

Aini LINDPERE

KALTSIUM EESTI JÄRVEDE PROFUNDAALI PELOGEENIS

Eesti järvede muda keemilise koostise, sealhulgas kaltsiumisisalduse kohta leidub andmeid vähe (Veber, 1964; 1970a, b; 1973; Lindpere, 1977; Lindpere, Starast, 1977; Линдпере, 1974), ühtki uurimust pole kaltsiumi akumulatsiooni kohta veekogu aineriinget mõjustavas mudakihis — pelogeenis. Käesolev artikkel annab lühikese ülevaate Eesti järvede profun-daali pindmise mudakihi kaltsiumisisaldusest ja kaltsiumi põhilistest esinemisvormidest. Uurimus rajaneb umbes saja järve pelogeeni keemilise koostise kohta aastail 1971—1976 kogutud materjalil.

Materjal ja meetodika

Uuritud järved paiknevad hajali üle kogu Eesti (joon. 1), seega erinevates maastiku-tüüpides. Nad erinevad ka pindala (1—708 ha), sügavuse (maksimaalne 0,5—38 m), läbivoolutingimuste jt. tunnuste poolest. Need erinevused põhjustavad omakorda erinevusi järvede keemilistes, bioloogilistes jt. omadustes. Eesti järvede hüdrokeemilisest klassifikatsioonist (Simm, 1975) lähtudes on uuritud järvede seas kõik viis põhitüüpi: A — läbivoolujärved karbonaatsete muldadega moreensetel valgaladel, B — läbivoolu-järved soostunud valgaladel, C — läbivooluta järved sanduritasandikel, D — läbivoo-luta järved karbonaatsete muldadega alvaritel ja E — läbivooluta rabajärved.

Limnoloogilisest tüpoloogias (Mäemets, 1974) lähtudes on vaatluse all kuus järvede põhitüüpi: eutroofsed — Aheru 1366*, Elistvere 651, Jõksi 1224, Kaarepere Pikk- 569, Kaarna 1036, Kada- 1157, Kaiavere 571, Kallete 1331, Karula Pikk- 1319, Karula Rebase- 1340, Keeri 841, Kikka 1521, Lavatsi 851, Liin- 1404, Linaleo 1167, Lõõdla 1241, Mõrtsuka 1012, Nõo Karu- 935, Nõo Väike Karu- 936, Nõuni 1013, Orava 1304, Pangodi 1006, Partsi Kõrtsi- 1128, Peta- 1166, Pika- 1078, Pikri- 1171, Pilkuse 1042, Prossa 568, Päidla Ahven- 1022, Päidla Suur- 1021, Päidla Kõver- 1015, Püha- 1053, Ruhi- 993, Rõuge Suur- 1403, Räätsma 276, Saad- 653, Sikuti 1113, Soits- 652, Suur Saar- 1345, Tollari 1336, Tsolgo Must- 1280, Viisjaagu 924, Vissi 927 ja Ahijärv 1360; düseutroofsed — Alakonu 1354, Hindaste 286, Järveküla 622, Järveotsa 401, Koigi 715, Konsu 279, Kurtna Nõmme- 274, Kuulja 1169, Leevati 1294, Mähkli 1338, Männik- 526, Solda 1303, Tihu 513, Tündre 1148, Uba- 1375, Usseaia-alune 1170 ja Vesikjärv 284; düstroofsed — Endla raba laugas, Holvandi Kivi- 1120, Kõvera- 1301, Meelva 1136, Nohipalu Must- 1298, Pakase 106, Pikamäe 1129, Saar- 1263, Tiklase 1457, Vanamõisa 974, Viroste 1123 ja Väike Saarjärv 1346; oligotroofsed — Ahne- 262, Hino 1555, Jõuga Lina- 349, Karsna 1275, Koorküla Valg- 1180, Nohipalu Valge- 1297, Pahi- 1531, Pesu- 350, Piigandi 1084, Pulli- 1552, Rooni 1160, Tsolgo Pikk- 1282, Udsu 1177, Viitna Lina- 38, Viitna Pikk- 39 ja Väike Palkna järv 1571-l; semidüstroofsed — Kirikumäe 1447, Uljaste 141, Viitina 1415 ja Väikjärv 1409 ning alkalitroofsed —

* Järve number H. Riikoja (Kask, 1964) järgi.



