форм кальция, калия и фосфорной кислоты в почве. Методы агрохимического исследования почв. АН Латвийской ССР, Рига, 1955.
18. М. Д. Бахулин. Применение меди в качестве удобрения на торфяных почвах. Микроэлементы в жизни растений и животных. Изд. АН СССР, Москва, 1952.
19. Я. М. Берзинь. Значение солей кобальта и меди в кормлении сельскохозяйственных животных. Рига, 1952.
20. А. О. Войнар. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. Москва, 1953.
21. Д. Н. Иванов. Распространение меди в почвах и роль медных удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Труды почвенного института им. В. В. Докучаева, т. 34, 1950.
22 М. В. Каталымов. Микроэлементы и их роль в повышении урожайности. Москва, 1957.
23. Е. К. Круглова. О микроэлементах в почвах хлопковых полей Средней Азии. «Почвоведение» № 1, 1956.
24. Г. И. Лашкевич. Применение микроудобрений на торфяных почвах. Минск, 1955.
25. Г. И. Лашкевич. Медсодержащие микроудобрения повышают урожай сельскохозяйственных культур на торфяных почвах. Минск, 1955.
26. Н. Ф. Лебедевич. Основы травопольной системы земледелия на торфяных почвах. Минск, 1951.
27. К. Магницкий. Микроэлементы в питании растений. «Наука и передовой опыт в сельском хозяйстве» № 9, 1958.
28. Д. П. Малюга. Определение малых количеств меди в почвах, растительных и животных организмах. Методы определения микроэлементов. Изд. АН СССР, Москва, 1950.
29. И. В. Мосолов. Некоторые особенности азотистого обмена в растении при отсутствии в почве меди. «Советская агрономия» № 6, 1948.
30. М. М. Окунцов. Физиологическое значение меди для растений и влияние ее на урожай. Микроэлементы в жизни растений и животных. Изд. АН СССР, Москва, 1952.
31. Л. К. Островская. Физиологическая роль меди и ее применение как микроудобрения на торфяных почвах. Научные труды ин-та физиологии раст. и агрохимии АН Укр. ССР № 9. Киев, 1955.
32. Л. К. Островская. Поступление меди в растения на различных торфяных почвах. Доклады Акад. Наук СССР, том 102, № 2, 1955.
33. Я. Б. Пейве. Микроэлементы в сельском хозяйстве. «Природа» № 11, 1953.
34. Я. В. Пейве. Микроэлементы в сельском хозяйстве нечерноземной полосы СССР. Изд. АН СССР, 1954.
35. Я. В. Пейве. Агрохимические методы исследования дифференции применения удобрений. Методы агрохимического исследования почв. АН Латвийской ССР, Рига, 1955.
36. Я. В. Пейве. Микроэлементы в практику сельского хозяйства. «Земледелие» № 3, 1959.
37. Я. В. Пейве и Н. Н. Иванова. О содержании и методах определения меди в почвах Латвийской ССР. «Почвоведение» № 11, 1953.
38. Применение минеральных удобрений в зарубежных странах. Москва, 1958. (Питательные для растений элементы кроме P и K) — Из материалов ОЕЕС, Париж, 1954.
39. Э. Рассель. Почвенные условия и рост растений (перевод с английского), Москва, 1955.

40. А. И. Руденко. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений. Москва, 1950.
41. И. Д. Седлецкий. О роли меди в почвах и характере ее состояния в них. Рефераты докладов на конференции по микроэлементам, Изд. АН СССР, Москва, 1950.
42. Ф. Д. Сказкин, Е. И. Ловчиновская и Т. А. Красносельская. Практикум по физиологии растений, 1948.
43. М. Я. Школьник и Н. А. Макарова. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Москва, 1957.
44. К. И. Эрингис. Долголетние культурные пастбища Литвы на осушенных низинных торфяниках. Автореферат, Ленинград, 1957.

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОТРЕБНОСТИ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ЭСТОНСКОЙ ССР УДОБРЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ МЕДЬ

Э. ХИРМО,
научный сотрудник опытной базы «Тоома»

Резюме

Цель проведенного исследования состоит в установлении особенностей и условий наиболее эффективного применения удобрений, содержащих медь, на разных торфяно-болотных почвах Эстонской ССР. Работа проведена на опытной базе «Тоома» Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации в 1953—1957 гг.

Образцы почвы на определение содержания меди, как правило, выбирались из пахотного слоя болота, но в единичных случаях анализ проводился и по всему профилю. Всего проанализировано более 400 почвенных образцов, взятых с 137 болотных массивов Эстонской ССР (рисунок 1). Вегетационные и полевые опыты проводились на 70 различных торфяных почвах.

Изучаемыми культурами в вегетационных опытах были тимофеевка и ячмень. Опыты ставились по схеме: 1) PKN (контроль), 2) PKN + медное удобрение. Места, откуда были взяты образцы почвы для вегетационных опытов, были выбраны так, чтобы охватить различные торфяные почвы. Для этого, по возможности, одна проба бралась около минеральной почвы, другая — на том же болотном массиве, подальше от минеральной почвы. В качестве вегетационной посуды были использованы парафинированные глиняные сосуды. В каждый сосуд было положено по 10 дм^3 почвы, сжатой до плотности пахотного слоя, причем при одной и той же почвенной разности бралось одинаковое по весу количество почвы. Растения поливались определенным количеством дестиллированной воды, до 60% от полной влагоемкости почвы.

Полевые опыты были заложены в производственных условиях опытной базы «Тоома», колхозов и совхозов. Опытными культурами являлись многолетние травы, вико-овсяная смесь, подсолнечник, турнепс, овес, ячмень и яровая пшеница. Опыты проводились по схеме: 1) PK, 2) PK+25—30 кг/га медного купороса. Позднее опыты были дополнены вариантом PK+500 кг/га пиритного огарка.

Степень разложения торфа определялась по процентной шкале

Варлыгина. Ботанический состав торфа был определен микроскопически. Содержание золы, CaO, Fe_2O_3, NO_3 в почве, а также сырого протеина и белка в урожае устанавливалось обычными агрохимическими методами (2). Содержание хлорофилла в листьях растений определялось колориметрически (42).

Общее содержание меди в торфяной почве было определено колориметрически по методу с диэтилдитиокарбаматом натрия, описанному Д. П. Малюгой (28). При установлении содержания подвижной меди в почве наряду с вышеупомянутым методом использовался параллельно и упрощенный метод, выработанный Х. Михельсоном (5). Из-за большой влагоемкости торфяной почвы для получения почвенной вытяжки было взято на одну частицу воздушно-сухого торфа 10 частиц соляной кислоты.

Результаты исследования подтверждают, что на торфяных почвах не могут быть достигнуты высокие урожаи полевых и луговых культур, если не будут внесены удобрения, содержащие медь. Но эффективность удобрений, содержащих медь, не на всех торфяных почвах одинакова. Весьма различно реагируют на медные удобрения и возделываемые культуры.

Опытные данные, полученные на различных торфяных почвах Эстонской ССР, показывают, что урожай зерна яровой пшеницы и ячменя на бедных медью торфяных почвах после применения медного удобрения возрастает до 20 ц/га, у овса — до 12 ц/га. Урожай сухого сена культурных лугов при таких же условиях повысился в пределах 3—10 ц/га, или 10—20%, достигая в отдельных случаях 18,5 ц/га, или 40,7% (таблица 4). Из многолетних трав самым отзывчивым к внесению медных удобрений оказался красный клевер (таблица 5).

Наибольшая эффективность воздействия медных удобрений наблюдается на больших болотных массивах средних и южных районов республики. В ложбинах между возвышенностями южных районов встречаются и такие торфяники, где медное удобрение малоэффективно. Так же незначителен эффект от внесения медных удобрений на отдельных болотах с маломощным слоем (ниже 1 м) северной и северо-западной Эстонии и островов.

Внесение удобрений, содержащих медь, повысило содержание нитратов в торфяной почве до 57%. Применение большей концентрации меди и внесение меди на богатую медью торфяную почву привело к замедлению процесса нитрификации, продолжавшегося до двух месяцев. Содержание нитратов в почве, получившей медное удобрение, значительно повысилось (таблица 6, рисунок 2).

На торфяных почвах, бедных медью, внесение медных удобрений способствовало увеличению кущения тимофеевки. В таких условиях общее количество побегов ячменя уменьшилось, но зато увеличилось количество генеративных побегов и высота растений. Урожай сухого вещества тимофеевки при внесении медных

удобрений повысился, главным образом, после колошения. Это относится и к процентному содержанию сухого вещества. Отсюда следует, что при более позднем времени кошения эффективность удобрений, содержащих медь, выше (таблица 7, рисунок 3). Достигнутая посредством меди прибавка урожая сухого вещества была больше прибавки урожая сырой массы.

Медные удобрения оказали влияние на повышение содержания хролофилла в листьях ячменя, тимофеевки и овсяницы луговой. Причем надо отметить, что повышение содержания хлорофилла совпадает с повышением урожая (таблица 8). Остановившиеся в развитии и росте от недостатка меди листья тимофеевки к концу вегетационного периода были богаче хлорофиллом, чем листья растений, нормально развитых и получивших медное удобрение.

Влияя на прибавку урожая, медные удобрения способствовали также улучшению качества продукции. Увеличились как урожай, так и прорастание семян многолетних трав (таблица 5). В травостое культурного сенокоса возросла доля клевера и тимофеевки (таблица 9).

Зольность ячменя и многолетних трав значительно выше у культур, возделываемых без медных удобрений, но мобилизованное урожаем количество зольных элементов было более или менее одинаково. Содержание сырого протеина в сене как с медным удобрением, так и без него было более или менее эквивалентно.

Прибавка урожая сухого сена при внесении медных удобрений возрастает. Вследствие этого повышается и количество сырого протеина, особенно белка, с гектара (таблица 10).

Результаты полевых и вегетационных опытов на различных почвах Эстонской ССР показали, что делать заключение о потребности меди на основании общего содержания меди в почве еще нельзя. Это можно решить лишь по содержанию растворимой меди в 1 *н* соляной кислоты. Медное удобрение на фоне PKN повысило урожаи ячменя, когда в почве содержалось в 1 *н* соляной кислоты (1 доля воздушно-сухого торфа и 10 долей 1 *н* соляной кислоты) растворимой меди ниже 5 мг на кг абсолютно сухой торфяной почвы. Тимофеевка дала прибавку урожая при наличии меди в почве ниже 3,5 мг/кг. У ячменя прибавка урожая была заметна при содержании меди в почве менее 3,5 мг/кг, у тимофеевки — ниже 2,5 мг/кг (рисунок 4). Принимая во внимание, что ячмень принадлежит к полевым культурам, отзывчивым к медному удобрению, а тимофеевка является луговой культурой, особо требовательной к меди, к тому же тимофеевка занимает довольно значительную долю в травостое культурных сенокосов, потребность ячменя в меди можно взять за основу при возделывании полевых культур, нуждающихся в медном удобрении, и потребность в меди тимофеевки — при удобрении луговых культур.

При определении подвижной меди примененным в настоящей работе способом некоторые богатые известью и железом почвы составили исключение. Там прибавка урожая после внесения медного удобрения оказалась ниже ожидаемой. Результаты опытов показали, что для определения необходимости применения медных удобрений на торфяных почвах можно с успехом использовать упрощенный метод, выработанный Х. Михельсоном (5).

Хотя объемный вес торфяных почв, богатых минеральными веществами с хорошо разложившимся торфом, выше, причем и содержание меди в пахотном слое увеличивается, повышение наличия меди сопровождается в таких почвах более сильным связывающим свойством меди. Поэтому на таких торфяных почвах, при определении потребности в меди, можно ограничиться учетом процентного содержания меди в почве.

Хотя на усвоение меди имеют влияние вид, степень разложения, зольность, содержание извести, железа, а также кислотность торфа, встречается здесь и очень много исключений, зависящих от разных причин. Например, грунтовые воды, питающие болота, вносят в слои торфа вместе с известью и железом значительное количество меди. Поэтому необоснованно судить о потребности в меди на основании типа, содержания извести и железа, степени разложения и кислотности торфа (таблица 11).

