

## ANDMEID PÕHJA-EESTI MULDADE SINIVETIKATE FLOORAST

E. Kukk

Taimesüsteematika ja geobotaanika kateeder

Fakt, et vetikad võivad normaalselt veeteerida ka mullapinnal, oli uurijatele teada juba üsna ammu, kuid kestvamat tähelepanu hakkas muldade algofloora paeluma alles möödunud sajandi lõpul ja käesoleva sajandi algul.

Rääkides muldade algofloorast, peame silmas pidama seda, et nimetatud mõiste alla on mahutatud väga erinevates keskkonnatingimustes elavad taimed. Kõigepealt paelusid uurijate tähelepanu muidugi maapinnal massiliselt esinevate vetikate laigid, kuid juba esialgsed vaatlused näitasid, et samad liigid ei piirdu ainult kasvuga mullapinnal, vaid asustavad ka sügavamaid mullakihte. P. Graebner (1895), uurides Põhja-Saksa nõmmemuldi, tegi seal kindlaks 53 vetikaliigi olemasolu. Mitmed liigid esinesid üsna rohkesti isegi kuni 3 mm sügavusel mullas. Analoožilisi tähelepanekuid on oma töödes esitanud ka terve rida hilisemaid autoreid (Reinke, 1903; Warming, 1904; Келлер, 1926 jt.). Tekkis vajadus uurida ka sügavamaid mullakihte, sest keskkonnatingimuste suurte erinevuste tõttu mullal ja mullas võis eeldada erinevusi ka vastavate keskkondade algoflooras. Mullasiseste vetikate kindlakstegemisel aga ei piisanud enam tavalistest uurimismeetoditest (vahetu loodusliku materjali vaatlus), sest organismid esinesid mullas väga hõredalt ja sattusid preparaati juhuslikult. Tekkis vajadus suurendada mullas elavate vetikaliikide arvukust nende kasvatamisega kunstlikul söötmel, s. t. uurimisel tuli rakendada mikrobioloogilisi meetodeid. Esimesteks autoriteks, kelle tööd põhinesid juba mikrobioloogilisel meetodikal, olid ülalnimetatud P. Graebner (1895), H. C. Jacobsen (1910), F. Es March (1911, 1914) ja eriti B. M. Bristol (1919). Mida rohkem süvenesid uurimused, seda vajalikumaks osutus avastatud organismide süstematiseerimine. Siin aga tulid autorite seisukohtades ilmsiks lahkearvamused. Peamiselt ökoloogiliste tingimuste suur erinevus mullapinnal ja sügavamates kihtides põhjustas mullavetikate

rühmitamisel rea erinevate seisukohtade tekkimise. Erinevad arvamusel tekkisid peamiselt kahele küsimusele vastamisel (Зауер, 1956a):

1. Kas kuuluvad mullavetikad tüüpiliste aerofiilselt (õhukeskkonnas) elavate organismide hulka?

2. Kas on vajadust vahet teha mullapinnal ja mullas elavate vetikarühmade vahel?

Esimesele küsimusele vastamisel on eitaval seisukohal ainult G. Cedergrén (1939), kes väidab, et aerofiilsete liikide hulka tuleb lugeda ainult mullapinnal elavad liigid, kuna mullas elavad liigid moodustavad omaette rühmituse. Autor nimetab selle rühma analoogiliselt hüdrofiilide ja aerofiilide rühmale geofiilide rühmaks. Teisele küsimusele vastavad aga autorid peamiselt kahel viisil. Ühed nendest (Fritsch, 1922; Petersen, 1935; Шарпан, 1941; Матвиенко, 1950; Зауер, 1956a; Ваулина, 1956) ühendavad nii mullapinnal kui ka mullas elavad liigid ühte ühtsesse kompleksi, teised aga (Арнольди, 1925; Голлербах, 1936; Cedergrén, 1939; Большев, Манучарова, 1947) väidavad, et ökoloogilised tingimused on mullapinnal ja mullas väga erinevad ja nad peavad seetõttu õigemaks kahe erineva grupeeringu eraldamist. Nagu veenvalt näitab L. M. Zauer (1956a) ei ole mullapinnal ja mullas elavate vetikate rühmitamine erinevatesse ökoloogilistesse rühmadesse küllaldaselt põhjendatud. Kõige veenvamaks väiteks sel puhul on asjaolu, et käesoleva ajani ei tunta liike, mis esineksid ainult mulla sees. Seega moodustavad mullasisese algofloora pinnalt mulla sügavamatesse kihtidesse sattunud liigid. [Tingimusi, mille mõjul organismid satuvad mullapinnalt sügavamatesse kihtidesse, on lähemalt selgitatud F. Esmarchi (1914) töös.] L. M. Zauer (1956a) oma töös soovib nimetada mullavetikate rühmitust mitte G. Cedergréni (1939) poolt esitatud nimega «geofiilsed vetikad», vaid M. M. Hollerbachi (1936) poolt kasutatud nimega «edafofiilsed vetikad» Arusaadavalt on sel puhul rühmituse maht tunduvalt suurem kui M. M. Hollerbachi. Ka käesolevas töös on vaatluse all nii pindmised kui ka mullasisesed edafofiilid.

Olgugi et otsene põhjus mullasiseste ja pinnal elavate vetikaliikide rühmitamiseks eri rühmadesse puudub, ei saa me märkimata jätta suuri ökoloogilisi erinevusi nimetatud keskkonna eri osades. Nii mullal kui ka mullas olevad liigid võivad esineda väga erinevates niiskustingimustes. L. M. Zauer (1956a) peab seetõttu mullavetikaid kas õhu- või veekeskkonnas elavateks organismideks. Reeglina on niiskustingimused mullapinnal tunduvalt halvemad kui sügavamates kihtides. Valgustustingimused selle vastu aga on diametraalselt vastupidised. Juba mõne mm sügavusel väheneb valguse intensiivsus palju kordi. Nagu K. Rosa (1957) uurimused näitavad, võib juba ainult ekspositsioon (ja muidugi ka sellest sõltuv niiskus) mulla algofloora

koosseisu tugevasti muuta. Tema poolt uuritud alal (Tšehhoslovakkias Pradedi lähedal) kuusikus mäe põhjaküljel esines *Vaccinium myrtillus*'e kogumikus mullas vetikaid üsna vähe, ränivetikad puudusid täielikult. Mäe lõunaküljel aga oli analoogilistes tingimustes algofloora tunduvalt rikkalikum ja eriti rohkesti esines ränivetikaid. Sobiv niiskus- ja valgusrežiim ning piisav kasvuaeg on sageli küllaldasteks tingimusteks, et mullal tekivad suured, silmaga nähtavad vetikatelaigud. Nad võivad moodustuda kas ühe liigi või rea liikide kogumikena. Taoline nähtus mullal on täiesti analoogiline «vee õitsemisega» veekogudes, kuid ei esine nii sageli. Kuivemates, soojemates ja sooladerikkamates piirkondades esinevad mullapinnal massiliselt peamiselt sinivetikad (Голлербах, Новичкова, Сдобникова, 1956; Сдобникова, 1958 — Turaani takõrrid; Еленкин, 1936 — NSV Liidu stepirajoonid). Kus niiskustingimused on soodsamad ja temperatuur madalam, arenevad massilisemalt rohevetikad. Nii on T. Hortobágyi (1955) Ungaris Baja lähedal Doonau kallastel märganud smaragdrohelist vetikatekihti niiskel kaldaliival poole kilomeetri ulatuses (vetikaterikka riba laius 5—15 m) Kaldaliiva «õitsemise» põhjustajaks oli *Botrydium granulatum*. Sama autor toob oma töös andmeid mullavetikate massilisest esinemisest ka Szelidi järve kallastel. «Õitsemise» põhjustajaks oli peamiselt niitjas rohevetikas *Raphidonema sempervirens*.