Joon. 1. Vaatlusaluste järvede paiknemine. ○ — kaltsiiti mitteakumuleerivad, ● — kaltsiiti akumulatsiooniga veekogud.

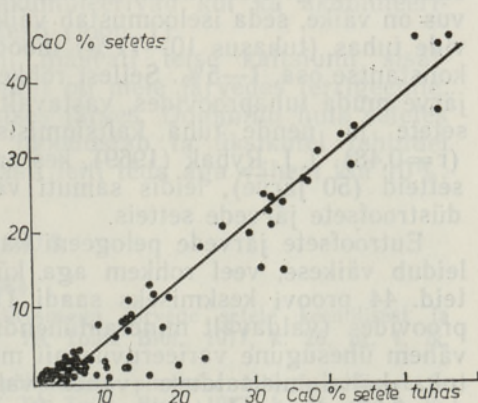
Riisipere Valge- 290, Äntu Roheline 437, Äntu Sini- 436 ja Äntu Valgjärv 438. Erineva troofsusega järved paiknevad eri piirkondades. Eesti NSV linnoloogilise rajoneeringu autor on A. Mäemets (1976).

Iga järve sügava osa pindmisest, kuni 20 cm sügavusest settekihist võeti proov Ruttneri batomeetriga. Järvesetete keemiline analüüs tehti ZBI geobiokeemialaboratooriumis. Kaltsium määrati trilonomeetriselt setteproovide tuha (tuhastamistemperatuur 500 °C) soolhappelahusest. Tema sisaldus on esitatud kaltsiumoksiidi huljana protsentides nii kuiva (kuivatamistemperatuur 105 °C) sette proovis kui ka selle tuhas. Setete mineralogiline koostis määrati TRU mineraloogiakabinetis röntgendifraktomeetrisel meetodil (Утчал, 1971).

Tulemused

Kaltsiumisisaldus. Eesti järvede profundaali pelogeenis leidub kaltsiumi väga erineval hulgal, 0,4 kuni 47%. Kaltsiumi poolest vaesem on Nohipalu Mustjärv, mille pelogeenis leidis seda 0,42% (veelgi vähem, 0,26%, on Endla raba lauka põhjasetetes). Kaltsiumirikkaamad on Äntu järved ja Riisipere Valgejärv.

Järvesetete mineraalses osas (tuhas) kõigub kaltsiumi hulk 0,7–57% vahel. Üldiselt kehtib seaduspärasus, mille kohaselt setete ja nende tuha kaltsiumisisalduse vahel valitseb tihe positiivne korrelatsioon ($r=0,96$, tõenäosus 95%).



Joon. 2. Järvesetete ja nende tuha kaltsiumisisalduse seos.

Seost illustreerivalt jooniselt 2 ilmneb, et paljud kaltsiumi tähistavad punktid ei asu sirgjoone lähedal, vaid sellest tunduvalt paremal. Ilmekalt avaldub see väikese kaltsiumisisaldusega (<3%) setete korral, mis näitab kaltsiumi suurt varieeruvust nende tuhas. Enamasti on ka viimane kaltsiumivaene, kuid mõningatel juhtudel on selles kaltsiumi palju, isegi kuni 23%.