По определениям, проведенным в пределах настоящего исследования, содержание меди, растворимой в 1 *н* соляной кислоты, в пахотном слое болот Эстонской ССР (определено упрощенным методом в отношении 1 : 10) равнялось 0,2—5,0 мг/кг. Исключение составили окрайки болот и болота с маломощным слоем торфа, где содержание меди, растворимой в 1 *н* соляной кислоты, повышалось до 6—7 и в некоторых случаях даже выше 10 мг/кг.

Повышенное содержание меди находилось в зависимости от действия поверхностных и грунтовых вод, богатых медью.

Проведенные исследования показывают, что в медном удобрении нуждаются прежде всего большие болотные массивы с мощным слоем торфа (таблица 12, рисунок 5). В качестве медного удобрения хорошие результаты дали пиритные огарки химического комбината «Маарду». Проведенные опыты показали, что 500 кг/га пиритных огарков, или 25 кг/га медного купороса, дают примерно одинаковую прибавку урожая. На некоторых торфяных почвах при внесении пиритных огарков получен даже лучший результат (таблица 4).

Для того, чтобы приступить к рациональному применению удобрений, содержащих медь, необходимо наряду с содержанием фосфора и калия в торфяных почвах определять также содержание подвижной меди. При применении медных удобрений необходимо учесть как наличие в почве подвижной меди, так и потребность в меди возделываемых культур.

SÖÖDAJUURVILJADE KASVATAMISEST TURVASMULLAL

V. KRUUS,
Tooma katsebaasi teaduslik töötaja

Paljud uurimistulemused (19, 24, 26) ja kogemused näitavad, et meie kliimatingimustes on turvasmullal kõige kohasem kasvatada mitmeaastasi heintaimi kui saagirikkaid vähe tööjõudu nõudvaid kultuure. Teisalt aga on teada, et turvasmullale rajatud kultuurniidu pikemaajalisel kasutamisel hakkavad saagid langema. Seepärast tuleb kultuurniitu aeg-ajalt uuendada. Kahe niiduperioodi vahel on osutunud otstarbekaks kasvatada üheaastasi ehk nn. vahekultuure. B. D. Onoško (19) ja P. A. Turnase (24) järgi sobivad selleks paremini vahelthariatavad kultuurid, nende hulgas ka söödajuurviljad.

Eesti NSV-s on söödajuurviljade kasvatamiseks turvasmuldadel juba pikaajalised kogemused (12, 20). Sellele vaatamata peetakse neid seal ebakindlateks kultuurideks (8, 9). Sellest olenevalt püstitati käesoleva töö eesmärgiks uurida meil kasvatatavate söödajuurviljade kui mitmeaastastele heintaimedele sobivate vahekultuuride bioloogiat ja saagikust turvasmullal, et selgitada nende kasvatamise võimalusi Eesti NSV soopindadel. Lisaks sellele uuriti käesolevas töös veel mitmesuguseid söödajuurviljade kasvatamise agrotehnika küsimusi.

Uurimistöö põhiline osa viidi läbi 1952.—1958. a. Eesti Maaviljeluse ja Maaparanduse Teadusliku Uurimise Instituudi Tooma katsebaasis rajatud põldkatsetel vähe- kuni keskmiselt (30—50%) lagundunud turvasmullal. Töös vajalikud analüüsid teostati osalt kohapeal, osalt aga instituudi kesklaboratooriumis.

Uuritavateks kultuurideks olid agrotehnika küsimuste lahendamisel naeris «Östersundom», kaalikas «Bangholm», söödapeet «Eckendorfi kollane» ja suhkrupeet, mille sort aastate jooksul varieerus.

Põldkatsed rajati vähe- kuni keskmiselt (30—50%) lagundunud turvasmullale katselappide suurusega 50—100 m², kolmes kuni kuues korduses.

Söödajuurvilju kasvatati mitmeaastaste heintaimede järel esimese kultuurina, välja arvatud 1956. ja 1958. a., mil esimesteks kultuurideks olid vastavalt rukis ja viki-kaera segatis heinaks.

Söödajuurviljade külvile eelnenud sügisel künti rohukamar või rukki ja segatise kõrs ümber ning randaaliti kaks korda. Kevadel mullapind tasandati ning külvati väetised. Väetisnormid valiti kat-

setes vastavalt turvasmulla viljakusele 75—90 kg P_2O_5 ja 150—180 kg K_2O hektarile. Väetistena kasutati superfosfaati ja kaaliumkloriidi. Väetamisele järgnes kahekordne randaalimine.

Söödajuurviljad külvati, olenevalt metoodikast, käsitsi või masinaga mai teisel poolel. Sordivõrdluskatsetes kasvatati söödajuurvilju 60 sm vahekaugustega ridades. Kasvudünaamika ja agrotehnika uurimisel oli söödajuurviljade reas kasvatamisel reavaheks 70 sm ja ruutpesiti kasvatamisel pesade vahekauguseks 70×70 sm. Harvendamisel jäeti taimede vahekauguseks reas naeril ja kaalikal 25, söödapeedil 23 ja suhkrupeedil 20 sm. Ruutpesiti kasvatamisel oli taimede arvuks pesas vastavalt metoodikale 3—4.

Söödajuurviljade kasvu ja arengu jälgimiseks tehti pidevalt fenoloogilisi vaatlusi. Lisaks sellele võeti katsevariantidelt taimede proove mitmesuguste analüüside jaoks. Jälgiti söödajuurviljade juurestiku arengut turvasmullas.

Turvasmulla omaduste uurimiseks määrati selle botaaniline koostis, lagundumisaste ning tähtsamate taimetoitainete sisaldus. Vegetatsiooniperioodil jälgiti turvasmulla nitraatide dünaamikat.

Lisaks sellele uuriti katses veel turvasmulla õhu- ja veerežiimi. Soojusrežiimi jälgimiseks fikseeriti katsevariantidel regulaarselt temperatuur mulla pinnal, 5 ja 15 sm sügavusel.

Lisaks nendele uuriti veel turvasmulla umbrohtumise dünaamikat ja söödajuurviljade agrotehnika mõju sellele.

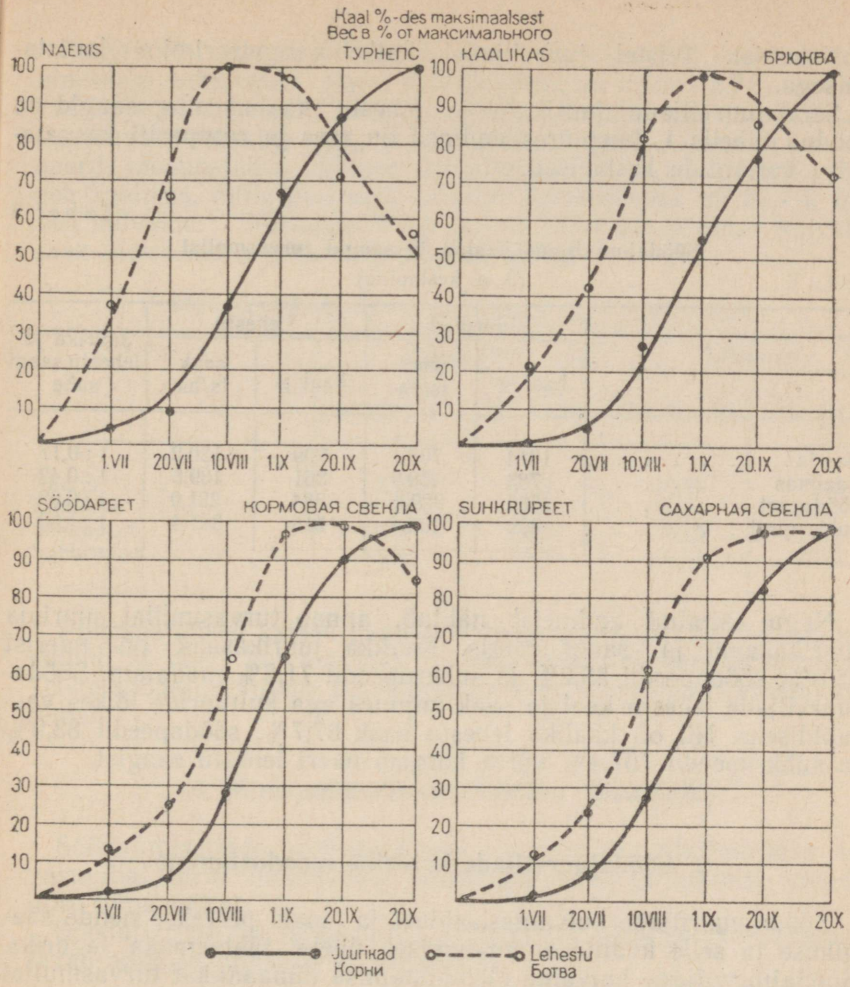
Katsetest saadud saagiandmed on ümber töötatud variatsioonstatistilisel meetodil.

SÖÖDAJUURVILJADE ARENGUST TURVASMULLAL

1. Kasvudünaamika

Uurimistulemustest selgus, et turvasmullal nagu mineraalmullalgi on kiiremini tärkavaks söödajuurviljaks naeris, kulutades selleks 8 päeva. Kaalika tärkamisperioodi pikkus oli 9 ning söödaja suhkrupeedil 14 päeva. J. Aamisepa (1) andmeil on naeri tärkamine mineraalmullal 1 päeva, kaalikal 2 päeva ja söödapeedil 4 päeva võrra kiirem. Ilmnes, et söödajuurviljade tärkamisperioodi pikkus turvasmullal sõltub ilmastikust, peamiselt temperatuuritingimustest. Nii oli madalama tärkamisaegse temperatuuriga aastatel söödajuurviljade tärkamisperiood pikem kui kõrgema õhutemperatuuriga aastatel.

Ka edaspidi avaldab temperatuur söödajuurviljade arengule kindlat mõju. Soojanõudlikumateks söödajuurviljadeks turvasmullal on sööda- ja suhkrupeet. Madala temperatuuri puhul taimed nõrgenesid ning levis tõusmepõletik. Seejuures ilmnes, et söödajuurviljade soojanõudlikkust ei saa otseselt samastada nende külmakartlikkusega. Alla —5° C ööküimade tagajärjel hävis naeri- ja kaalikataimi palju rohkem kui suhkrupeeditaimi.



Joonis 1. Söödajuurviljade kasvudünaamika turvasmullal.
Рис. 1. Динамика роста кормовых корнеплодов на торфяной почве.

Söödajuurviljade suhteline kasvudünaamika on toodud joonisel 1. Nagu joonisest ilmneb, areneb turvasmullal suhteliselt kõige kiiremini naeris. Lehestu juurdekasv lõpeb tal juba vegetatsiooniperioodi keskel. Teistel söödajuurviljadel lehestu kasv kestab veel ning suhkrupeedil ulatub see isegi koristamiseni. Ka juurika kasv ja areng on naeril teistest kiirem. Üldse on naeris turvasmullal ainuke söödajuurvili, millel füsioloogiline vegetatsioon lõpeb enne

koristamist. Teistel juurviljadel katkeb vegeteerimine koristamisega.

Söödajuurviljade juurikate ja lehestu kaalud ning saagid on toodud tabelis 1, kusjuures andmed on reas ja ruutpesiti kasvatamise variantide keskmised.

Tabel 1

Söödajuurviljade kaalud ja saagid turvasmullal

(3 a. keskmine)

	Juurikad		Lehestu		Juurika ja lehestu saagi suhe
	kaal g	saak ts/ha	kaal g	saak ts/ha	
Naeris	1014	703,1	209	120,2	1 : 0,17
Kaalikas	783	450,9	361	189,5	1 : 0,42
Söödapeet	532	329,2	384	221,0	1 : 0,69
Suhkrupeet	308	199,4	516	321,4	1 : 1,60

Nagu esitatud andmeist nähtub, annab turvasmullal suurima juurikakaalu ja -saagi naeris. Kaalika juurikasaak on naerist 35,8%, söödapeedil 53,2% ja suhkrupeedil 71,6% madalam. Söödajuurviljade lehestu kaal ja saak kujunes aga kultuuride lõikes vastupidiseks. Nii oli kaalika lehestu saak 57,7%, söödapeedil 83,9% ja suhkrupeedil 167,4% võrra kõrgem naeri lehestu saagist.