Kirjanduse andmete analüüsimisel näeme, et üheks massilisemalt mullas ja mullal esinevaks vetikaterühmaks on sinivetikate hõimkonna esindajad ja eriti just niitjad ning suuri kolooniaid moodustavad liigid. L. M. Zaueri (1956b) andmetel tuleb neid pidada kõige suurema potentsiaaliga huumuse moodustajateks mullas.

Huumuseta mineraalsel substraadil aga domineerivad väherakulised ja lihtsama ehitusega koloniaalsed liigid. Omapärase pildi saame, kui võrdleme materjale meie lähemast naabrusest ja kaugemalt kodumaiste andmetega. Soomes (Cedercreutz, 1941—1942, 1955; Häyrén, 1941, 1947), Lätis (Malta, 1926), Norras (Strøm, 1925, 1926), Šveitsis (Schade, 1912, 1923), Tatra mägedes (Gutwinski, 1909), Kroatias (Ercegović, 1925), (Zehnder, 1953), Kamerunis (Krieger, 1931) kaljudel ja ka meie paepealsetel ning liivakivipaljanditel esinevad peaaegu alati *Gloeocapsa magma*, *Gl. rupestris*, *Gl. dermochroa*, *Gloeotheca Heufleri*, *Stigonema hormoides* ja *Scytonema crustaceum*. Kõigile nimetatud liikidele on iseloomulik kolooniates ja niitides rikkalikum lima esinemine. Arvatakse, et lima on rakkudele mikrokeskkonnaks, kus säilivad eksisteerimiseks vajalikud tingimused. Enamiku paepealsetel ja kaljudel kasvavate liikide lima on tugevasti värvunud, funktsioneerides kahjulikku ultravioletset valgust neelava filtrina. Suured limamassid on ka nagu looduslikuks söötmeks mitmesugustele bakteritele, sealhulgas ka neile, mis seovad õhulämmastikku. Lisaks sinivetikatega koos

elavatele lämmastikubakteritele on rida sinivetikaliike võimelised õhust lämmastikku võtma iseseisvalt. Iseseisev õhu  $N_2$  sidumise võime on veenvalt kindlaks tehtud paarikümnel sinivetikaliigil. Eesti NSV muldades on neist registreeritud 5 liiki — *Amorphonostoc punctiforme*, *A. paludosum*, *Stratonostoc Linckia*, *Anabaena varibilis* ja *Phormidium molle*. [L. M. Zauer (1956b) toob oma töös lämmastikku siduvate liikide arvuna 18, kuid tema andmetes puudub kindlasti *Phormidium molle*, millel tehti lämmastiku sidumise võime kindlaks juba üsna ammu (Allison, Morris, 1930)]. Kahjuks on lämmastikku siduvate vetikaliikide ökoloogia põhjalikult uurimata. Selle tõttu pole ka täiesti selge, kui suur on nende osa mulla rikastamisel lämmastikuga. Esialgsed andmed aga lubavad arvata, et mõned liigid on võimelised mulda lämmastikuga rikastama sellistes hulkades, mis täielikult vastavad orgaanilise väetise normidele.

Käesoleva töö ülesandeks oli esmajoones kultuuride meetodika tutvumine. Sellest tingituna on mullaproove kogutud vaid mullapinnalt ja mulla ülemistest kihtidest kuni 5 cm sügavuselt ning erinevatest kasvukohtadest. Seetõttu pole võimalik tulemuste põhjal teha kuigi suuri üldistusi. Proovide kogumisel kõrvaldati mullapinnalt taimed ja suurem osa lahtistest kõdunenud taimejäänustest. Noaga lõigati mullast ca 5-cm-se servaga kuup, mis paberisse pakituna kuivatati. Noa puhastamiseks torgati seda korduvalt mulda. Kultuuride kasvatamine toimus eranditult vesikultuurides. Toitelahusteks olid esialgu paralleelselt Bristolis lahused ja lahused mullaleotisega (Danilovi lahused) järgmistes koostistes.

#### Bristolis lahused

#### Danilovi lahused

Dest. vett	1000 ml	Dest. vett	750 ml
$NaNO_3$	0,25 g	Mullaleotist	250 ml
$KH_2PO_4$	0,25 g	$Ca(NO_3)_2$	0,2 g
$MgSO_4$	0,15 g	$K_2HPO_4$	0 2 g
$CaCl_2$	0,05 g		
$NaCl$	0,05 g		
$Fe_2Cl_6$ 1 tilk 1%-list lahust			

Mullaleotise valmistasime järgmiselt: ühele kaaluosale lehemullale lisasime kolm osa dest. vett ja pärast kolmeminutilist loksutamist eraldasime vedeliku filtreerimise teel.

Nagu juba esialgsed vaatlused näitasid, arenesid sinivetikad mullaleotisega lahuses paremini ja hiljem me loobusime paralleelkultuuridest Bristolis lahusega. Nõudena kasutasime lamedapõhjalisi keemilisi ja Erlenmeyeri kolbe. Et mitmed liigid eriti hästi arenevad nõu seintel, on vaatluste mõttes mugavam kasutada Erlenmeyeri kolbe.

50 ml-sse toitelahusesse külvasime 1 või 2 kuupsentimeetri segatud mulda. Toitelahuse pH reguleerisime enam-vähem vastavalt proovi pH-le, kusjuures vastav näitaja kõikus 5,5—7,0 piires. Et kultuuride kasv langes pimedamatele kuudele (oktoober—

aprill), kasutasime detsembrist märtsini kunstlikku valgustust (200 W umbes 50 cm kauguselt) pideva sobiva temperatuuri hoidmiseks kasutasime ööpäevast valgustust, sest küllaltki suure võimsusega pirn hoidis ka temperatuuri kultuurides soodsas kõrguses (+17° kuni +19° C piires) Vaatlusi teostasime peamiselt 1—4 kuud ja mõningate aeglaselt arenevate liikide (*Anabaena variabilis* ja *Stratonostoc*-liigid) täpsemaks määramiseks ka 10—12 kuud pärast külvi.

Enamik käesoleva töö materjale on kogutud 1957 ja 1958. aasta suvel peamiselt Põhja-Eestist Kiviõli, Rakvere ja Jõhvi rajoonist (kokku 40 proovi) Võrdluseks oleme mõningaid proove kasutanud ka Eesti NSV teistest piirkondadest.

Kultuuride vaatiusest selgus, et kõige rikkalikuma sinivetikate flooraga muldadeks on kultuuristatud mullad, eriti nõrgalt leetunud liivsavi- ja saviliivmullad. Hiljuti väetisi saanud muldadel (kartulipõllud) arenes sügiseks vetikaid mulda katva massina. Huvitav on siinjuures märkida, et kolmes erinevas kohas kartulipõllul (2 km Kiviõlist itta paepealsel rähkmullal, Tartu rajoonis Ropka lähedal saviliivmullal ja Võnnu külanõukogus Nõmme kolhoosis liivmullal) esines 1957 a. sügisel massiliselt sinivetikalik *Cylindrospermum muscicola*. Nimetatud liik moodustas silmapaistvaid laiike 1958. a. sügisel ka Tartus Soinaste tn. 25 aias, kus muld kevadel oli saanud rikkalikult mineraalväetisi. Peale nimetatud liigi esinesid haritud mullal veel *Amorphonostoc punctiforme*, *Amorphonostoc paludosum*, *Stratonostoc commune* f. *sphaericum*, *Anabaena variabilis*, *A. variabilis* f. *tenuis* ja *Phormidium foveolarum*. Andmeid *Cylindrospermum muscicola* massilise esinemise kohta hästi väetatud põldudel toob ka L. M. Zauer (1956a) Tartu Linnukasvatuse-Haudejaama territooriumil kartulipõllul aga moodustas 1957 a. sügisel vagude külgedel pideva vetikatekatte *Cylindrospermum michailovskoense*. Rohkele kogutud materjalile vaatamata ei õnnestunud nimetatud põllul leida *Cylindrospermum muscicola*'t.