Kaltsiumisisaldus eri tüüpi järvede profundaali pelogeenis

Järvetüüp	Proo- vide arv	Piir- väärtus	Aritmeetiline keskmine	Ruuthälve	Variat- siooni koefit- sient
CaO% setetes					
eutroofsed	44	0,61—34,2	11,0 (8,3—13,8)	10,0 (8,4—12,4)	91
düsetroofsed	17	0,66—24,2	3,44 (0,79—6,09)	5,33 (4,00—7,99)	155
oligotroofsed	16	0,53—2,78	1,00 (0,77—1,24)	0,48 (0,36—0,72)	48
düstroofsed	12	0,26—2,02	0,88 (0,61—1,15)	0,47 (0,33—0,75)	53
semidüstroofsed	4	0,81—1,61	1,16 (0,59—1,73)	—	—
alkalitroofsed	4	36,2—47,0	43,5 (35,6—51,5)	—	—
CaO% setete tuhas					
eutroofsed	44	1,27—44,0	16,4 (12,6—20,2)	13,7 (11,5—16,9)	83
düsetroofsed	17	0,71—34,3	8,90 (4,49—13,3)	8,86 (6,65—13,3)	97
oligotroofsed	16	1,27—10,4	3,57 (2,29—4,85)	2,57 (1,93—3,85)	72
düstroofsed	12	1,00—15,7	4,41 (1,65—7,18)	4,79 (3,47—7,72)	108
semidüstroofsed	4	2,25—3,50	3,01 (2,08—3,94)	—	—
alkalitroofsed	4	52,4—57,4	55,4 (51,5—58,3)	—	—

Erineva troofsusega järvede kaltsiumisisalduse andmeist (vt. tabel) nähtub, et kõige vähem kaltsiumi (keskmiselt 0,88%) leidub düstroofsete järvede mudas. Suhteliselt vähe varieeruvate andmete tõttu on variatsioonikoefitsient üks väiksemaid. Seevastu varieerub kaltsiumi hulk nende setete tuhas: rohkem kui pooltel juhtudel moodustab ta 1—2%, seevastu Endla raba lauka, Väikese Saarse järve, Tiklase, Vanamõisa ja Pakase järve setete tuhas on kaltsiumi tunduvalt rohkem — 4—16%. Setete ja nende tuha kaltsiumisisalduse vahel valitseb keskmine korrelatiivne seos ($r=0,66$). Setete tuhasisaldus on 6—67%.

Ka oligotroofsete järvede mudas leidub kaltsiumi vähe, 15 proovi kaltsiumihulk küündis 0,53—1,13%-ni, ainult Ahne järve mudas oli see suurem, 2,8%. Keskmiseks kaltsiumisisalduseks saadi 1%. Andmete hajuvus on väike, seda iseloomustab väikseim variatsioonikoefitsient. Ka proovide tuhas (tuhasus 10—71%) moodustab kaltsiumi väikese ja suhteliselt konstantse osa, 1—5%. Sellest rohkem oli kaltsiumi Rooni ja Jõuga Linajärve muda tuhaproovides, vastavalt 6,5 ja 10,4%. Oligotroofsete järvede setete ja nende tuha kaltsiumisisalduse vahel on mitteoluline seos ($r=0,48$). J. I. Rybak (1969), kes on uurinud erineva troofsusega järvede setteid (50 järve), leidis samuti väikseimad kaltsiumihulgad oligo- ja düstroofsete järvede setetes.

Eutroofsete järvede pelogeeni kaltsiumihulk on väga varieeruv, palju leidub väikese, veel rohkem aga küllalt suure kaltsiumisisaldusega setteid. 44 proovi keskmiseks saadi 11%. Kaltsiumi rohke esinemise tõttu proovides (valdavalt mineraalühendi koostises) on seletatav tema enam-vähem ühesugune varieeruvus nii mudas kui ka tuhas, mistõttu setete ja tuha kaltsiumisisalduse vahel valitseb tihe positiivne korrelatsioon ($r=0,96$). Proovide tuhasus on 21—84%.

Ka düsetroofsete järvede setteid iseloomustab väga varieeruv kaltsiumisisaldus. Uuritud järvede seas olid valdavad need, mille setetes oli

vähe kaltsiumi: 15 proovi andmeil 0,7—3,3% (ainult Kurtna Nõmmejärve ja Järveküla järve mudas oli seda rohkem, vastavalt 6,5 ja 24%). Setete mineraalses osas varieerus kaltsiumisisaldus enamikul juhtudel 0,7—14% vahel, ainult Tihu, Järveküla ja Männikjärve setete tuhas oli seda tunduvalt rohkem, vastavalt 20, 23 ja 34%. Setete ja nende tuha (tuhasus 12—71%) kaltsiumisisalduse vahel valitseb küllalt tihe seos ($r=0,77$).