2. Söödajuurviljade kuivaine moodustamine

Söödajuurviljade kuivainesisaldust ja -saaki peetakse nende saagikuse ja selle kvaliteedi hindamisel üheks tähtsamaks teguriks. Söödajuurviljade kuivaine moodustamise dünaamikat turvasmullal iseloomustavad arvud tabelis 2.

Tabel 2

Söödajuurviljade kuivaine dünaamika (juurikates + lehestus) turvasmullal

(3 a. keskmine)

	Kuivainet kg/ha					
	1. VII	20. VII	10. VIII	1. IX	20. IX	20. X
Naeris	630	1301	3377	5101	6084	6942
Kaalikas . . .	381	855	2919	4927	5764	6344
Söödapeet . .	247	582	2043	3982	4833	5216
Suhkrupeet . .	324	747	2304	4464	5710	7127

Nagu neist andmeist nähtub, andis turvasmullal suurima kuivainesaagi suhkrupeet. Naeri kuivainesaak on sellest 2,7%, kaalikal 11,0% ja söödapeedil 27,0% madalam. Lähtudes aga juurikasaagis sisalduvast kuivaine hulgast (tabel 3) ilmneb, et suurim on see naeril, moodustades üldisest kuivainesaagist 82,1%. Naerile järgneb kaalikas, mille juurikais sisalduv kuivainesaak on 67,7% üldisest kuivainest. Söödapeedil moodustab juurikais sisalduv kuivainesaak üldisest 65,3% ja suhkrupeedil 53,4%.

Tabel 3

Söödajuurviljade kuivainesisaldus ja paiknevus saagis

	Juurikates		Lehestus	
	sisaldus %	hulk kg/ha	sisaldus %	hulk kg/ha
Naeris	8,10	5697	10,36	1245
Kaalikas	9,53	4295	10,81	2049
Söödapeet	10,35	3405	8,19	1811
Suhkrupeet	19,07	3804	10,34	3323

Pikemaajalised katsed Eesti NSV mineraalmullal (7, 10) on näidanud, et naeri kuivainesaak on seal madalam kui turvasmullal. Teiste söödajuurviljade kuivainesaagid on aga mineraalmullal suuremad.

3. Mineraalainete omastamise dünaamika

Söödajuurviljade mineraalainete omastamise selgitamiseks turvasmullal uuriti lämmastiku, fosfori, kaltsiumi ja kaaliumi omastamise dünaamikat.

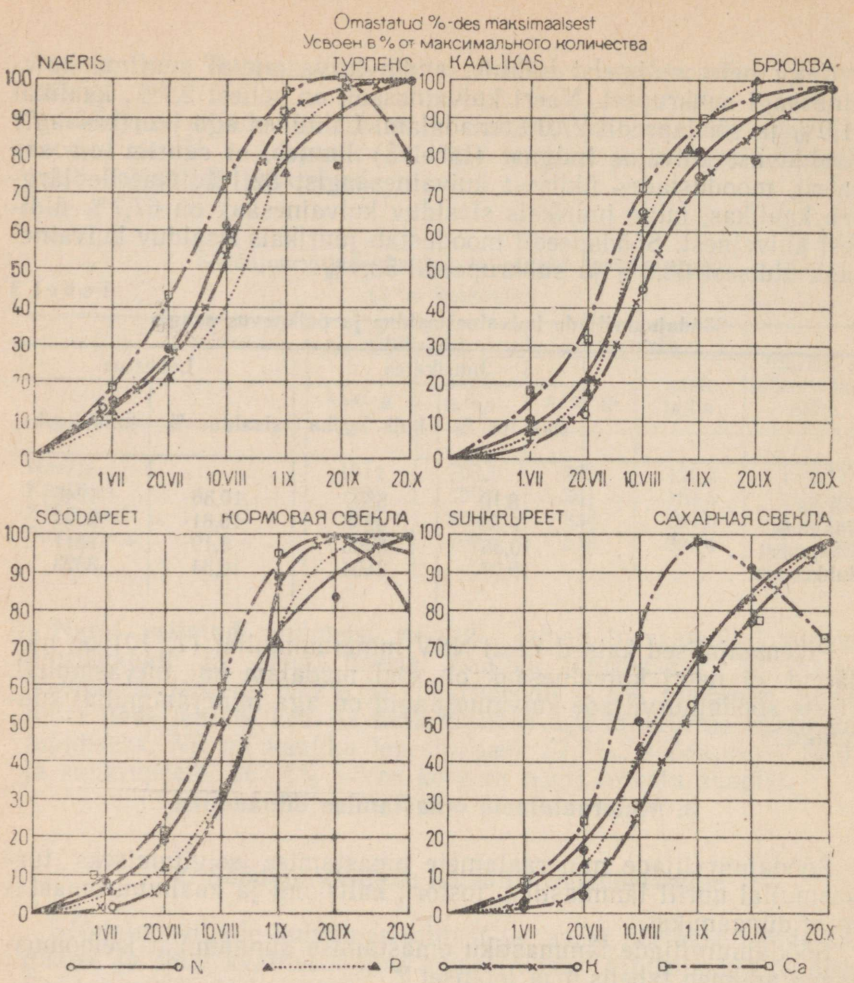
Söödajuurviljade lämmastiku omastamise dünaamikat iseloomustavad andmed tabelis 4 ja joonisel 2.

Tabel 4

Söödajuurviljade lämmastiku omastamise dünaamika

	Omastatud lämmastiku hulk kg/ha kasvuetappidel					
	1. VII	20. VII	10. VIII	1. IX	20. IX	20. X
Naeris . . .	22,6	45,3	105,0	118,0	133,0	175,1
Kaalikas . .	15,4	31,8	94,6	122,2	130,4	149,1
Söödapeet .	9,0	22,0	68,7	100,9	99,5	115,8
Suhkrupeet .	10,2	22,4	73,7	98,0	126,0	138,8

Nagu tabelist ilmneb, omastavad söödajuurviljad turvasmullal lämmastikku kogu vegetatsiooniperioodi vältel, kusjuures kõige intensiivsem on see alates juuli teisest poolest kuni augusti lõpuni.



Joonis 2. Söödajuurviljade mineraalainete kogumise dünaamika turvasmullal.
Рис. 2. Динамика накопления минеральных веществ в кормовых корнеплодах на торфяной почве.

Suurima lämmastiku hulga viib mullast saagiga ära naeris. Kaalika saagis sisalduv lämmastiku hulk on 14,8%, suhkrupeedil 33,8%, naeri omast madalam.

Söödajuurviljade toorproteiinisisaldus ja kogus saagis 3 a. keskmisena on toodud tabelis 5.

Nagu tabelist nähtub, on turvasmullal kasvanud söödajuurviljade saagis sisalduvad proteiinikogused võrdlemisi suured. Suurima

Tabel 5

Söödajuurviljade toorproteiinisisaldus ja -saak turvasmullal

	Juurikates		Lehestus		Kokku kg/ha
	sisaldus %	hulk kg/ha	sisaldus %	hulk kg/ha	
Naeris . . .	1,07	750,0	2,25	270,5	1020,5
Kaalikas . .	1,16	521,4	2,31	437,5	958,9
Söödapeet .	1,17	384,1	1,64	361,7	745,8
Suhkrupeet .	1,28	254,6	1,85	593,5	848,1

toorproteiinisaagi andis naeris, millele järgnesid kaalikas, suhkruja söödapeet. Söödajuurviljade seeduva proteiini sisaldus söötühiku kohta on suurim aga kaalikal, ulatudes 103 grammini. Naeri seeduva proteiini sisaldus söötühiku kohta on 89, söödapeedil 74 ja suhkrupeedil 51 grammi. A. Muuga (6) andmeil on Eesti NSV mineraalmullal kasvanud söödajuurviljade proteiinisisaldus söötühiku kohta tunduvalt madalam.

Söödajuurviljade fosfori omastamise suhteline dünaamika turvasmullal on toodud joonisel 2.

Nagu joonisest nähtub, on söödajuurviljade fosfori omastamise kiirus vegetatsiooni alguses tagasihoidlik, ulatudes esimese kahe kuu jooksul vaid 10—15%-ni. Suurim on fosfori omastamine söödajuurviljade poolt juuli viimasel ja augusti esimesel dekaadil, millal naeril tallendub 29,9%, suhkrupeedil 32,6%, söödapeedil 33,3% ja kaalikal 43,6% üldisest fosfori vajadusest. Fosfori omastamine naeril, kaalikal ja söödapeedil lõpeb põhiliselt septembris, suhkrupeedil kestab aga koristamiseni.

Andmed söödajuurviljade saagis sisalduva fosforhapendi koguste ning selle paigutuse kohta on toodud tabelis 6.

Tabel 6

P_2O_5-hulgad ja paigutumine söödajuurviljade saagis

	Tallendunud kg/ha		
	juurikais	lehestus	kokku
Naeris	57,8	11,4	69,2
Kaalikas	37,8	14,9	52,7
Söödapeet	27,6	18,1	45,7
Suhkrupeet	18,4	28,5	46,9

Nagu tabelist selgub, viib kõige rohkem fosforiühendeid mullast saagiga ära naeris, millele järgnevad kaalikas 23,8%, suhkrupeet 32,2% ja söödapeet 34,0% võrra vähemate kogustega. Naeril tallendub juurikasaagis 83,5%, kaalikal 70,8%, söödapeedil 60,5% ja suhkrupeedil 38,2% omastatud fosfori hulgast.

Kaali omastamise suhteline kiirus turvasmullal erineb kultuuride lõikes märksa rohkem kui teistel toiteelementidel. Nii tallendub vegetatsiooniperioodi esimese poole jooksul naeril 51,7% ja kaalikal 45,6% kaali koguvajadusest, sööda- ja suhkrupeedil aga ainult vastavalt 35,6 ja 30,2%. Naeril ja söödapeedil lõpeb kaali omastamine praktiliselt septembris, kaalikal ja suhkrupeedil kestab see aga koristamiseni. Mineraalmullal on söödajuurviljade kaali omastamine suhteliselt kiirem, lõppedes juba septembri alguseks (2, 7). Iseloomulik on söödajuurviljadel kaali omastamise juures turvasmullal veel see, et lehestusse tallendub ta suhteliselt aeglasemalt kui juurikaisse.

Söödajuurviljade poolt turvasmullast äraviidavad kaaliumhapendi kogused on toodud tabelis 7.

Tabel 7

K_2O-sisaldus söödajuurviljades
(2 a. keskmine)

	Juurikates		Lehestus		Kokku kg/ha
	sisaldus %	hulk kg/ha	sisaldus %	hulk kg/ha	
Naeris . . .	0,28	197,4	0,33	38,8	236,2
Kaalikas . .	0,30	122,5	0,44	89,2	211,7
Söödapeet .	0,43	123,2	0,50	93,9	217,1
Suhkrupeet .	0,34	58,0	0,44	142,9	200,9

Nagu toodud andmeist nähtub, viivad söödajuurviljad saagiga turvasmullast ära võrdlemisi suuri kaali koguseid, mis ületavad aastate keskmisena kõikidel kultuuridel 200 kg piiri. Seejuures on äraviidavad kaali kogused kultuuride lõikes suhteliselt vähem erinevad kui seda teiste toiteelementide puhul. See viitab söödajuurviljade enam-vähem võrdsele kaalinõudlusele.

Kaltsiumi omastavad söödajuurviljad turvasmullal teistest toiteelementidest tunduvalt kiiremini. Nii lõpeb naeril ja söödapeedil kaltsiumi omastamine septembri keskpaigaks, suhkrupeedil aga veelgi varem — septembri alguseks. Ainult kaalikas kogub taimedesse kaltsiumi ka vegetatsiooni viimasel kuul, kuigi see moodustab kogu tarbest vaid tühise osa (5,1%). Peale kaltsiumi omastamise lõppemist hakkab selle hulk saagis vähenema, mis kestab kuni koristamiseni. Kaltsiumi hulga vähenemine söödajuurviljade kogusaagis toimub peamiselt lehestu vanemate osade kuivamise ja

äralangemise tagajärjel. Naeril väheneb kaltsiumi hulk 26,2%, söödapeedil 23,4% ja suhkrupeedil 23,9% võrra.

Söödajuurviljade kaltsiumhapendi sisaldus ja selle paiknemine saagis on esitatud tabelis 8.