Kiviõli läheduses (ca 5 km edelasse) põlluks haritud puisniidul esinesid sinivetikatest ainult *Amorphonostoc punctiforme*, *Phormidium foveolarum* ning *Lyngbya aerugineo-coerulea*. Massilisemalt esinesid nimetatud kohas rohevetikad ja ränivetikad. Nähtavasti soodustas suurem niiskus ja vari (põllul kasvav kaer oli üsna lopsakas, kuid umbrohustunud) rohe- ja ränivetikate arengut. Ränivetikate massilisemat arengut maapinnal paremates niiskustingimustes on tähele pannud juba N. Malta (1926) Lätis.

Kõige vaesemateks muldadeks osutusid nõmmemullad ja okasmetsade metsakõdu ning sellealune muld. Nimetatud muldades domineerivad rohevetikad *Stichococcus bacillaris*, *Chlorococcum humicola*, *Chlorella vulgaris* ja *Vaucheria* liigid (oogooniumide ja antiidiidiumide puudumise tõttu täpsemalt määramata) Sinivetikatest esines vaid kohati *Amorphonostoc punctiforme*, *Anabaena*

*variabilis* ja ühel korral ka *Microcoleus vaginatus* f. *polythrichoides*. Huvitav on siinjuures märkida, et EPA Järvelja majandis Kastre-Peravallas esines looduskaitsekvartali vahetus naabruses sihi serval kuuskede all liivmullal *Symploca muscorum* silmaga nähtavate laikudena. Püstised niitude kimbud olid tume-sinirohelistes ja näisid väga elujõulistena.

## Leitud liikide nimestik

### Selts *Chroococcales*

#### 1. *Microcystis muscicola* (Menegh.) Elenk.

Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars spec. I, pag. 132; Hollerbach (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 77; — *Aphanocapsa muscicola* Wille (1919) in Nyt. Mag. Naturvidensk., 56, pag. 39 tab. II, fig. 19—23; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 160.

Kolooniad tume-sinirohelise vormitu massina. Rakud kerajad, 2—3(4) $\mu$  läbimõõdus, koloonias tihedalt, mõned spetsiaalsete limaskestadega.

Välimuselt vastas materjal liigi kirjeldusele, kuid rakkude suurus ei saavutanud maksimaalseid mõõtmeid (4  $\mu$ ). Välimuselt meenutab liik *Microcystis parietina*'t, kuid erineb viimasest tunduvalt väiksemate mõõtmete poolest.

Leitud Harju rajoonist Kahala lähedusest hõreda männiku servast kamar-gleimullalt.

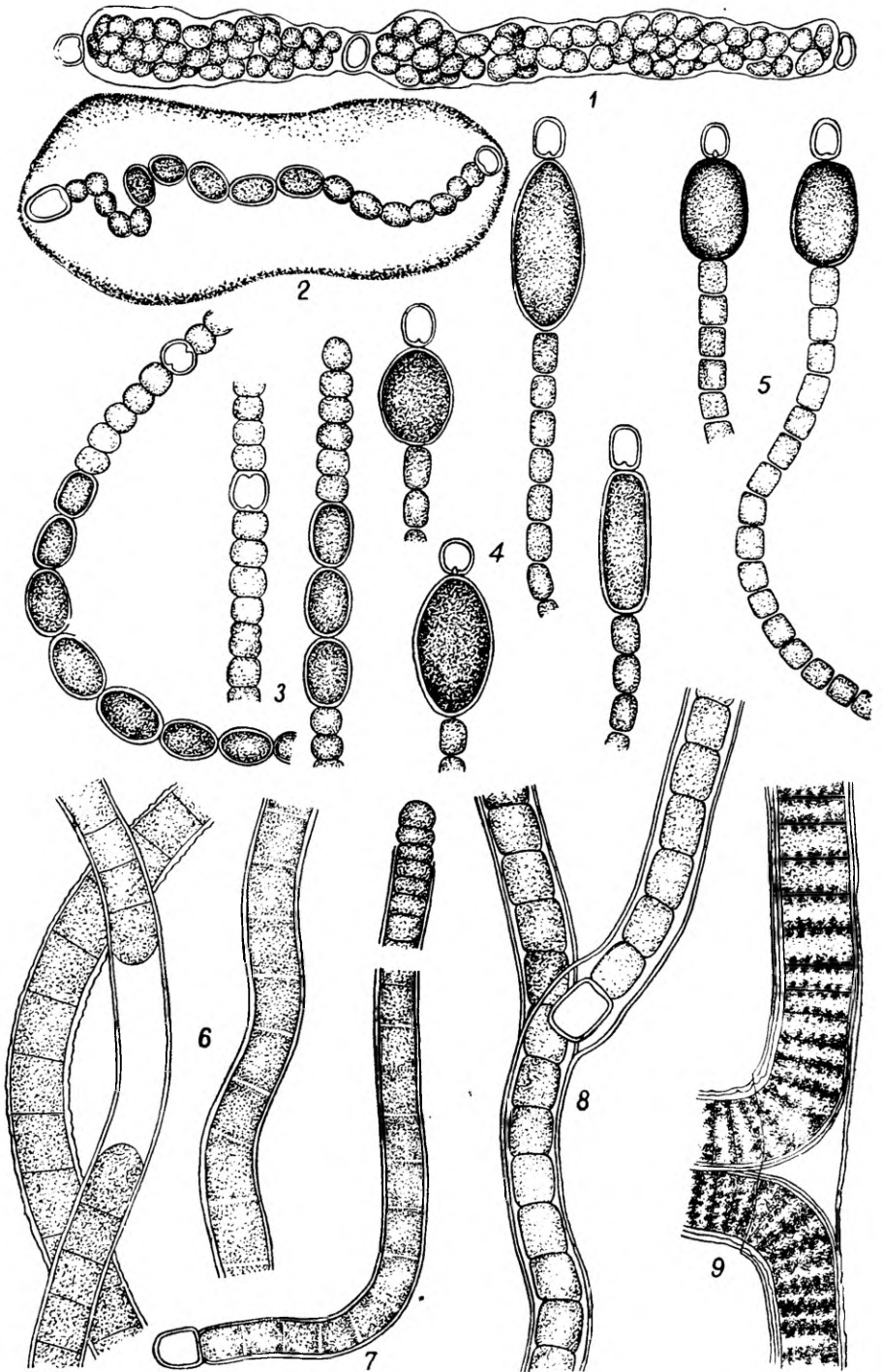
### Selts *Nostocales*

#### 2. *Amorphonostoc punctiforme* (Kütz.) Elenk.

Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars spec. I, pag. 556; Kossinskaja (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 213; — *Nostoc punctiforme* (Kütz.) Hariot (1891) in Journ. de Bot., V pag. 31; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 295 fig. 344; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 834.