Semidüstroofsete ja alkalitroofsete järvede setete kaltsiumisisalduse kohta on täpsemate üldistuste tegemiseks andmeid napilt. Kummagi järvetüübi toitumise iseärasusi, samuti nelja setteproovi keemilise analüüsi andmeid arvestades võib oletada semidüstroofsete järvede setete väikest ja alkalitroofsete järvede suurimat kaltsiumisisaldust.

Järvesetete kaltsiumisisalduse suur varieeruvus tuleneb peamiselt järvede erinevast toitumisest. Reeglipäraselt moodustuvad väikese kaltsiumisisaldusega setted järvedes, mille valgala on liivane või rabastunud. Kaltsiumi akumulatsioonid järvedes paiknevad seevastu lubisoolarohkete (karbonaatsete) muldadega moreensetel ja soostunud valgaladel ning alvaritel.

Kaltsiumi akumulatsiooni erinevused. Röntgendifraktomeetrilisel analüüsil leiti ühtede järvede setetes kaltsiiti, teistes mitte. Seda kaltsiumiühendite akumulatsiooni iseärasust arvesse võttes jaotuvad Eesti järved kahte rühma. Suurema osa, 60% uurituist, moodustavad need järved (kõik oligotroofsed, düstroofsed ja semidüstroofsed, enamik düseutroofseid ja osa eutroofseid), milles kaltsiumkarbonaadi märgatavat akumulatsiooni ei toimu. Nende profundaali põhjasetetes kaltsiiti ei leitud, ka ei «keenud» proovid soolhappe toimel. Kaltsiumisisaldus selle rühma setetes on väike, mitte üle 2—3%, peaaegu pooltes isegi alla 1%.

Teise rühma (40%) moodustavad need järved (alkalitroofsed, enamik eutroofseid ja neli düseutroofset), milles tekib ja akumulereb kaltsiit. Nende setteid iseloomustab väga varieeruv kaltsiumisisaldus — 2—47%. Mida kaltsiumirikkam on muda, seda enam neis kaltsiiti leidub, kusjuures see on valdavalt autohtoonne. Tema hulk pelogeeni kristalses faasis varieerub 3—100% vahel. Kaltsiumkarbonaadi tekkeks eriti soodsate limnoloogiliste tingimustega on Äntu järved, Riisipere Valge-, Saad-, Kaarepere Pikk-, Kaiavere, Nõo Karu-, Nõo Väike Karu-, Vissi, Viisjaagu, Keeri, Soits-, Prossa-, Päidla Suur-, Päidla Kõver-, Kaarna ja Järveküla järv. Loetletud veekogudes, kus setete tuha kaltsiumisisaldus ületab 25%, moodustab kaltsiit pelogeeni kristalse faasi enamiku, 80% ja rohkem. Nii kaltsiumkarbonaati mitteakumuleerivad kui ka akumulereivad järved paiknevad hajali üle kogu Eesti (joon. 1).

Röntgendifraktomeetrilisel analüüsil määrati teise kaltsiumi sisaldava kristalse ühendina dolomiiti. Dolomiit on meie järvedes terrigeenne. Teda leiti 21 eutroofses ja 2 düseutroofses järves. Dolomiidi hulk setetes on väike; mineraloogilisest koostisest moodustab ta üksikutel juhtudel 15%, ühel juhul (Liinjärv) 25%, enamasti leiti teda aga vähem kui 10%.

KIRJANDUS

- Kask, I. Eesti NSV järvede nimestik. Tln., 1964.
- Lindpere, A. Madala bioloogilise produktiivsusega järvede setete keemilisest ja mineraloogilisest koostisest. — ENSV TA Toim. Biol., 1977, k. 26, nr. 1, lk. 49—55.
- Lindpere, A., Starast, H. Saadjärve põhjasetete pindmise kivi keemilisest ja mineraloogilisest koostisest. — ENSV TA Toim. Biol., 1977, k. 26, nr. 3, lk. 225—231.
- Mäemets, A. On Estonian lake types and main trends of their evolution. — Estonian wetlands and their life. Tln., 1974, p. 29—62.