Tabel 8

CaO-sisaldus söödajuurviljades

	Juurikates		Lehestus		Kokku kg/ha
	sisaldus %	hulk kg/ha	sisaldus %	hulk kg/ha	
Naeris . . .	0,08	57,7	0,45	53,9	111,6
Kaalikas . .	0,06	27,0	0,43	81,7	108,7
Söödapeet .	0,03	10,9	0,16	34,3	45,2
Suhkrupeet .	0,05	9,5	0,13	43,4	52,9

Nagu tabelist nähtub, viivad turvasmullast kõige rohkem kaltsiumi ära naeri- ja kaalikasaagid (üle 100 kg CaO hektarilt). Sööda- ja suhkrupeedi kaltsiumivajadus on ligikaudu kaks korda väiksem. Erinevalt teistest varemkäsitletud elementidest tallendub kaltsium põhiliselt söödajuurviljade lehestus. Ainult naeril tallendub juurikaisse üle poole (51,6%) kaltsiumi kogusest, teistel aga märksa vähem, kaalikal 24,8%, söödapeedil 24,1% ja suhkrupeedil ainult 18,1%.

4. Sööda- ja suhkrupeedi tõusmepõletikust turvasmullal

Laialdase leviku ja ulatusliku kahjustuse tõttu peetakse tõusmepõletikku üheks tähtsamaks peetide haiguseks (15, 20). Ka turvasmullal pidurdab ta peedi arengut, mida kinnitavad ka Tooma katsebaasis 1957. a. saadud andmed. Nii kaalusid näiteks terved söödapeeditaimed 43 päeva pärast külvi keskmiselt 11,3 g, haiged aga ainult 5,5 g. Järgneva 12 päeva jooksul suurenes tervete taimede kaal 5 korda, haigete oma aga ainult 2,4 korda. Suhkrupeedil olid need erinevused veelgi suuremad. Terved taimed kaalusid siin 43 päeva vanuselt keskmiselt 10,4 g, haiged aga ainult 3,2 g. 12 päeva jooksul suurenes tervete suhkrupeeditaimede kaal 4,2, haigetel aga ainult 1,8 korda. Haiguse tugeval esinemisel taimed hävinevad. Nii hävines 1955. a. 47,0% ja 1957. a. 10% suhkrupeeditaimedest, söödapeete aga vastavalt 26 ja 36%. Erinev haiguse ulatus aastate järgi olenes tõenäoliselt külvide nakatumise astmest, sest kasutati erineva päritoluga seemnematerjali. Seemnest nakatumist on tõestanud D. L. Tverskoi (23) ja teised. Lisaks sellele soodustasid peedi tõusmepõletiku arengut ka järgmised tegurid.

1. Turvasmullal esinevad karmimad kliimatingimused, eriti tugevad öökülmad, mis nõrgestavad taimi ja pidurdavad nende kasvu.

2. G. Coonsi (17) arvates soodustab peetide tõusmepõletikku põhjustavate mikroorganismide arengut mulla orgaanilise lämmastiku rohkus, mida esineb harilikult ka meie turvasmullal. Ka P. A. Vlasjuk (13) väidab, et ammooniumiühendite rohkus mullas taimede tärkamise perioodil pidurdab nende arengut ja kaudselt soodustab haigestumist tõusmepõletikku.

Kuigi haiguse tekitajate suhtes puudusid mikrobioloogilised analüüsid, olid väliste sümptoomide järgi otsustades (24) selle tekitajateks tõenäoliselt *Phythium debaryanum, Aphanomyces cochlioides* ja *Aph. laevis* ning hilisemal perioodil ka *Phoma betae.*

Tabel 9

Põlevkivituha mõju sööda- ja suhkrupeedi tõusmepõletikku nakatumisele ja saagikusele turvasmullal

	Söödapeet			Suhkrupeet		
	haigestunud taimi %	saak ts/ha		haigestunud taimi %	saak ts/ha	
		juurikad	lehestu		juurikad	lehestu
Kontroll	50	302,9	168,2	73	243,6	228,0
Põlevkivituhka (2,5 tonni/ha) . .	40	428,2	249,8	55	322,6	311,2

Tabel 10

Agrotehnika mõju sööda- ja suhkrupeedi arengule ja tõusmepõletikku nakatumisele

	Söödapeet			Suhkrupeet		
	nakatunud taimede %	taime kaal g		nakatunud taimede %	taime kaal g	
		43-päevaselt	53-päevaselt		43-päevaselt	53-päevaselt
Kontroll . . .	36,3	9,2	37,6	10,0	6,7	35,4
Põlevkivituhk .	18,5	12,2	51,9	6,7	11,5	47,5
Boormagneesium	16,3	13,8	68,0	13,3	13,1	46,9
Intensiivne mulla kohendamine . . .	40,0	8,4	41,0	19,0	8,1	41,5
Külv vaole . .	38,8	6,8	33,2	4,5	8,6	42,5
Seemned enne külvi leotatud	32,2	5,5	30,9	13,6	8,4	37,5

Eriti vanemas kirjanduses esineb palju viiteid tõusmepõletiku esinemise kohta peamiselt happelistel muldadel. Küsimuse selgitamiseks tehti nakatatud ja tervete taimede alt võetud turvasmullast vastavad analüüsid, mis seda väidet ei tõestanud. Võrreldes aga peedi tõusmepõletiku esinemist ja kultuuride saake lupjamata ja põlevkivituhaga lubjatud variantidel, ilmnesid vahed siiski viimase kasuks. Seda näitavad ka andmed tabelis 9.

Peale mainitud katse uuriti veel mitmesuguste teiste vahendite ja võtete mõju sööda- ja suhkrupeedi arengule ja nende nakatumisele tõusmepõletikku. Saadud tulemused on toodud tabelis 10.

Nagu tabelist nähtub, oli ka siin põlevkivituha positiivne mõju ilmne. Hästi soodustab taimede kasvu boormagneesium, vähendades tunduvalt ka söödapeedi nakatumist tõusmepõletikku. Ülejäänud tabelis toodud võtted erilist efekti ei andnud.

5. Söödajuurviljade juurestikust turvasmullas

Et turvasmulla väetamine toimub harilikult varakevadel, kui kelts on sulanud ainult pealmises mullakihis, saab väetisi segada vaid väga õhukese 10—15 sm-lise mullakihiga. Vähema liikuvusega väetiste kasutamisel võib nende omastamine, eriti sügava juurestikuga kultuuride poolt, olla mitteküllaldane. Seetõttu osutus vajalikuks käesolevas töös uurida ka söödajuurviljade juurestiku arengu iseärasusi ja paiknevust turvasmullas. Andmed selle kohta on toodud tabelis 11.

Tabel 11

Söödajuurviljade juurestiku paiknevus turvasmullas

	Juurekarvakesi %-des mullahorisontides					
	0—10 sm	11—20 sm	21—30 sm	31—40 sm	41—50 sm	51—60 sm
Naeris	28,9	23,8	18,4	18,4	7,9	2,6
Kaalikas . . .	30,0	20,9	16,4	13,2	14,5	5,0
Söödapeet . .	9,6	16,3	18,3	30,8	19,2	5,8
Suhkrupeet . .	7,3	7,3	24,4	31,7	29,3	—

Nagu tabelist nähtub, paikneb söödajuurviljade juurestik turvasmullas kultuuride lõikes erinevalt. Selgus ka nimetatud kultuuride teisi erinevusi. Nii näiteks on naeril väga pikad juured, ulatudes

kuni 170 sentimeetrini. Juured on võrdlemisi peened ja keskmise tihedusega (keskmiselt 13 juurekarvakest ruutdetsimeetri kohta). Naeri juurestik kulgeb turvasmullas maapinnaga paralleelselt, mistõttu suurem osa neist asubki pindmises mullakihis. Nii asub naeril ülemises, 30 sm-lises horisondis 71,1% ja alumises, 31—60 sm-lises horisondis 28,9% kogu juurestikust. Et turvasmulla ülemine horisont on ka kõrgema põhjaveetaseme puhul küllalt suure õhusisaldusega, siis kasvab naeris küllalt hästi ka ekstensiivsetes kuivendustingimustes

Kaalika juurestik on naerist lühem (juurte pikkus ulatub maksimaalselt 140 sm-ni) ja jämedam. Juurekarvakeste tihedus on kaalikal võrdlemisi suur (17 juurekarvakest ruutdetsimeetri kohta). Kaalika juurekava tungib naeri omast veidi sügavamale.

Söödapeedi juurestik on eelmistest veelgi lühem, tugevam ja asetseb eelmistest märksa sügavamal. Nii on ülemises 30 sm-lises horisondis tal 44,2% ja 31—60 sm-lises horisondis 55,8% juurestikust.

Suhkrupeedi juurestik sarnaneb söödapeedi omaga, kuid on sellest lühem ja jämedam. Juurestiku põhimass asetseb teistest sügavamal. Kõige tihedam on suhkrupeedi juurestik 30—40 sm-lises horisondis, kus asub 31,7% kogu juurestikust.

SÖÖDAJUURVILJADE AGROTEHNIKAST TURVASMULLAL

Söödajuurviljade agrotehnikat Eesti NSV mineraalmuldadel on uurinud mitmed teadlased (1, 7, 10, 11), kuid turvasmullal puuduvad sellekohased andmed. Et viimasel ajal on suurt tähelepanu pööratud söödajuurviljade ruudus ja ruutpesiti kasvatamisele (5, 14, 16), siis katsetati seda ka turvasmullal. Lisaks sellele selgitati ka söödajuurviljade kasvuaegse reavahede harimise probleeme. Mainitud põhjustel rajatigi 1955.—1957. a. kõikide varem käsitletud söödajuurviljadega katsed järgmistes variantides:

1) söödajuurviljade kasvatamine reas, kasvuaegne reavahede harimine 2 korda (1 kord 5 sm ja 1 kord 8—10 sm sügavuselt);

2) söödajuurviljade kasvatamine reas, kasvuaegne reavahede harimine 4 korda (1 kord 5 sm, 1 kord 8—10 sm ja 2 korda 13—15 sm sügavuselt);

3) söödajuurviljade kasvatamine ruutpesiti, 4 taime pesas, kasvuaegne reavahede harimine 2 korda;

4) söödajuurviljade kasvatamine ruutpesiti, reavahede harimine 4 korda.

Uuriti ka söödajuurviljade kasvatamise võimalusi vagudes ja tasasel maal.

1. Agrotehnika mõju söödajuurviljade saagile ja selle kvaliteedile

Uurimistulemustest selgus, et intensiivne reavahede harimine soodustab söödajuurviljade arengut nii reas kui ka ruutpesiti kasvatamisel. Selle tulemusena suureneb juurikate ja lehestu kaal. Suurim on see kaalikal, millele järgnevad naeris, söödapeet ja lõpuks suhkrupeet.

Söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamisel aga nende juurikate kaal väheneb, mida põhjustab taimede suurem kasvutihedus. Söödajuurviljade lehestu arengut aga ruutpesiti kasvatamine ja seoses sellega ka suurem kasvutihedus ei pidurda. Olenevalt sellest jäi lehestu kaal suhkrupeedil ja söödapeedil ruutpesiti kasvatamisel, võrreldes reas kasvatamisega, võrdseks, kaalikal ja naeril aga isegi suurenes.

Mainitud katsest saadud söödajuurviljade saagiandmed on toodud tabelis 12.

Mitmekordse vaheltharimise suhteliselt väike efekt põldkatsetes on nähtavasti tingitud võrdlemisi intensiivsest külvieelsest mullaharimisest. Tootmistingimustes on intensiivsema reavahede harimise efekt suurem. Nii saadi 1956. a. naeri juurikasaagiks reavahesid harimata 555 ts, ühekordsel vaheltharimisel 3—5 sm sügavuselt 580 ts ja kolmekordsel vaheltharimisel 10—12 sm sügavuselt 670 ts hektarilt.

Söödajuurviljade lehestu saak intensiivsel reavahede harimisel jäi praktiliselt samaks.

Söödajuurviljade kasvatamisel ruutpesiti kahekordse reavahede harimisega kujunesid nende juurikasaagid suuremaks kui reas kasvatamisel ja kahekordsel reavahede harimisel. Kõige rohkem tõusis kaalika- ja söödapeedi juurikasaak, ulatudes vastavalt 18,5 ja 12,3%-ni. Naeril ja suhkrupeedil oli saagi tõus väiksem.