Kolooniad kuni 0,5 mm läbimõõdus, liitunult isegi suuremad, limased, pehme peridermiga, harva ka laialivalguva limaga. Niitude limatuped halvasti nähtavad. Trihhoomid tihedalt põimunud, kolooniates väga arvukalt, mõnikord koloonia limas isegi raskesti eristatavad. Rakud lühi-tünjad kuni ellipsoidsed, sinirohelistes, 2,4—5  $\mu$  laiad. Heterotsüstid 4—6,5  $\mu$  läbimõõdus, enamasti kerajad või poolkerajad. Spoorid peaaegu kerajad või pikergused sileda, värvuseta kestaga, 5—6  $\mu$  laiad ja 5—8  $\mu$  pikad (joonis, 1)

Vaadeldav liik on koos *Anabaena variabilis*'ega üks tavalisemaid meie muldades (esines 75%-s proovidest). Koos tüüpilise *Amorphonostoc punctiforme*'ga esines kohti kultuurides ka liigi vorm *f. populorum*. Eriti sageli võis leida vormi kultuuride pinnal ujuvas vetikatekirmes, kus ta moodustas pikki niite (pikergu-



sed kolooniad omavahel liitunud). Analoogilisi kolooniaid kirjeldab oma töös ka L. M. Zauer (1956a) *A. punctiforme* võib mullapinnal areneda nii massiliselt, et on määratav juba värskest mullaproovist. Leukohtade omavahelisel võrdlemisel selgus, et vaadeldav liik pole kasvukohatingimuste suhtes kuigi nõudlik; liik esines varjuliste kuusemetsade all metsakõdus, nõmmedel (siin võib-olla sümbioosis samblikega), niitudel ja ka põllul. pH 5,0—7,5. Arvestades seda, et liik seob õhulämmastikku (K. Drewes, 1928), on väga tõenäoline tema sümbioos ka kõrgemate taimedega.

### 3. *Amorphonostoc paludosum* (Kütz.) Elenk.

Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars spec. I, pag. 562; Kossinskaja (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 215; — *Nostoc paludosum* Kützing (1850—1852) Tab. Phycol., II, pag. 1, tab. I, fig. II; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 296; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 836.

Kolooniad kuni 0,5 mm läbimõõdus, limased, tugeva peridermita, värvus siniroheline või kollakas. Niitude tuped kitsad või laiad, värvuseta või kollakad. Trihhoomid hõredalt, kahvatusinirohelised, 3—4 (4,5)  $\mu$  laiad. Rakud tünjad või harva ka ellipsoidsed, kuni 6  $\mu$  pikad. Heterotsüstid kerajad või ellipsoidsed, 4—6  $\mu$  laiad. Spoorid ellipsoidsed, harva peaaegu kerajad, 4—5(6)  $\mu$  laiad ja 5—8  $\mu$  pikad, sileda värvitu või kergelt pruunika kestaga (joonis, 2)

Nimetatud liik esines mõningates põllumullaproovides ja kuivematelt niitudelt kogutud proovides. Kolbides arenes ta mitte toitelahuses, vaid isegi kuni 1 cm vedeliku pinnast kõrgemal kolvi seinal, eelistades valgusepoolset külge.

### 4. *Stratonostoc Linckia* f. *muscorum* (Ag.) Elenk.

Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars spec. I, pag. 595; Kossinskaja (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 226; — *Nostoc muscorum* Agardh (1812) Dispos. Alg. Suec., pag. 44; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 299; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 844.

Kolooniad algul kerajad, hiljem lamedad. Niidid kolooniates tihedalt. Trihhoomide limatuped kollakaspruunid, märgatavad vaid koloonia perifeersetes osades. Trihhoomid 3—4,5(5)  $\mu$  laiad, rakud lühi-tünjad, kuni kaks korda laisusest pikemad. Heterotsüstid peaaegu kerajad, 6—7  $\mu$  läbimõõdus, spoorid 4—8  $\mu$  laiad ja 8—12  $\mu$  pikad, sileda kollase kestaga.

Vorm arenes kultuurides nii vedeliku pinnal kui ka klaasil. Esineb kuivemates kasvukohtades hõreda taimkattega mullal (liiv- ja saviliivmuldadel, pH 5—6)

---

Joonis. 1 — *Amorphonostoc punctiforme*. 2 — *Amorphonostoc paludosum*. 3 — *Anabaena variabilis*. 4 — *Cylindrospermum michailovskoense*. 5 — *Cylindrospermum muscicola*. 6 — *Symploca muscorum*. 7 — *Microchaete tenera*. 8 — *Tolypothrix fasciculata*. 9 — *Plectonema Tomasinianum*.

## 5. *Stratonostoc commune* f. *sphaericum* (Vauch.) Elenk.

Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars. spec. I, pag. 613; Kossinskaja (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 229; — *Nostoc sphaericum* Vaucher (1803) Hist. Conierves d'eau douce, pag. 222; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 301 excl. var. *flagelliforme* (Berk. et Curt.) Born. et Flah.; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 845 excl. var. *flagelliforme*.

Kultuuris kolooniad kuni 1 mm läbimõõdus, kerajad. Koloonia lima värvuseta, kolooniate perifeerses osas tihe. Trihhoomide limatuped ebaselged. Trihhoomid omavahel üsna tihedalt põimunud. Rakud lühi-tünjad või peaaegu ümmargused, 3—4,5  $\mu$  läbimõõdus, oliiv- kuni sinirohelistelised. Heterotsüstid veidi pikergused või ümmargused, 4,5—6  $\mu$  läbimõõdus (mõnikord ka veidi nurgelised). Spoorid ellipsoidsed, 5  $\mu$  laiad ja 5,5—7  $\mu$  pikad, sileda, noorelt värvuseta, vanemalt pruunika kestaga.

Vorm esines üsna sageli põllumuldades (leostunud kamar-karbonaatmullad), pH 5,5—6,5.

Kultuurides arenes vaadeldud vorm sageli üsna massiliselt, moodustades nii kolvi seintel kui ka toitelahusel väikestest kolooniatest koosneva tiheda kihi. Trihhoomid asetsevad kolooniates tavaliselt väga tihedalt ja limatuppesid õnnestus meil näha ainult pärast värvimist metüleensinisega.

## 6. *Anabaena variabilis* Kütz.

Kützing (1843) Phyc. Gener., pag. 210; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 317, fig. 363; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 876; Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars spec. I, pag. 695; Kossinskaja (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 244.

Trihhoomid esinevad põimikutena, on tavaliselt mitmeti kõverdunud ja enamasti limatuppedeta. Rakud mustjasrohelse sisuga, tünjad, 4—6  $\mu$  laiad ja 4,5—6  $\mu$  pikad (vormil vastavalt 2,5—3,5  $\times$  2,5—4  $\mu$ ) Heterotsüstid kerajad või pikergused, 6  $\mu$  laiad ja kuni 8  $\mu$  pikad. Spoorid mitmekarpa, heterotsüstidest eemal, ellipsoidsed, 7—9  $\mu$  laiad ja 8—10,5  $\mu$  pikad või peaaegu kerajad, 7—8  $\mu$  läbimõõdus (noored?), sileda, enamasti värvuseta kestaga (harva kest kollakaspruun) (joonis, 3)

*Amorphonostoc punctiforme* kõrval üks tavalisemaid liike. On nähtavasti kohanenud eluks väljaspool veekeskkonda, sest kultuurides arenes ta hästi ainult klaaside seintel ja vedeliku pinnal vetikatekirmes. pH 5,0—7,5. Paremini näis arenevat kõrgema pH-ga (6,5—7,5) muldadest kogutud materjal (toitelahuse pH reguleeriti sellele vastavalt) Analoožilisi tulemusi on oma uurimustes saanud ka M. M. Hollerbach (1936) ja L. M. Zäuer (1956) Kiviõli lähedusest õhukeselt rähkmullalt (pH 7,5) lutsernipõllult kogutud proovis arenes koos tüüpilise *Anabaena variabilis*'ega liigi kitsamaniidiline ja väiksemaspooiline vorm f. *tenuis* Popova. Peale nende esines kultuuris niite, mis olid oma tunnustelt tüüpilise ja f. *tenuis* vahepealsed. Mitmetel niitidel võis jälgida spooride teket. Rakk, millest hakkas tekkima spoor, venis kuni 8  $\mu$  pikkuseks ja võttis piklik-ellipsoidse

kuju. Hiljem pikenesid spoorid kuni  $10\ \mu$  pikkusteks ja nende sisu omandas spoorile tüüpilise teralise ilme.