- Mäemets, A. Lake types as basis for the limnological division of the Estonian S.S.R. — Estonia. Regional studies. Tln., 1976, p. 63—70.
- Rybak, J. I. Bottom sediments of the lakes of various trophic type. — Ekol. polska, 1969, vol. 17, N 35, p. 611—662.
- Simm, H. Eesti pinnavete hüdrokeemia. Tln., 1975.
- Veber, K. Sapropel Eesti NSV järvedes. — EMMTUI teaduslike tööde kogumik IV. Eesti NSV sood. Saku, 1964, lk. 155—173.
- Veber, K. Järvemuda Eestis. — Eesti Loodus, 1970a, nr. 2, lk. 111—113.
- Veber, K. Mõningate Eesti järvede setted. — EMMTUI teaduslike tööde kogumik XX. Saku, 1970b, lk. 226—237.
- Veber, K. Põhjasetete geoloogiast ja levikust. — Võrtsjärv. Tln., 1973, lk. 33—36.
- Линдпере А. Химический состав поверхностного слоя сапропеля озер Вийтна. — ENSV TA Toim. Biol., 1974, k. 23, nr. 4, lk. 343—347.
- Утсал К. О технике и методике исследования глинистых минералов рентгеновскими методами. — Уч. зап. ТГУ. Тр. по геологии, 1971, т. 286, № 6, с. 3—51.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Zooloogia ja Botaanika Instituut*

Toimetusse saabunud
6. VI 1977

Айни ЛИНДПЕРЕ

КАЛЬЦИЙ В ПЕЛОГЕНЕ ПРОФУНДАЛИ ОЗЕР ЭСТОНИИ

Резюме

Содержание СаО в пелогене озер (97) Эстонии (рис.1) колеблется в пределах 0,4—47% (рассчитано на абсолютно сухое вещество). Зола проб содержит 0,7—57% СаО. Между этими показателями наблюдается тесная положительная корреляция (рис. 2); $r=0,96$.

Рентгендифрактометрическим методом установлено, что в 40% исследованных озер аккумулируется кальцит. К этой группе относятся все алкалитрофные, большинство эвтрофных и некоторые дисэвтрофные озера. Содержание СаО в пелогене озер этой группы варьирует в пределах 2—47%. Доля кальцита в их минералогическом составе равна 3—100%. Ко второй группе озер относятся те, которые не аккумулируют кальцит (все дистрофные, олиготрофные, семидистрофные, некоторые эвтрофные и большинство дисэвтрофных). Содержание СаО в пелогене этих озер ниже 3%.

В 23 озерах идентифицирован доломит, который в составе минералов не превышает 10%.

*Институт зоологии и ботаники
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
6/VI 1977

Aini LINDPERE

CALCIUM OF PROFUNDAL SURFACE SEDIMENTS IN ESTONIAN LAKES

Summary

The contents and forms of calcium in the upper layer of sediments (0—20 cm) from 97 lakes (Fig. 1) of the Estonian SSR were determined.

The sediments revealed significant variation in their calcium content, which varied from 0.4 to 47 per cent of CaO (of 110°C dry sediment weight). The CaO percentage of ash weight varied from 0.7 to 57 per cent. The correlation ($r=0.96$) between them was significant (Fig. 2).

It was determined by means of X-ray analysis that in 40 per cent of the investigated lakes accumulation of calcite takes place. All alkalitrophic, most of the eutrophic and some dyseutrophic lakes belong to this group. Their profundal surface sediments contain from 2 to 47 per cent of CaO. It was determined that, in the mineral composition of those sediments, calcite forms from 3 to 100 per cent. The other group contains lakes in which calcite does not accumulate; it includes all dystrophic, oligotrophic, semidystrophic, some eutrophic and most dyseutrophic lakes. The CaO content of sediments in that group of lakes is below 3 per cent.

Dolomite was found in the sediments of 23 lakes. It forms mostly up to 10 per cent of the mineral content.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Zoology and Botany*

Received
June 6, 1977