Söödajuurviljade lehestu saak oli ruutpesiti kasvatamisel samuti suurem kui reas kasvatamisel.

Ruutpesiti kasvatamise positiivne mõju söödajuurviljade saagikusele seisneb nii taimedele paremate kasvutingimuste loomises kui ka taimede arvu suurenemises pinnaühikul. Nii kõikus uuritavate aastate keskmisena söödajuurviljade reas kasvatamisel tuhande taime arv hektaril naeril ja kaalikal 52, söödapeedil 57—58 ja suhkrupeedil 70 piirides. Ruutpesiti kasvatamisel tõusis see naeril ja kaalikal 64—65-ni, söödapeedil 68-ni ja suhkrupeedil 72—73-ni. Söödajuurviljade saagikuse sõltuvust taimede arvust näitavad ka kahe aasta uurimistulemused taimede arvu mõju kohta pesas nende kasvatamisel ruutpesiti. Kui võtta sajaks 2 taimega pesa juurikasaak, on see 3 taimega pesade puhul naeril 122,5%, kaalikal 111,7% ja söödapeedil 123,6%; 4 taime puhul aga vastavalt 134,6%, 115,9% ja 149,2%.

Söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamine koos intensiivse reavahede harimisega tõstis nende juurikasaake kõige rohkem. Suu-

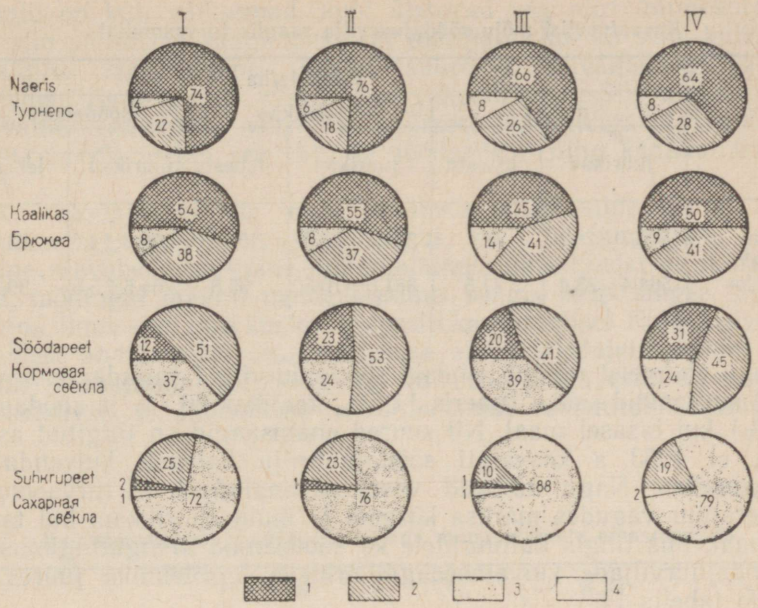
Tabel 12

Söödajuurviljade saagid olenevalt kasvatusviisist ja reavahede harimise intensiivsusest

	Juurikad		Lehestu	
	ts/ha	%	ts/ha	%
Naeris				
Reas, 2-kordsel vaheltharimisel	677,7± 9,77	100,0	107,0± 2,58	100,0
Reas, 4- ,, ,,	693,4±15,20	102,3	105,6± 5,91	98,7
Ruut-pesiti 2- ,, ,,	710,3±20,90	104,8	125,3± 1,76	116,8
Ruut-pesiti 4- ,, ,,	734,9±12,97	108,4	114,3± 4,53	106,8
Kaalikas				
Reas, 2-kordsel vaheltharimisel	403,2±13,63	100,0	170,4± 5,19	100,0
Reas, 4- ,, ,,	431,4±13,70	107,0	172,9± 7,98	101,5
Ruut-pesiti 2- ,, ,,	477,9±10,57	118,5	206,5± 1,83	121,2
Ruut-pesiti 4- ,, ,,	491,4±15,87	121,8	214.3± 5,76	125,8
Söödapeet				
Reas, 2-kordsel vaheltharimisel	303,6± 7,00	100,0	206,3± 6,03	100,0
Reas, 4- ,, ,,	314,5±11,90	103,6	209,9± 8,45	101,7
Ruut-pesiti 2- ,, ,,	340,9± 9,13	112,3	220,2± 8,00	106,7
Ruut-pesiti 4- ,, ,,	359,8± 5,70	118,5	248,7±10,22	117,0
Suhkrupeet				
Reas, 2-kordsel vaheltharimisel	190,8± 6,47	100,0	293,7±10,89	100,0
Reas, 4- ,, ,,	198,5± 4,20	104,7	307,0± 6,50	104,5
Ruut-pesiti 2- ,, ,,	203,4± 2,90	106,6	339,0± 4,15	113,7
Ruut-pesiti 4- ,, ,,	204,9± 6,57	107,4	344,3± 1,58	117,2

rim on see kaalikal ja söödapeedil. Naeri ja suhkrupeedi juurikate enamsaak on suhteliselt küll eelmistest madalam, kuid siiski tunduv. Ka söödajuurviljade lehestusaak on mainitud variandil märksa suurem kui eelmistel.

Peale saagi suuruse avaldab söödajuurviljade kasvatusviis ja reavahede harimise intensiivsus mõju ka saagi struktuurile, s. o. üksikute suurusrühmade vahekorrale. Söödajuurviljade saagi struktuur (kaaluliselt) on väljendatud graafiliselt joonisel 3.



Joonis 3. Söödajuurviljade saagi struktuur olenevalt agrotehnikast.

Рис. 3. Структура урожая кормовых корнеплодов в зависимости от агротехники.

I tulp — reas kasvatades, reavahesid hariti 2 korda.
I столб — выращивание в рядах, 2-х кратная междурядная обработка.

II tulp — reas kasvatades, reavahesid hariti 4 korda.
II столб — выращивание в рядах, 4-х кратная междурядная обработка.

III tulp — ruutpesiti kasvatades, reavahesid hariti 2 korda.
III столб — выращивание квадратно-гнездовым способом, 2-х кратная междурядная обработка.

IV tulp — ruutpesiti kasvatades, reavahesid hariti 4 korda.
IV столб — выращивание квадратно-гнездовым способом, 4-х кратная междурядная обработка.

Juurikate kaal saagis %-des suuruse järgi:
Вес корней в урожае в % по весу:

1 — üle 1000 g; 2 — 1000—500 g; 3 — 500—50 g; 4 — kuni 50 g.
выше до

Nagu graafikust nähtub, suurendab söödajuurviljade intensiivne reavahede harimine saagis tunduvalt suurte, ruutpesiti kasvatamisel aga väiksemate juurikate osatähtsust.

Vagudes ja tasasel maal söödajuurviljade kasvatamiseks rajati 1953. a. kaks katset. Saadud tulemuste keskmised on toodud tabelis 13.

Tabel 13.

Kasvatusviisi mõju söödajuurvilja saagile turvasmullal

	Saak ts/ha					
	naeris		kaalikas		söödapeet	
	juurikad	lehestu	juurikad	lehestu	juurikad	lehestu
Tasasel maal	505,7±28,1	32,7	300,6±14,7	57,3	209,6±4,6	93,6
Vagudes	564,4±23,4	41,5	381,0±10,8	95,8	264,5±5,5	99,1

Nagu andmeist nähtub, andsid söödajuurviljad vagudes kasvatamisel suuremaid saake (naeris 11,6%, kaalikas 26,7% ja söödapeet 26,2%) kui tasasel maal. Nii suured enamsaagid on tingitud asjaolust, et 1953. a. kasvatati söödajuurvilju halvasti kuivendatud turvasmullas. Nagu näitasid vastavad analüüsid, oli turvasmulla temperatuur vagudes märksa kõrgem ja muld õhurikkam kui tasasel maal, mis tingis kultuuridele ka soodsamad arengutingimused.

Söödajuurviljade kuivainesaagid erineva agrotehnika juures on toodud tabelis 14.

Tabel 14

Söödajuurviljade kuivainesaagid (juurikad + lehestu) olenevalt agrotehnikast

	Naeril		Kaalikal		Söödapeedil		Suhkrupeedil	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Reas, 2 korda haritud	6523	100,0	5617	100,0	4902	100,0	6531	100
Reas, 4 korda haritud	6961	106,7	6118	108,9	4923	100,4	6970	106
Ruutpesiti, 2 korda haritud	7165	109,8	6517	116,0	5253	107,2	7484	114,6
Ruutpesiti, 4 korda haritud	7139	109,4	6964	124,0	5877	120,0	7527	115,3

Toodud andmed näitavad, et agrotehnika avaldab mõju ka söödajuurviljade kuivainesaakidele. Reavahede intensiivne harimine, nagu juba varem mainitud, suurendas söödajuurviljade juurikate ja lehestu toorsaake, aga ka nende kuivainesisaldust. Seetõttu suureneski söödajuurviljade kuivainesaak rohkem kui toorsaagid. Suurim oli see kaalikal, millele järgnesid võrdse enamsaagiga naeris ja suhkrupeet. Ainult söödapeedi kuivainesaak jäi juurikate kuivainesisalduse väikese languse tagajärjel samaks.

Ruutpesiti kasvatamisel suureneb söödajuurviljade kuivainesaak rohkem. Suurim on saagitõus kaalikal. Naeri ja söödapeedi enam-

saagid on küll väiksemad, kuid ületavad vea piiri mitmekordselt. Ka siin põhjustab saagi tõusu nii toormassi kui ka selle kuivainesisalduse suurenemine. Veelgi suurema kuivainesaagi annab mõlema agrotehnilise võtte koos rakendamine. Siis ulatub naeri kuivaine enamsaak võrreldes esimese variandiga ligi 10%-ni. Suhkrupeedil ületab see 15% ja söödapeedil ning kaalikal koguni 20%.

Ka söödajuurviljade mineraalainete omastamine sõltub agrotehnikast. Uurimistulemustest selgus, et söödajuurviljade intensiivne reavahede harimine mineraalainete omastamist ei suurendanud, mõningal määral nende sisaldus saagis isegi langes. Selline nähtus ilmnes nii reas kui ka ruutpesiti kasvatamisel. Kuid kasvatusviisidest andis selles osas positiivse efekti söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamine. Tabelis 15 on selle kohta esitatud andmed ekstensiivse ja intensiivse vaheltharimise variantide keskmisena.

Tabel 15

Kasvatusviisi mõju söödajuurviljade mineraalainete omastamisele

	N		P_2O_5		K_2O		CaO	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Naeris								
Reas	151,6	100,0	67,4	100,0	248,9	100,0	100,7	100,0
Ruutpesiti	170,9	112,7	71,2	105,6	260,0	104,5	94,5	93,8
Kaalikas								
Reas	125,8	100,0	49,7	100,0	201,5	100,0	115,3	100,0
Ruutpesiti	159,3	126,6	54,8	110,3	223,6	111,0	102,6	89,0
Söödapeet								
Reas	100,6	100,0	41,2	100,0	203,9	100,0	48,8	100,0
Ruutpesiti	114,2	113,5	47,6	115,5	240,7	118,2	46,0	94,3
Suhkrupeet								
Reas	117,5	100,0	45,5	100,0	206,6	100,0	47,7	100,0
Ruutpesiti	137,0	116,5	48,1	105,7	262,2	126,9	57,7	121,0

Nagu andmeist nähtub, suureneb söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamisel nende toitainete omastamine märgatavalt. Suhteliselt suurim on see kaali osas, mille hulk söödajuurviljade saagis, peale naeri, suurenes 11—27% võrra. Ka lämmastiku omastamine suurenes. Selle tulemusel tõusis söödajuurviljade saak olenevalt kultuurist 12,3 kuni 26,6%. Fosfori omastamine suurenes ruutpesiti kasvatamisel vähem, ulatudes naeril, kaalikal ja suhkrupeedil

5—10% piiridesse. Söödapeedil ulatus see isegi 15%-ni. Kaltsiumi omastamine näitas aga ruutpesiti kasvatamisel tagasiminekut, mille tagajärjel vähenes saagis sisalduv kaltsiumi kogus söödapeedil 5,7%, naeril 6,2% ja kaalikal isegi 11,0%. Ainult suhkrupeedil tõusis kaltsiumi omastamine tugevasti, mille tõttu saagiga mullast äraviidav kaltsiumi hulk suurenes 21% võrra.