### 7. *Cylindrospermum muscicola* Kütz.

Kützing (1845—1849) Tab. phycol., I, pag. 53, tab. 98, fig. 1; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 336; Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars, spec. I, pag. 827; Kossinskaja (1953) in Onp. преснов. водор., 2, pag. 290, fig. 171, 2.

Kolooniad mustjasrohelistel, limased. Trihhoomid  $3\text{--}4,5\ \mu$  laiad, pole rakuvaheseinte kohal soonistunud. Rakud kahvatu-sinirohelistel, silinderjad või peaaegu võrdse pikkuse ja laiusuga,  $3,6\text{--}5\ \mu$  pikad. Heterotsüstid pikergused,  $4\ \mu$  laiad ja  $5\text{--}7\ \mu$  pikad. Spoorid üksikult,  $9\text{--}12\ \mu$  laiad ja  $10\text{--}18\ \mu$  pikad, sileda pruunika kestaga (joonis, 5).

Liik arenes väga massiliselt peamiselt väetatud põldudel, eriti kartulipõldudel. Kohati oli mullapind kartulivartest tugevasti varjutatud, vetikate arengut see aga märgatavalt ei mõjutanud. Sügiseks arenes niitide põimikutes massiliselt spoore, mistõttu mulda kattev niidistik muutus sügiseks pruunikasrohelisteks. Huvitav on märkida, et sama liik arenes massiliselt ka mineraalväetisi saanud aiapinnal. Kultuuride erinevus maapinnal esinevale niidistikule mingit mõju ei avaldanud. Küll aga esines paksem (ca 1 mm) vetikatekihi kõrgematest puudest varjutatud mullal. Nähtavasti soodustasid siin vetikate arengut paremad niiskustingimused.

### 8. *Cylindrospermum michailovskoense* Elenk.

Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars spec. I, pag. 830, fig. 242; Kossinskaja (1953) in Onp. преснов. водор., 2., pag. 290.

Põimikud mulda katvate limaste tompudena või õhukese kilena, sinirohelistel. Trihhoomid kahvatu-sinirohelistel,  $3,5\text{--}5\ \mu$  laiad, pole vaheseinte kohal soonistunud. Rakud silinderjad,  $6\text{--}7,2\ \mu$  pikad, harvemini  $4,5\text{--}5\ \mu$  pikad. Trihhoomi otsarakud teistest vegetatiivsetest rakkudest ei erine. Heterotsüstid on pikergused,  $5\text{--}6(7)\ \mu$  laiad ja  $7\text{--}8(12)\ \mu$  pikad, harvemini peaaegu kerajad. Spoorid tiheda, värvuseta kestaga, lai- või piklik-ellipsoidsed, noorelt silinderjad,  $8\text{--}13,2\ \mu$  laiad ja  $12\text{--}32,6\ \mu$  pikad, üksikult, harva kahe- või kolmekaupaga (joonis, 4)

Nimetatud liik esines 1957 aasta sügisel massiliselt Tartu Linnukasvatus-Haudejaama läheduses kartulipõllul, kus ta moodustas varjulisemate vagude külgedel laialdasi tume-sinirohelisi kirmeid (pH 6,5, leostunud kamar-karbonaatmuld — keskmine liivsavi)

### 9. *Microchaete tenera* Thur.

Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 279; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 668; Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars spec. I, pag. 878; Kossinskaja (1953) in Onp. преснов. водор., 2, pag. 301.

Niidi  $6,2\text{--}7(8,5)\ \mu$  laiad, kuni 1 mm pikad, asümmeetrilised, mitmeti kõverduvad, esinevad kas üksikult või väikeste gruppidega, alumises osas lamavad ja kas substraadi või teineteise

külge kinnitunud, kõrgemal aga tõusvad ja radiaalse asetusega. Niitude limatuped homogeenised, õhukesed, värvusetud. Trihhoomi laius 4—6  $\mu$ . Trihhoomi alumises osas rakud enam-vähem ruutjad või silinderjad, pole vaheseinte kohal soonistunud, tipu läheduses aga on rakud tugevasti lühenenud, enamasti tünjad ja vaheseinte kohal selgelt soonistunud. Heterotsüstid basaalselt ja interkalaarselt, lähedaste vegetatiivsete rakkude laiused, ümarad, nurgelised või silinderjad. Spoorid silinderjad, basaalselt ja interkalaarselt, 6—7 (7,5)  $\mu$  laiad ja 12—16 (17)  $\mu$  pikad, pruunika kestaga, esinevad üksikult või kahekaupa (joonis, 7).

Leitud Kalvi puhkekodu pargist puude alt kogutud lehemullalt. Kultuuris arenes *M. tenera* klaasi külgedel. Üksikute niitude tuppudel võis värvimisel märgata ka nõrgalt lehterja kihilise esinemist.

#### 10. *Tolypothrix fasciculata* Gom.

Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 260; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 734, fig. 459b, Kossinskaja in Elenkin (1938) Monogr. Cyanophyc., pars spec. I, pag. 960, fig. 283b; Kossinskaja (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 333.

Niitude põimikud tumepruunid, niidid 8—10  $\mu$  laiad ja kuni 600  $\mu$  (1 mm) pikad, alumised osad lamavad, kõverdunud ja omavahel põimunud, keskmises ja ülemises osas aga tõusvad ja omavahel paralleelsed, sageli teritunud kimpudeks kleepunud. Harunevad ohtralt. Limatuped õhukesed, tumekollased või värvusetud, harude alusel sageli puhetunud. Klooertsink-joodiga sinist reaktsiooni ei anna. Trihhoomid 7—8  $\mu$  laiad, sinirohelised, alumises osas laiusest pikemate, vaheseinte kohal nõrgalt soonistunud rakkudega. Niidi ülemises osas rakud laiusest lühemad, 8—10  $\mu$  laiad, vaheseinte kohal selgelt soonistunud. Rakkude pikkus 4—16 (18)  $\mu$ . Heterotsüstid üksikult või paarikaupa, vegetatiivsete rakkude laiused (joonis, 8).

Vaadeldud liik esines Purtse jõe kaldalt ristikupõllult kogutud mullas ja Kalvi lähedusest paekalda-alusest laialehisest lehtmetsast kogutud mullas. Vanematel niitudel on limatupp ülemises osas sageli lehterja kihiliseusega. Kultuuris arenes *T. fasciculata* nii klaasil kui ka toitelahuse pinda katvas vetikatekihis. Võrdlemisi haruldane liik. NSV Liidus senini leitud Koolal ja Kaukaasias niisketelt kaljudelt.

### Selts *Oscillatoriales*

#### 11. *Oscillatoria chlorina* (Kütz.) Gom.

Gomont (1892) Monogr. d. Oscillariées, II, pag. 223; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 361; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 951; Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., pars spec., II, pag. 1298; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 431.