2. Agrotehnika mõju turvasmulla omadustele

Kultuuride juures rakendatav agrotehnika avaldab taimede arengule mõju peamiselt vahendaja, antud juhul turvasmulla, kaudu. Järelikult on vaja uurida agrotehnika mõju ka mullale enesele ja selle mitmesuguste omaduste dünaamikale. Seetõttu selgitatigi käesolevas uurimistöös ka söödajuurviljade kasvatamisel rakendatud agrotehnika mõju turvasmulla füüsikalistele omadustele, mikrobioloogilisele elutegevusele, lämmastiku (nitraatide) režiimile ning umbrohtumisele.

Turvasmulla füüsikaliste omaduste uurimiseks jälgiti katses kõigepealt põhjaveerežiimi. Põhjavee mõju kultuuridele, sealhulgas ka söödajuurviljadele turvasmullal on uurinud I Eisen (3), näidates põhjavee õige reguleerimise suurt tähtsust ja vajadust sookultuuris üldse. Söödajuurviljade kasvatamisel rakendatud agrotehnika turvasmulla põhjaveerežiimi ei mõjutanud. Erandi moodustas vaid söödajuurviljade kasvatamine vagudes, kus põhjavesi oli, võrreldes tasase maaga, 8—10 sm sügavamal.

Tabelis 16 on toodud katsevariantide turvasmulla õhu- ja niiskusesisaldus söödajuurviljade kõige intensiivsemal kasvuperioodil 3 a. keskmistena.

Tabel 16

Agrotehnika mõju turvasmulla õhu- ja veerežiimile

	Õhusisalduse %				Niiskusesisalduse % täielikust veemahutavusest			
	5—15 sm-lises kihis		20—30 sm-lises kihis		5—15 sm-lises kihis		20—30 sm-lises kihis	
	juuli	august	juuli	august	juuli	august	juuli	august
Reas, 2 korda haritud	30,3	29,6	17,1	21,3	65,8	66,9	80,9	74,9
Reas, 4 korda haritud	35,0	35,8	26,2	25,1	61,3	60,1	71,4	66,7
Ruutpesiti, 2 korda haritud	30,0	33,1	18,9	24,8	59,9	62,6	75,8	70,2
Ruutpesiti, 4 korda haritud	35,0	37,8	25,8	29,8	60,2	57,7	70,8	61,4

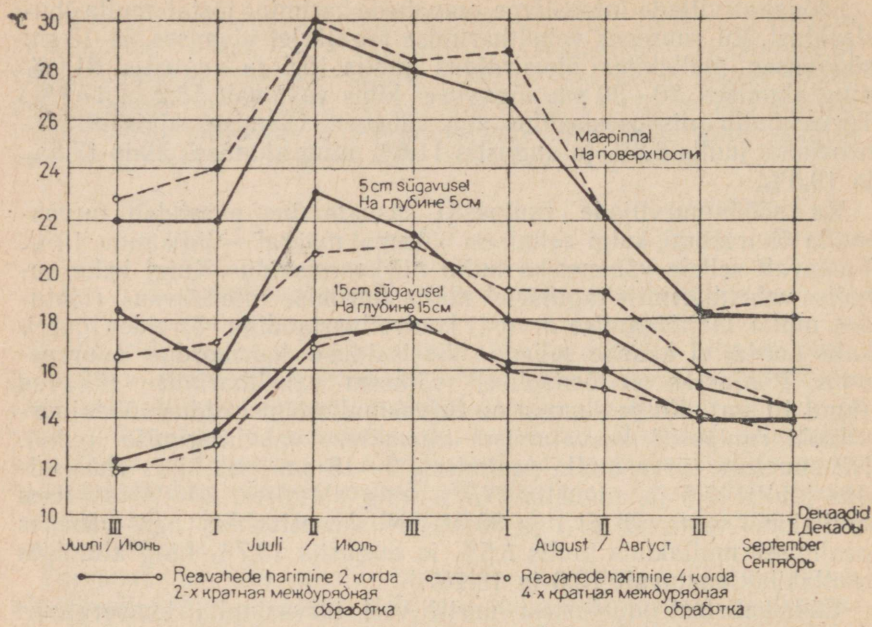
Söödajuurviljade intensiivne reavahede harimine tõstab mulla õhusisaldust. Nii suurenes vaheltharimise tagajärjel ülemises, 5—15 sm sügavuses mullakihis õhusisaldus juulis 15,5 ja augustis 21,0% ning alumises, 20—30 sm sügavuses kihis vastavalt 53,2 ja 17,8%. Turvasmulla niiskusesisaldus aga vähenes. Ülemises kihis oli vähenemine juulis 6,8% ja augustis 11,6% ning alumises kihis 17,3% ja 19,5%.

Ka söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamine parandab turvasmulla õhurežiimi, kuigi eelmisest vähemal määral — ligikaudu 10%. Vastavalt sellele väheneb ka mulla niiskusesisaldus. Kuigi kahesuunalise vaheltharimise tagajärjel mulla harimise intensiivsus (lähtudes mulla läbitöötamise arvust) kontrollvariandiga võrreldes tõuseb kaks korda, ei kaasne sellega õhusisalduse kahekordne suurenemine. Põhjuseks on tõenäoliselt väiksem vaheltharimise sügavus (kuni 10 sm). Kõige suurem on turvasmulla õhusisaldus söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamisel intensiivse vaheltharimise puhul. Nii suurenes turvasmulla pealmises, 5—15 sm-lises kihis õhusisaldus juulis 15,5 ja augustis 27,7% ning alumises, 20—30 sm-lises mullakihis vastavalt 51,1 ja 39,9%. Niiskusesisaldus aga vähenes pealmises mullakihis juulis 8,5% ja augustis 13,7% ning alumises mullakihis vastavalt 12,6 ja 18,1%.

Füüsikalistest omadustest uuriti veel turvasmulla temperatuuri olenevust agrotehnikast. Uurimistulemustest selgus, et söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamisel oli mulla temperatuur üldisest veidi madalam. Selle põhjuseks võib olla ruutpesiti kasvatamise variandil õhu parem tsirkulatsioonivõimalus võrreldes reas kasvatamisega. See asjaolu mõjutab mullatemperatuuri vaid niikaua, kuni reavahed pole lehestikuga veel kattunud. Pärast seda on söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamise variantidel turvasmulla madalam temperatuur tingitud taimede suuremast tihedusest ja nende ühtlasemast paigutusest mullapinnal. Lehestu katab siis mullapinna täielikumalt, võrreldes reas kasvatamisega, ning takistab maapinna soojenemist otsese radiatsiooni mõjul. Analoogilisi fütokliimaga seoses olevaid küsimusi on uurinud J. A. Goltsberg (15) ja S. A. Maksimov (18) ning tulnud samasugustele järeldustele.

Reavahede harimise mõju turvasmulla temperatuurile selgitab joonis 4.

Intensiivsel reavahede harimisel turvasmulla ülemistes kihtides temperatuur tõuseb ning suureneb selle kõikumise amplituud. Ilmselt on see tingitud mulla vee- ja õhusisalduse muutumisest, mille tagajärjel muutub ka mulla soojusjuhtivus ja -mahutavus. Turvasmulla sügavamates kihtides on aga reavahede intensiivse harimise puhul temperatuuri kõikumine väiksem, võrreldes ekstensiivse harimisega. Eriti ilmekas on see 5 sm sügavuses. Kuna mulla temperatuur tõuseb intensiivsel reavahede harimisel märksa aeglasemalt kui ekstensiivsel vaheltharimisel, on temperatuuri kõikumist järgiv joon siin ka laugjam. 15 sm sügavuses on kahe harimisviisi mõju temperatuuri erinevustele väiksem. Üldiselt on aga temperatuur



Joonis 4. Turvasmulla temperatuuri dünaamika olenevalt reavahede harimisest.

Рис. 4. Динамика температуры торфяной почвы в зависимости от междурядной обработки.

15 sm sügavuses intensiivse vaheltharimise variandi puhul vähe madalam kui ekstensiivsel reavahede harimisel, mis ilmnes kogu vegetatsiooniperioodil.

Turvasmulla taimetoitainete režiimi ja selle olenevuse selgitamiseks agrotehnikast määrati uuritavatel aastatel kõige intensiivsemal taimekasvu ajal mulla nitraatide sisaldus. Uurimistulemustest selgus, et katse all oleva turvasmulla nitraatide sisaldus kõikus aastate lõikes tunduvalt. Kõige rohkem leidus neid 1957. a., mil katse oli rajatud eelmiste aastatega võrreldes suurema lagundumisastmega turvasmullale. Kõige vähem esines turvasmullas nitraate 1956. a., mis oli tingitud kõige intensiivsematel kasvukuudel (juuli, august) esinenud tugevatest sademetest ning mulla nõrgast kuivendusest. Ühelt poolt liigniiskuse ja osalt ka madala temperatuuri tõttu pidurdusid mikrobioloogilised protsessid ning sellega koos ka nitraatide teke. Teiselt poolt soodustas liigniiskus ka tekkinud nitraatide mullast väljauhtumist. Turvasmulla nitraatide sisaldus avaldab mõju ka söödajuurviljade saagi lämmastikusisaldusele. Nii olid 1957. a. kasvanud söödajuurviljad kõige lämmastikurikkamad, 1956. a. saak aga kõige lämmastikuvaesem.

Samuti ilmnes, et söödajuurviljade kasvatusviis turvasmulla nitraatide sisaldusele ja dünaamikale selgepiirilist mõju ei avaldanud. Märksa kindlasuunalisem mõju turvasmulla nitraatide sisaldusele oli aga söödajuurviljade reavahede harimisel. Seda tõendavad ka kolme aasta keskmised andmed, mis on esitatud tabelis 17.

Tabel 17

Turvasmulla nitraatide sisaldus olenevalt reavahede harimisest

	Nitraate mg 1 kg kuivas mullas					
	5—15 sm-lises kihis			20—30 sm-lises kihis		
	juuni	juuli	august	juuni	juuli	august
Kontroll . . .	190,9	138,3	74,3	183,3	147,3	49,9
Intensiivne reavahede harimine	191,3	196,3	39,1	138,9	161,3	50,3

Toodud andmeist ilmneb, et intensiivsel reavahede harimisel on juunis turvasmulla pealmises kihis nitraatide sisaldus ekstensiivse vaheltharimisega võrreldes võrdne, alumises, 20—30 sm kihis aga märksa madalam. Juulis ekstensiivse reavahede harimise variantidel mulla nitraatide sisaldus langeb, intensiivsel reavahede harimisel aga avaldab tõusu tendentsi. Augustiks aga väheneb intensiivsemal vaheltharimisel mulla nitraatide sisaldus palju rohkem kui ekstensiivsel vaheltharimisel. Nii langes nitraatide sisaldus kontrollil 5—15 sm-lises kihis ligikaudu 1,8 ja 20—30 sm-lises kihis ligi 3 korda, intensiivse vaheltharimise puhul aga vastavalt 5 ja 3,2 korda. Turvasmulla nitraatide sisalduse üldine langus mainitud perioodil on tõenäoliselt osaliselt tingitud nende üha vähenevast tekkest. Nagu kinnitab M. V. Fjodorov (25), on mulla nitrifikatsiooniprotsessid kõige intensiivsemad kevadel, hiljem pidevalt vähenedes. Osalt võis mulla nitraatide sisaldust vähendada ka taimede poolt suurenev tarbimine. Intensiivsema vaheltharimise variandil nitraatide sisalduse suurt langust aga üksnes sellega põhjendada ei saa, kuna seal kasvavate söödajuurviljade lämmastiku omastamine sellel perioodil oli ainult vähe suurem kontrollist. Ilmselt mõjutavad intensiivsel vaheltharimisel turvasmulla nitraatide vähenemist teised tegurid. Võib oletada, et põhjuseks on nitrifitseerivatele mikroorganismidele antagonistliku mikrofloora intensiivne areng. Nagu näitavad 1955. a. augustis läbiviidud turvasmulla mikrobioloogilised analüüsid, esines intensiivsel reavahede harimisel denitrifitseerivaid mikroorganisme palju rohkem kui ekstensiivse reavahede harimise puhul. Peale selle on viimasel ajal vihjeid ka sellele,

et taime juurestik iseenesest võib mõjutada mulla nitraatide sisaldust, kuigi selle küsimuse olemus pole veel kaugeltki selge (21). Kuigi käesolevas töös ei selgitatud söödajuurviljade juurestiku arengut erineva vahelttharimise intensiivsuse juures, võib selle tulemusi siiski oletada. On loogiline, et intensiivsem vahelttharimine vigastas mõningal määral söödajuurviljade juurekarvakesi, kutsudes esile nende intensiivsema tegevuse. Seoses sellega suurenesid juureeritised, mis oluliselt võisid mõjutada mulla mikrobioloogilist elutegevust ja nitraatide sisaldust. Mainitud küsimuse detailsem selgitamine oleks viinud kõrvalekaldumisele käesoleva töö eesmärgist.