Trihhoomid esinevad väga hõredate põimikutena. Põimikutes trihhoomid sirged või kõverdunud, kollakasrohelist, 3,5—4 (4,6)  $\mu$  laiad, pole vaheseinte kohal soonistunud. Otstes trihhoo-

mid ei ahene, on sirged või kõverdunud. Rakud gaasivakuoolideta, 3,7—7  $\mu$  pikad, rakuvaheseinte-äärne granulatsioon puudub. Mõne- del niitidel tipus ümarad värvuseta põied.

Leitud Valgejõe-äärselt niidult Loksa läheduses. Kultuuris arenes nii toitelahuse pinnal vetikatekihis kui ka toitelahuses mullaosakestel. Paljud niidid olid tihedalt ristitriibulised. Kõige iseloomulikumateks tunnusteks on trihhoomide kollakasroheline värvus ja omapäraste limapõite esinemine niidi tipus.

### 12. *Oscillatoria amphibia* Ag.

Gomont (1892) Monogr. d. Oscillariées, II, pag. 221, tab. VII, fig. 4—5; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 364; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 966; Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., pars spec. II, pag. 1326; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 437.

Trihhoomid sirged või kõverdunud, esinevad ere-sinirohelistes põimikutes. Trihhoomide laius 2—3,5  $\mu$ , vaheseinte kohal soonistust ei esine. Kummalgi pool rakuvaheseina sageli kaks helen- duvat terakest. Rakkude pikkus on 2—3 korda laisusest suurem. Tipurakud ümardunud, pole peajad.

Liik esines Rannu (Kiviõli raj.) lähedalt niidult kogutud mullas. Kultuuris niidid pendeldasid üsna intensiivselt, pööreldes samal ajal ümber niidi pikitelje.

### 13. *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom.

Gomont (1892) Monogr. d. Oscillariées, II, pag. 164, tab. IV, fig. 16; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 377; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 999; Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., pars spec. II, pag. 1439; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 477.

Niidid väikestes, mustjasrohelistes põimikutes. Trihhoomid korrapäratult kõverdunud, vaheseinte kohal soonistusega, kah- vatu-sinirohelised, otstes ei ahene. Trihhoomi laius umbes 1,5  $\mu$ , raku pikkus laisusest veidi väiksem või suurem. Tuped laialivalguvad, värvusetud, ei värvu kloortsink-joodis siniseks. Trihhoomide tipurakud ümardunud.

Üks tavalisematest mullavetikatest. Kultuuris arenes toite- lahuse pinnal, moodustades koos *Anabaena variabilis*-ega lahuse pinda katva vetikatekihi. Leitud kuivades liivmuldades, paepaal- sel rähkmullal ja ka turbamullas (pH 4,5—7,0).

### 14. *Phormidium molle* (Kütz.) Gom.

Gomont (1892) Monogr. d. Oscillariées, II, pag. 163, tab. IV, fig. 12; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 378; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 1000; Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., II, pag. 1452; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 481.

Põimikud ere-sinirohelised, niidid sageli peaaegu sirged. Trihhoomid ere-sinirohelised, 2,7—3,2  $\mu$  laiad, vaheseinte kohal selgelt soonistunud, otstes ei ahene. Tuped värvusetud, laiali- valguvad, kloortsink-joodiga ei värvu siniseks. Rakkude pikkus 3—8  $\mu$ , sisu vaheseinte ääres homogeenne.

Leitud Kahala läheduses liivmullal, Kalvi puhkekodu pargis puude all lehekõdul ja Puhtulaiul hoonete läheduses puude all (leg. A. Kalda) Kultuurides arenes peamiselt toitelahuse pinnal.

### 15. *Symploca muscorum* (Ag.) Gom.

Gomont (1892) Monogr. d. Oscillariées, II, pag. 110, tab. II, fig. 9; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 391; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 1122; Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., pars spec. II, pag. 1543; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 507.

Niidid enamasti kõverdunud ja omavahel tihedalt põimunud, moodustades püstisi kimpe. Niitude põimikute värvus on väga varieeruv. muutudes kollakas-sinirohelistest kuni peaaegu mustani. Trihhoomid 5—9  $\mu$  laiad. Tuped õhukesed, kuni 2  $\mu$  paksused, tugevad või laiali valgunud, värvuvad mõnikord kloortsinkjoodi mõjul siniseks. Rakkude pikkus laiusega võrdne kuni kaks korda laiusest suurem. Tipurakud enamasti lai-ümardunud, mõnikord ümardunud-koonusjad, nõrgalt paksenenud välisseinaga (joonis, 6).

Leitud EPA õppe-katsemetskonnas sihil mullapinnal suurte laikudena. Samas esines liik ka mulla ülemises, 2 cm sügavuses kihis.

### 16. *Lyngbya Lagerheimii* (Möb.) Gom. f. *edaphica* (Hollerb.) Elenk.

Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., pars spec. II, pag. 1578; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 522.

Niidid väga pikad, tihedalt põimunud, korrapäratult spiraalselt kõverdunud või peaaegu sirged. Trihhoomid kogu ulatuses 2—2,8  $\mu$  laiused, kahvatu-sinirohelistes, vaheseinte kohal soonistunud ei ole. Limatuped õhukesed, trihhoomide otstes hästi märgatavad. Rakud 1,5—3  $\mu$  pikad, peeneteralise sisuga, tipurakud ümardunud.

Leitud Kalvi läheduses paekalda-alusest metsast lehekõdult. Kultuuris arenes klaasil ja toitelahuse pinnal.

### 17. *Lyngbya versicolor* (Wartm.) Gom.

Gomont (1892) Monogr. d. Oscillariées, II, pag. 147; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 404; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 1059; Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., pars spec. II, pag. 1616; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 537.

Niidid tihedalt põimunud, sirged või kõverdunud, 5—5,5  $\mu$  laiad. Trihhoomid 2,8—3,5  $\mu$  laiad, kogu ulatuses sama laiusega, pole vaheseinte kohal soonistunud. Tuped värvuseeta või vananedes kollakad, värvuvad kloortsinkjoodi mõjul siniseks. Rakud 2—6  $\mu$  pikad, homogeense sisaldisega, tipurakud ümardunud.

Leitud Purtse lähedusest põllult (rähkmuld). Kultuuris arenes klaasil. Kirjanduse andmetel võib vaadeldud liigil olla rakkude sisu vaheseinte ääres teraline. Kultuuris arenenud niitude rakud olid eranditult homogeense sisuga.

### 18. *Lyngbya aerugineo-coerulea* (Kütz.) Gom.

Gomont (1892) Monogr. d. Oscillariées, II, pag. 146, tab. IV, fig. 1—3; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 408; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 1062; Elenkin (1932) Monogr. Cyanophyc., pars spec. II, pag. 1644; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 545.

Niidid sirged või mitmeti kõverdunud. Tuped õhukesed, kuid selgelt märgatavad, homogeensed, ei värvu kloortsinkjoodi mõjul

siniseks. Trihhoomid kahvatu-sinirohelised, 4,5—6  $\mu$  laiad, rakud kas võrdse laiuse ja pikkusega või laiusest kuni 2 korda lühemad. Tipurakud ümardunud või lame-koonusjad, nõrgalt paksenenud kestaga. Rakkudes mõnikord 1—2 suuremat helendavat terakest.

Leitud Puhtulaiult metsa alt niiskelt lehekõdult ja Kunda lähedusest puisniidult. Kultuuris arenes toitelahuses mullal üsna rikkalikult.

19. *Microcoleus vaginatus* (Vauch.) Gom. f. *polythrichoides* (F. E. Fritsch) Hollerb.

Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., pars spec., II, pag. 1751; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 586.