Turvasmulla umbrohtumist ja agrotehnika mõju sellele uuriti söödajuurviljade kasvatamise katses 1955. ja 1957. a. Uurimistulemustest selgus, et turvasmulla umbrohtude liigiline koostis oleneb palju turvasmulla kasutamise režiimist. Sellest olenevalt esines 1955. a. katsepinnal, mida võrdlemisi sagedasti oli kasutatud üheaastaste kultuuride kasvatamiseks, valdav enamus (82,4% üldarvust) üheaastasi ehk seemneumbrohte või mitmeaastaste umbrohtude esimese kasvuaasta taimi. 1957. a. aga esines pinnal mitmeaastasi umbrohte 87,7% üldarvust, mis tulenes sellest, et soopinda kasutati enne söödajuurviljade kasvatamist niiduna. Vana kamar oli umbrohtunud ja ümberkünni madala kvaliteedi tõttu tungisid umbrohud künniviilu vahelt maapinnale. Sellest tingitult esinesid umbrohtudest peamiselt *Ranunculus repens, Potentilla anserina, Cyperaceae* sp. jt. Eelnenud niidukamaras leidunud kultuurkõrrelistest esinesid *Poa pratensis et trivialis, Agrostis* sp. jt.

Et katsepinnad umbrohtusid erinevail aastail eri liiki umbrohtudega, siis söödajuurviljadele rakendatav agrotehnika mõjutas neid ka erinevalt (tabel 18).

Tabel 18

Söödajuurviljade agrotehnika mõju turvasmulla umbrohtumisele

	Umbrohtude arv ruutmeetril					
	1955. a.			1957. a.		
	juunis	augustis	vähenemine %	juunis	augustis	vähenemine %
Reas, 2 korda haritud . . .	27	9	66,7	51	31	39,2
Reas, 4 korda haritud . .	48	4	91,7	52	24	53,8
Ruutpesiti, 2 korda haritud	23	4	82,6	32	14	56,3
Ruutpesiti, 4 korda haritud	43	2	95,3	26	9	65,4

Joonis 5. Söödajuurvilja kasvudünaamika katseproovide kogumine.
Рис. 5. Сбор проб кормовых корнеплодов на опытном поле для изучения динамики роста.

Nagu andmeist nähtub, oli 1957. a. agrotehnika efekt turvasmulla umbrohtude tõrjel märksa väiksem kui 1955. a. Osalt tingis seda 1957. a. jahedam ja niiskem vegetatsiooniperiood, mis võimaldas vigastatud umbrohutaimede arenguks vajalike organite taastumist ja kasvu jätkamist, kuigi nõrgendatud kujul. Teiselt poolt vähendas reavahede harimisel umbrohutõrje efektiivsust peamiselt mitmeaastaste umbrohutaimede esinemine, mis nii kergesti ei hävinud.

Ka söödajuurviljade kasvatusviis ja vaheltharimise intensiivsus mõjutavad turvasmulla umbrohtumist. Reas kasvatamisel ja ekstensiivsel reavahede harimisel oli umbrohtude vähenemine turvasmullal tühine. Märksa rohkem hävib umbrohte söödajuurviljade reavahede intensiivsel harimisel. Kõige suurema efekti annab umbrohutõrjeks aga söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamine koos intensiivse reavahede harimisega. Nii vähenes 1955. a. sellel variandil umbrohtude arv 21,5 korda ja 1957. a. 2,9 korda. Kui võtta tabelis 18 toodud esimese katsevariandi kahe aasta keskmine umbrohtude arvu vähenemise protsent sajaks, siis intensiivsel reavahede hari-

misel on see 147,8%, söödajuurviljade ruutpesitsi kasvatamisel kahekordsel reavahede harimisel 137,2% ja söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamisel intensiivsema vaheltharimisega 172,7%.

SÖÖDAJUURVILJADE SORTIDEST TURVASMULLAL

Sootingimustes saagirikkamate ja sobivamate söödajuurviljasortide leidmiseks teostati 1952.—1954. ja 1958. a. sordivõrdluskatsed naerisortidega «Eesti naeris» ja «Östersundom» ning kaalikasortidega «Rootsi» ja «Bangholm».

Söödajuurviljasortide kasvuperiood (külvist koristamiseni) on turvasmuldadel järgmine:

«Eesti naeris» . . . . . 105 päeva,
«Östersundom» . . . . . 110 päeva,
«Bangholm» . . . . . 133 päeva,
«Rootsi» . . . . . 134 päeva.

Naerisortidel on kasvuperiood kaalikaga võrreldes ligi kuu võrra lühem. Naeris oli ka ainuke söödajuurvili, millel juba enne koristusaja saabumist ilmnesid vegeteerimise lõpu füsioloogilised tunnused (lehestu intensiivne kuivamine ja kolletumine). Kaalikasortide vegeteerimise lõpetas aga koristamine.

Söödajuurviljade juurika-, lehestu- ja kuivainesaagid on toodud uuritavate aastate keskmisena tabelis 19.

Tabel 19

Söödajuurviljade saagid sortide järgi

Sort	Juurikad		Lehestu		Kokku kuivainet kg/ha
	saak ts/ha	kuivaine %	saak ts/ha	kuivaine %	
«Eesti naeris» . . .	700 ± 13,3	6,11	49	6,87	4614
«Östersundom» . . .	584 ± 7,3	6,90	67	8,81	4371
«Bangholm»	367 ± 12,5	9,43	203	9,01	5289
«Rootsi»	324 ± 11,2	9,10	205	10,69	5139

Nagu andmeist nähtub, andis ka katses suurima juurikasaagi naeris, eriti sort «Eesti naeris». Kaalikasortidest andis suurima juurikasaagi «Bangholm». Suurima lehestusaagi annavad kaalikad.

Lähtudes aga söödajuurviljade kuivainesisaldusest andis suurima kuivainesaagi kaalikas «Bangholm». Naeri kuivainesaagid jäävad mõlemast kaalikasordist tublisti madalamaks. Suurima kuiv-

ainesaagi naerisortidest annab «Eesti naeris». Naerisortide madal kuivainesaak tabelis 19 on tingitud ka sellest, et sordivõrdluskatsetes määrati kuivainet üksnes 1958. a. Neid andmeid kasutatakse ka teiste aastate kuivainesaakide arvutamisel. 1958. aastal kujunes aga naerisortide kuivainesisaldus teiste juurviljadega võrreldes suhteliselt madalamaks.

Kokku võttes võib öelda järgmist.

1. Uurimistulemustest selgus, et söödajuurviljade kasvatamine turvasmullal on edukas ja perspektiivne. Intensiivse kasvuaegse hooldamise tõttu on söödajuurviljad seal mitmeaastastele heintaimedele sobivamateks eel- ja vahekultuurideks. Söödajuurviljad annavad turvasmullal kõrge toormassi- ja kuivainesaagi.

2. Sobivamateks turvasmullal kasvatatavateks söödajuurviljadeks on naeris ja kaalikas. Ka suhkrupeet on turvasmullal saagirikas, kuid nõudlik turvasmulla kuivendustingimuste suhtes. Et suhkrupeet kannatab tugevasti tõusmepõletiku tagajärjel, siis tema kasvatamine turvasmullal on seotud suurema riisikoga. Suhkrupeet on ka teistest raskemini koristatav.

3. Suure saagiga viivad söödajuurviljad turvasmullast rohkesti taimetoitaineid ära. Suurim on söödajuurviljade nõudlikkus kaali suhtes. Sellele järgneb lämmastik ja lõpuks fosfor. Kultuuridest on suurima toitainetevajadusega naeris ja kaalikas. Kõige intensiivsem on söödajuurviljade toitainete omastamine juulis ja augustis.

4. Tõusmepõletik on turvasmullal sööda- ja suhkrupeedi ohtlikumaid haigusi, mis hävitab sageli suure osa taimi. Mõnevõrra soodustab sööda- ja suhkrupeedi arengut ning vähendab tõusmepõletiku esinemist põlevkivituhk (2,5 tonni/ha) ja boormagneesium (50—60 kg/ha), mis antakse külvieelse mullaharimise alla.

5. Söödajuurviljade ruutpesiti kasvatamine 3—4 taimega pesas suurendas naeri ja suhkrupeedi juurikasaaki 4,8 ja 6,6%, võrreldes reas kasvatamisega, ning söödapeedil ja kaalikal vastavalt 12,3 ja 18,5%. Söödajuurviljade intensiivsem reavahede harimine suurendas põldkatsetes söödajuurviljade juurikasaake 10%, tootmiskatsetes aga kuni 20%. Söödajuurviljade saake tõstis turvasmullal ka vagudes kasvatamine.

6. Söödajuurviljade intensiivne reavahede harimine ja ruutpesiti kasvatamine parandab turvasmulla füüsikalisi omadusi ning tõstab mullapinna temperatuuri. Turvasmulla sügavamates kihtides temperatuuri kõikumine väheneb.

7. Intensiivsel reavahede harimisel suureneb juunis ja juulis turvasmulla nitraatide sisaldus, augustis aga, vastupidi, see väheneb.

8. Sordivõrdluskatsete tulemustest selgus, et naerisortidest on turvasmullal saagirikkam «Eesti naeris» ja kaalikasortidest «Bangholm».

KIRJANDUS

1. J. Aamisepp. Söödajuurviljade kasvatamine. K. Ü. «Agronoom», Tallinn, 1930.
2. J. Becker-Dillingen. Handbuch des Hackfruchtbaues und Handelspflanzenbaues. Berlin, 1928.
3. I. Eisen. Põhjavee sügavuse mõju vähelagundunud turvasmulla viljakusele. Dissertatsioonitöö põllumajandusteaduste kandidaadi teadusliku kraadi taotlemiseks. Käsikiri, 1955.
4. O. Hallik. Mullateaduse ja agrokeemia praktikum. Tartu, 1948.
5. G. Jerjomin. Rohkem mahlakaid söötasid. Tallinn, 1954.
6. A. Muuga. Eesti NSV söötade keemiline koostis ja toiteväärtus. Tallinn, 1954.
7. A. Nõmmik. Uurimusi meie söödajuurviljade arengust ja toitainete tarbimisest. «Agronoomia» nr. 6 ja 7, 1937.
8. L. Rinne. Eesti sookultuuridest. «Sookultuur» VI, Tallinn, 1927.
9. N. Roosa. Esimese vilja tasuvusest madalsoos. «Agronoomia» kaasanne, Tartu, 1929.
10. N. Rootsi. Juurviljade sordivõrdluskatsed 1924—1932. «Agronoomia» nr. 6, 1933.
11. K. Tonkmann. Tegelik juurvilja kasvataja. K. Ü. «Maa», Tallinn, 1914.
12. J. Toots. Mohrkultur in Testama. Baltische Wochenschrift nr. 19, lk. 254—257, 1895.
13. П. А. Власюк. Агрофизиологические основы питания сахарной свеклы. Изд. Акад. Наук УССР, Киев, 1950.
14. А. И. Вытчиков. Агротехника кормовой капусты и корнеплодов. Сельхозгиз, Москва, 1954.
15. И. А. Гольцберг. Микроклимат и его значение в сельском хозяйстве. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1957.
16. А. И. Козловский. Биологические основы агротехники и семеноводства кормовых корнеплодов в Сибири. Диссерт. на соискание уч. степени доктора с./х. наук, Новосибирск, 1952.
17. Дж. Кунс. Некоторые проблемы свекловодства. Болезни растений. Изд. иностр. литературы, Москва, 1956.
18. С. А. Максимов. Метеорология и сельское хозяйство. Гидрометеоиздат, Ленинград, 1952.
19. Б. Д. Оношко. Культура болот. Сельхозгиз, Москва, 1934.
20. Пример обработки болотного места г. Гагемейстера в Лифляндии. Журнал Министерства Госуд. Имуществ, часть XXX, отд. IV, 1849.
21. А. И. Симакин. Об исчезновении нитратов под растений. Доклады Всесоюзной ордена Ленина акад. с/х. наук им. В. И. Ленина. Выпуск 4, 1959.
22. С. Г. Скоропанов. О роли многолетних и однолетних растений в плодородии торфяно-болотных почвах. Труды конференции по мелиорации и освоении болот и заболоченных почв. Изд. Акад. Наук БССР, Минск, 1956.
23. Д. Л. Тверской. Корнеед сахарной свеклы и значение грибов в его развитии. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. доктора биологических наук, Ленинград, 1954.
24. П. А. Турнас. Сельскохозяйственное использование болот под кормовые культуры. Сельхозгиз, Москва—Ленинград, 1953.
25. М. В. Федоров. Микробиология. Сельхозгиз, Москва, 1955.
26. Л. А. Чугунов. Луговодство. Сельхозгиз, Москва—Ленинград, 1951.