Niidid esinevad mullas ja kultuurides üksikult. Tüped algul õhukesed, pruunikad, vanematel niitudel aga paksud, laialivalguvad ja värvuseta. Trihhoomid ere-sinirohelised, 3,5—6  $\mu$  laiad, ühes tipes sageli mitme paralleelse või kõisjalt keerdunud kimbuna. Rakkude pikkus laiusest 2 korda väiksem kuni poolteist korda suurem. Tipurakud mõnikord peajad.

Kirjeldataud vorm esineb kohati niisketes metsaalustes, puisniitudel ja turvasmullal. Vesikultuurides arenes vorm väga halvasti, toitelahusega niisutatud mullal aga võis ta muutuda ainuvalitsevaks. Mõningates leiukohtades esines vorm ka samblikel.

20. *Plectonema Tomasinianum* (Kütz.) Born.

Gomont (1892) Monogr. Oscillariées, II, pag. 99; Geitler (1925) in Pascher's Süßwass.-Fl., 12, pag. 248, fig. 294; Geitler (1932) in Rabenhorst's Kryptog.-Fl., 14, pag. 688; Elenkin (1949) Monogr. Cyanophyc., pars spec., II, pag. 1779; Poljansky (1953) in Опр. преснов. водор., 2, pag. 595.

Põimikud oliivrohelist kuni mustjaspruunid. Niidid mitmeti kõverdunud ja omavahel tihedalt põimunud, enamasti kahekordsete ebaharudega. Niidi laius 11—17  $\mu$ , tüped kuni 3  $\mu$  paksud, kihilised, algul värvuseta, hiljem kollakaspruunid. Trihhoomide laius 9—15  $\mu$ , rakkude pikkus 3—9  $\mu$ . Vaheseinte ääres rakusisul teraline. Tipurakud ümardunud (joonis, 9)

Leitud Tartus Soinaste tn. aias mullal märgatavate laikudena.

#### KIRJANDUS

- Allison, F. E., Morris, H. J. 1930. Nitrogen Fixation by Blue-Green Algae. Science 71. 221—223.
- Bristol, B. M. 1919. On the Retention of Vitality by Algae from Old Stored Soils. New Phytolog. 18, 3—4.
- Cedercreutz, C. 1941—1942. Beitrag zur Kenntnis der Felsenalgen in Finnland. Memor. Soc. Fauna et Flora Fenn. 17, 105—121.
- Cedercreutz, C. 1955. Vergleich zwischen der Algenvegetation an den Felsen Süd- und Mittelfinnlands und an den Felswänden in der alpinen Region Lapplands. Acta Soc. F et Fl. Fenn. 72, 2.
- Cedergren, G. 1939. Aerofila alger. Botaniska Notiser, H. 1.
- Chapman, V. J. 1941. An Introduction to the Study of Algae.
- Drewes, K. 1928. Über die Assimilation des Luftstickstoffes durch Blaualgen. Centralbl. für Bakteriolog. Abt. II, Bd. 76, № 1—7.

- Ercegovič, A. 1925. Litofitska vegetacija vapnenaca i dolomita u Hrvatskoj. Acta Inst. Bot. R. Univ. Zagreb. Vol. I, 64—114.
- Esmarch, F. 1911. Beitrag zur Cyanophyceenflora unserer Kolonien. Jahrb. d. Hamburg. Wiss. Anst. 28, 3, 63—82.
- Esmarch, F. 1914. Untersuchungen über die Verbreitung der Cyanophyceen auf und in verschiedenen Böden. Hedwigia 55, 4—5.
- Fritsch, F. E. 1922. The Terrestrial Algae. Journ. of Ecology 10.
- Graebner, P. 1895. Studien über die norddeutsche Heide. Engler's Bot. Jahrbücher 20, 500—654.
- Gutwinski, e. 1909. Flora algarum montium Tatrensiu. Bull. de l'Acad. des Sciences de Cracovie, 4.
- Hortobágyi, T. 1955. Zwei Bodenblüten auf der Grossen Ungarischen Tiefebene. Acta Bot. Ac. Scient. Hung. II, 1—2, 77—82.
- Häyrén, E. 1941. Die Algenvegetation der Sickerwasserstreifen auf den Felsen in Südfinnland. Comm. Biol. Soc. Scient. Fenn. VII, 15, 189—194.
- Häyrén, E. 1947. Die Mikrovegetation an den Wuchsplätzen von *Buxbaumia aphylla* und von *Siphula ceratites*. Ein Beitrag zur Kenntnis der Luftalgen. Comment. Biol. Soc. Scient. Fenn. IX, 7.
- Jacobsen, H. C. 1910. Kulturversuche mit einigen niederen Volvocaceen. Zeitschr. f. Bot. 2.
- Krieger, W. 1931. Algenassoziationen von den Azoren und aus Kamerun. Hedwigia 70, 1—2, 140—156.
- Malta, N. 1926. Die Kryptogamenflora der Sandsteinfelsen in Lettland. Acta Horti Bot. Univ. Latv. I, 1, 13—32.
- Petersen, J. Boye. 1935. Studies on the Biology and Taxonomy of Soil Algae. Dansk Bot. Arkiv, 8, 9.
- Reinke, J. 1903. Botanisch-geologische Streifzüge an den Küsten des Herzogtums Schleswig. Wissenschaft. Meeresunters. 8, Ergänzungsheft.
- Rosa, K. 1957. Výzkum mikroedafonu ve smrkovém porostu na Pradědu. Acta rer. nat. distr. Ostraviensis XVIII, 1, 17—75.
- Schade, F. A. 1912. Pflanzenökologische Studien an der Sächsischen Schweiz. Bot. Jahrb. 48, 119—210.
- Schade, F. A. 1923. Die Kryptogamischen Pflanzengesellschaften an den Felsenwänden der Sächsischen Schweiz. Ber. Deutsch. Bot. Gesellsch. 41, 49—59.
- Strøm, K. M. 1926. Norwegian Mountain Algae. Skrift. Norsk. Vidensk. Ak. I. Mat.-nat. Kl. Bd. 2, 1—264.
- Zehnder, A. 1953. Beitrag zur Kenntnis von Mikroklima und Algenvegetation des nackten Gesteins in den Tropen. Ber. Schweiz. Bot. Ges. 63, 5—26.
- Warming, E. 1904. Bidrag til Vadernes, Saudenes og Marskens Naturhistorie. Danske Vid. Selsk. Skrift. 7. R. Nat.-Math., 2, 1.
- Арнольди В. М. 1925. Введение в изучение низших организмов.
- Большев Н. Н., Манучарова Е. А. 1947. Распределение водорослей в профиле некоторых почв пустынной зоны. Вестник Моск. Унив. 8.
- Ваулина Э. Н. 1956. Состав и распределение водорослей в некоторых характерных почвах БССР. Авторефер. дисс.
- Голлербах М. М. 1936. К вопросу о составе и распространения водорослей в почвах. Тр. Бот. Инст. АН СССР, II сер., 3.
- Голлербах М. М., Новичкова Л. Н., Сдобникова Н. В. 1956. Водоросли такыров. Сб.: Такыры западной Туркмении и пути их с.-х. освоения.
- Зауер Л. М. 1956а. К познанию водорослей растительных ассоциаций Ленинградской области. Тр. Бот. инст. АН СССР, II сер., 10.
- Зауер Л. М. 1956б. О водорослях некоторых почв степного Крыма в связи с вопросом о роли водорослей в жизни почв. Уч. Зап. Ленингр. ГУ № 213.
- Еленкин А. А. 1936. Синезелёные водоросли СССР. Общ. часть.

- Келлер В. А. 1926. Низшие растения на зональных почвах и столбчатых солонцах полупустыни. Растительный мир русских степей, полупустынь и пустынь. Очерки экологические и фитосоциологические.
- Матвиенко А. А. 1950. Почвенные водоросли заповедника «Лес на Ворскле». Уч. Записки Ленингр. ГУ, сер. биол., № 134.
- Сдобникова Н. В. 1958. К характеристике систематического состава водорослей такыров северной части Туранской низменности. Бот. Журнал 43, № 12.

## О ФЛОРЕ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ В ПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЭСТОНСКОЙ ССР

Э. Кукк

Резюме

Настоящая статья содержит первые данные о флоре синезеленых водорослей в почвах некоторых районов северной части Эстонской ССР. Изучение водорослей производилось на материале 40 почвенных образцов, собранных летом 1957 и 1958 г.г в районах Кивийыли, Раквере и Йыхви. Для сравнения использованы некоторые образцы из других районов Эстонской ССР. Пробы брались с поверхностного слоя почвы (от 0 до 5 см) и доводились в стерильных бумажных конвертах до воздушно-сухого состояния. В качестве питательной среды вначале применялись параллельно растворы Бристоль и Данилова, первый в составе: дист. воды 1000 мл,  $\text{NaNO}_3$  0,25 г,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,25 г,  $\text{MgSO}_4$  0,15 г,  $\text{CaCl}_2$  0,05 г,  $\text{NaCl}$  0,05 г,  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$  1 капля 1%-го раствора, второй: дист. воды 750 мл, почвенной вытяжки из листовой земли 250 мл,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  0,2 г,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,2 г. Так как в среде Данилова синезеленые водоросли развивались лучше, мы в дальнейшем отказались от параллельных серий со средой Бристоль. Сосудами служили колбы Эрленмейера и химические плоскодонные колбы объемом 100 мл. Самыми удобными в смысле проведения наблюдений оказались колбы Эрленмейера. В каждую колбу было налито 50 кубических см. раствора. Посев материала был произведен в октябре, в каждую колбу 1 или 2 см<sup>3</sup> почвы. С декабря до марта было использовано искусственное освещение.

Самыми богатыми оказались обработанные почвы, особенно слабо подзолистые суглинки и супески. На почвах, которые недавно получили органическое удобрение, наблюдалось массовое развитие водорослей в виде налета. В трех разных местах [Кивийыльский р-он — риховая почва на плитняке (известняке), Тартуский р-он — глинисто-песчаная и песчаная почва] на почве под картофелем и в огороде в городе Тарту к осени 1957 года наблюдалось массовое развитие *Cylindrospermum muscicola*. На обрабатываемых почвах часто были найдены еще *Amorphanostoc punctiforme*, *A. paludosum*, *Stratonostoc commune* f. *sphaericum*, *Anabaena variabilis*, *A. variabilis* f. *tenuis* и *Phor-*

*midium foveolarum*. Недалеко от Тарту развивалась на почве под картофелем *Cylindrospermum michailovskoense*.

Самыми бедными оказались пустошные почвы, лесная подстилка и почва под ней. В названных почвах преобладали зеленые водоросли *Stichococcus bacillaris*, *Chlorococcum humicola*, *Chlorella vulgaris* и виды *Vaucheria*. Из синезеленых водорослей встречались *Amorphonostoc punctiforme*, *Anabaena variabilis* и на почве в виде заметных дерновинок *Micococleus vaginatus* f. *polytrichoides* и *Symploca muscorum*.

Во второй части статьи приводится систематический список всех видов и форм синезеленых водорослей, обнаруженных в культурах или прямо на почве в виде заметных скоплений.

## ZUR BLAUALGENFLORA DER BÖDEN IM NÖRDLICHEN TEIL DER ESTNISCHEN SSR

E. Kukk

### Zusammenfassung

Vorliegende Arbeit enthält die ersten Angaben über die Blaualgenflora in den Böden einiger Rayons im Norden der Estnischen SSR. Das Untersuchungsmaterial lieferten 40 Bodenproben, die im Sommer 1957 und 1958 in den Rayons Kiviõli, Rakvere und Jõhvi gewonnen wurden; als Vergleichsmaterial dienten Proben aus anderen Rayons. Die Proben wurden der obersten Bodenschicht (in 0—5 cm Tiefe) entnommen und in sterilen Papiersäckchen bis zum lufttrockenen Zustand gebracht. Als Medien fanden anfänglich die Nährlösungen von Bristol und Danilow parallel Verwendung, erstere in folgender Zusammensetzung: destilliertes Wasser — 1000 ml,  $\text{NaNO}_3$  — 0,25 g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,25 g,  $\text{MgSO}_4$  — 0,15 g,  $\text{CaCl}_2$  — 0,05 g,  $\text{NaCl}$  — 0,05 g,  $\text{Fe}_2\text{Cl}_6$  — 1 Tropfen einer 1%igen Lösung und letztere: destilliertes Wasser — 750 ml, Auszug aus Lauberde — 250 ml,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  — 0,2 g,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  — 0,2 g. Da die Blaualgen in der Danilowschen Lösung besser gediehen, wurden im weiteren Verlauf der Untersuchungen die entsprechenden Serien mit der Bristolschen Lösung fallengelassen. Als Versuchsgefäße dienten Erlenmeyerkolben sowie runde Kolben mit flachem Boden und einem Rauminhalt von 100 ml. Für Beobachtungen am geeignetsten erwiesen sich Erlenmeyerkolben. In jeden Kolben kam 50 cm<sup>3</sup> Nährlösung. Die Aussaat des Untersuchungsmaterials erfolgte im Oktober und zwar kam 1 oder 2 cm<sup>2</sup> Boden in jeden Kolben. Von Dezember bis März war künstliche Belichtung der Versuchungskulturen erforderlich.

Die reichhaltigste Algenflora fand sich in bearbeiteten Böden, besonders in podsolierten Lehm- und Lehmsandböden. Auf Böden,

die kurz zuvor eine Gabe organischen Düngers erhalten hatten, zeigte sich eine massenhafte Entwicklung von Algen in der Art eines Belages. An drei verschiedenen Orten (Rayon Kiviõli — Riechboden auf dem Kalksteinplateau. Rayon Tartu — tonhaltiger Sandboden und Sandboden) auf Kartoffelland sowie in Gemüsegärten der Stadt Tartu war im Herbst des Jahres 1957 ein massenweises Auftreten von *Cylindrospermum muscicola* festzustellen. Auf bearbeiteten Böden fanden sich ausserdem häufig *Amorphonostoc punctiforme*, *A. paludosum*, *Stratonostoc commune* f. *sphaericum*, *Anabaena variabilis*, *A. variabilis* f. *tenuis* und *Phormidium foveolarum*. Unweit Tartu wurde auf Kartoffelland *Cylindrospermum michailovskoense* gefunden.

Äusserst arm war die Algenflora in Heideböden, Waldstreu und den darunter gelegenen Böden. In den genannten Böden überwogen die Grünalgen *Stichococcus bacillaris*, *Chlorococcum humicola*, *Chlorella vulgaris* und einige Arten von *Vaucheria*. Von Blaualgen kamen *Amorphonostoc punctiforme* und *Anabaena variabilis* vor, wie auch *Microcoleus vaginatus* f. *polythrichoides* und *Symploca muscorum*, die beide auf dem Erdboden deutlich wahrnehmbare Fadenpolster bildeten.

Der zweite Teil des Artikels bringt ein systematisches Verzeichnis aller Arten und Formen der Blaualgen, die in Kulturen oder auf dem Erdboden als sichtbare Flecke entdeckt wurden.