О ВОЗДЕЛЫВАНИИ КОРМОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ НА ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

В. КРУУС,
научный сотрудник опытной базы «Тоома»

Резюме

Задача работы — изучение динамики роста кормовых корнеплодов как промежуточных культур многолетних трав для выявления условий их возделывания на освоенных торфяно-болотных почвах Эстонской ССР.

Исследование проведено в 1952—1958 гг. на осушенных торфяниках опытной базы «Тоома» Эстонского научно-исследовательского института земледелия и мелиорации. Степень разложения торфа — 30—50%, мощность торфяной залежи — 2,5 м. Изучаемыми культурами были турнепс Остерзундомский, брюква Бангхольмская, кормовая свекла Экендорфская желтая и сахарная свекла (сорт менялся). Кроме того, ставились опыты на сортоиспытание кормовых корнеплодов в болотных условиях.

Полевые опыты были заложены на делянках в 50—100 м², число повторений колебалось от 3 до 6. Под культуры, в зависимости от естественного плодородия торфяной почвы, было внесено 70—95 кг/га P_2O_5 суперфосфата и 150—180 кг/га K_2O хлористого калия. В зависимости от методики кормовые корнеплоды возделывались широкорядным (междурядья 70 см) и квадратно-гнездовым способом (70×70 см).

За развитием кормовых корнеплодов велись фенологические наблюдения. Для изучения динамики усвоения культурами минеральных веществ периодически брались пробы для агрохимических и других анализов.

Изучались также изменения физических и химических свойств торфяной почвы и динамика численности сорняков в связи с применяемой агротехникой. Данные урожая, полученного во время опытов, обработаны по вариационно-статистическому методу.

Исследованиями выявлено, что кормовые корнеплоды дают на торфяных почвах высокие урожаи сырой массы и сухого вещества (таблицы 1, 2, 3). Наиболее урожайными кормовыми корнеплодами на торфяной почве оказались турнепс, брюква и сахарная свекла. Несмотря на высокий урожай сахарной свеклы, выращивание ее в болотных условиях Эстонской ССР менее пер-

спективно. Причиной этого является высокая требовательность сахарной свеклы к условиям среды, ее более длинный вегетационный период, сильная повреждаемость корнеедом и трудности уборки. Турнепс развивается на торфяной почве быстрее других кормовых корнеплодов. К наступлению уборки вегетационный период турнепса уже заканчивается, тогда как у других кормовых корнеплодов он прерывается уборкой.

Усвоение кормовыми корнеплодами минеральных веществ на торфяных почвах отличается как по видам культур, так и по поглощаемым элементам (рисунок 2). Наиболее интенсивным оказался темп потребления кормовыми корнеплодами кальция. Количество кальция в урожае к концу вегетационного периода даже начинает снижаться. Более равномерно поступают в корнеплоды азот и калий. Накопление фосфора весною происходит сдержанно. Оно остановится интенсивнее в середине вегетационного периода (конец июля, начало августа). В этот период кормовыми корнеплодами откладывается большая часть необходимого количества фосфора. Усвоение фосфора кормовыми корнеплодами, за исключением сахарной свеклы, прекращается уже в сентябре. Наибольшее количество питательных веществ уносят из почвы турнепс, брюква, сахарная и кормовая свекла (таблицы 4, 6, 7, 8). Кормовые корнеплоды больше всего имеют потребность в кальции и частично фосфоре и азоте. Потребности в калии более или менее равномерны. Ботва кормовых корнеплодов минеральными веществами и протеином в общем богаче, чем корни. В процентном отношении наивысшее количество протеина содержат корни сахарной свеклы, затем следуют кормовая свекла, брюква, турнепс (таблица 5). Наибольшее количество протеина было обнаружено в кормовой единице брюквы (103 г) и турнепса (89 г), что значительно превышает соответственные показатели кормовых корнеплодов, выращиваемых на минеральной почве.

Опыты показывают, что корнеед на торфяных почвах значительно задерживает развитие кормовой и сахарной свеклы, замедляя темп их роста. Бывают случаи, когда пораженные растения гибнут совершенно. Причиной возникновения корнееда на торфяных почвах являются микроорганизмы *Phytium debaryanum*, *Aphanomyces cochlioides* и *Aphanomyces laevis*, в позднем периоде также *Phoma betae*. Внесение сланцевой золы (2,5 тонны на гектар) и борного магния (50—60 килограммов на гектар) (таблицы 9, 10) снижает поражаемость растений корнеедом и значительно способствует развитию кормовой и сахарной свеклы.

Развитие корневой системы кормовых корнеплодов в торфяной почве по культурам далеко не одинаково. Самую длинную корневую систему имеет турнепс, максимальная длина одиночных корней которого достигает 170 см. Корневая система брюквы близка к корневой системе турнепса. Корневая система кормовой и сахарной свеклы короче, чем у вышеназванных культур,

но основная масса корней проникает значительно глубже (таблица 11). Расположение основной массы корневой системы брюквы, и особенно турнепса, в поверхностных слоях почвы позволяет возделывать эти культуры на болотных почвах с более высоким уровнем стояния грунтовых вод, т. е. на экстенсивно осушенных торфяниках.

Выращивание кормовых корнеплодов квадратно-гнездовым способом значительно повышает урожай корнеплодов. Самая большая прибавка урожая отмечается у брюквы (18,5%) и у кормовой свеклы (12,3%). Квадратно-гнездовой способ выращивания корнеплодов особенно повышает урожайность листовой массы. Наивысший урожай корнеплодов на торфяной почве при этом методе посева получен при выращивании в гнездах по 3—4 растения. При возделывании кормовых корнеплодов квадратно-гнездовым способом вес корней в сравнении с рядовым посевом понижается, а их весовая дифференциальность увеличивается (рисунок 3).

Возделывание корнеплодов на гребнях значительно повышает их урожай (таблица 13). Например, урожай турнепса повысился на 11,6%, брюквы — на 26,7% и кормовой свеклы — на 26,2%. Также повышает урожайность как при рядовом, так и при квадратно-гнездовом способах посева (таблица 12) интенсивная обработка междурядий (4-кратная) в течение вегетационного периода.

При выращивании кормовых корнеплодов квадратно-гнездовым способом и при интенсивной обработке междурядий повысилось содержание сухого вещества и также валовой урожай (таблица 14). Более интенсивная обработка междурядий не оказала влияния на усвоение кормовыми корнеплодами минеральных веществ. Содержание последних в сухом веществе показало даже склонность к снижению, тогда как квадратно-гнездовой способ возделывания значительно повысил содержание минеральных вещест в сухом веществе и количество их в урожае (таблица 15). Исключение составил только кальций, усвоение которого кормовыми корнеплодами, кроме сахарной свеклы, выращиваемыми квадратно-гнездовым способом, снизилось. Потребление кальция сахарной свеклой происходило аналогично усвоению элементов.

Различные способы возделывания кормовых корнеплодов и интенсивность обработки междурядий оказали положительное влияние и на свойства пахотного слоя торфа. При квадратно-гнездовом методе возделывания кормовых корнеплодов и интенсивной обработке междурядий улучшилась аэрация торфяной почвы, т. е. увеличилась некапиллярная скважность пахотного слоя (таблица 16). Температура почвы при квадратно-гнездовом способе выращивания кормовых корнеплодов несколько понизилась, что объясняется улучшением условий циркуляции воздуха. Еще более сильное воздействие на температуру почвы ока-

зывает интенсивная обработка междурядий (рисунок 4). Вследствие этого температура почвы поднимается и увеличивается амплитуда ее колебания. Но в более глубоких слоях торфяной почвы интенсивная обработка междурядий понижает колебание температуры. Упомянутые явления обусловливаются изменениями взаимоотношений воздуха и влажности почвы, что вызывает также изменения и в теплопроводности и теплоемкости почвы.

Видовой состав сорняков торфяной почвы во многом зависит от предыдущего использования болотной почвы. Однолетние сорняки встречаются, главным образом, при длительном возделывании однолетних культур. При многолетних травах встречаются чаще корневищные, или многолетние сорняки. Квадратно-гнездовой способ выращивания кормовых корнеплодов и особенно интенсивная обработка междурядий сильно способствует уничтожению сорной растительности. Обработка междурядий дает более высокие результаты в борьбе с однолетними сорняками.

Опыты по сортоиспытанию турнепса и брюквы показали, что более устойчивыми сортами на торфяных почвах Эстонской ССР являются турнепс Ээсти наерис и брюква Бангхольмская.

SISUKORD

Saateks 3

Ülevaade Tooma katsebaasi asutamisest ja tegevusest 5

K. VEBER. Endla soostiku looduslikud tingimused 35

A. TRUU. Eesti NSV ordoviitsiumi ala soodest 70

I. EISEN. Kuivenduse intensiivsuse mõju turvasmullale ja taimekasvule 120

U. TOMBERG. Soode kuivendamine drenaažiga 165

I. EISEN. Taimekasvutingimuste iseärasustest keskmiselt ja hästilagundunud turvasmullal 191

T. NÕGES. Uurimistulemusi soo-kultuurniitude alalt 214

A. RAIDLA. Soo-kultuurkarjamaad ja nende osa haljaskonveieris 256

E. HIRMO. Vaskväetise efektiivsusest ja tarbest Eesti NSV turvasmuldadel 286

V. KRUUS. Söödajuurviljade kasvatamisest turvasmullal 327

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

Об основании и деятельности опытной базы «Тоома»..... 5

К. ВЕБЕР. Природные особенности болотной системы Эндла 35

А. ТРУУ. О торфяных месторождениях Эстонской ССР в области ордовикских отложений 70

И. ЭЙЗЕН. Влияние интенсивности осушения на торфяную почву и развитие растений 120

У. ТОМБЕРГ. Осушение болот дренажем 165

И. ЭЙЗЕН. Особенности условий развития растений на средне- и хорошо разложившихся торфяных почвах 191

Т. НЫГЕС. Некоторые результаты исследований по вопросам создания культурных сенокосов на болоте 214

А. РАЙДЛА. Культурные пастбища на торфяных почвах и их значение в зеленом конвейере 256

Э. ХИРМО. Об эффективности и потребности на торфяных почвах Эстонской ССР удобрений, содержащих медь 286

В. КРУУС. О возделывании кормовых корнеплодов на торфяной почве 327

Сборник
«50 ЛЕТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ
ПО КУЛЬТУРЕ БОЛОТ В ЭСТОНИИ»

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

Toimetaja V. Rehemaa

Kunstiline toimetaja R. Tungla

Tehniline toimetaja K. Timmer

Korrektorid M. Sepp ja E. Multer

Ladumisele antud 13. VI 1960. Trükkimisele antud 13. XII 1960. Paber 60 × 92, 1/16. Trükipoognaid 22,5 + 1 lisa. Arvutus-poognaid 24,47. Trükiarv 2000. MB-08921. Tellimise nr. 868.

Trükikoda «Punane Täht», Tallinn,
Pikk tn. 54/58.

Hind rbl. 13.20 (rbl. 1.32)

4—1

Rbl. 13.20

1961. a. — rbl. 1.32

A-23512

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00367675 8