

JOUNI TUMMAVUORI, MARTTI AHO & SIRPA SIRONEN

## **TURPEEN IONINVAIHTO-OMINAISUUKSISTA. OSA III: ERÄIDEN KASVUTURPEIDEN IONINVAIHTO- OMINAISUUKSIEN VERTAILUA JA JÄÄDYTTÄMISEN VAIKUTUSTA SIIHEN**

### **ON THE ION-EXCHANGE PROPERTIES OF PEAT. PART III: COMPARISON OF THE ADSORPTION PROPERTIES OF PEAT MOSS AND THE EFFECT OF FREEZING ON THE PEAT**

TummaVuori, J., Aho, M. & Sironen, S. 1983: Turpeen ioninvaihto-ominaisuuksista. Osa III: Eräiden kasvuturpeiden ioninvaihto-ominaisuuksien vertailua ja jäädyttämisen vaikutusta siihen. (On the ion-exchange properties of peat. Part III: Comparison of the adsorption properties of peat moss and the effect of freezing on the peat.) — Suo 34: 13—16. Helsinki.

Turpeen ioninvaihto-ominaisuuksista. Osa III: Eräiden kasvuturpeiden ioninvaihto-ominaisuuksien vertailua ja jäädyttämisen vaikutusta siihen. — Suo 13—16. Helsinki. (The adsorption properties of peat mosses from different production areas and the effect of freezing on the adsorption properties have been studied.

Though the number of the samples studied was limited, one can observe that the production area did not have a decisive effect on the properties studied. The ion-exchange capacity increases slightly with increasing degree of humification. If peat moss is used as substrate, the low degree of humification is an advantage because that kind of peat has physical properties for the purposes mentioned.

Freezing has a small effect on the ion-exchange properties of peat. If the peat of high degree of humification is wetted and then freed it's ion-exchange capacity increases slightly, but it has no conclusive significance on the ion-exchange properties and the retention of the nutrients on the peat.

The accumulation of the radioactive strontium from the atmosphere to the peat may be due to the strong adsorption capability of that metal to the peat.

*J. TummaVuori, Aho, M. & Sironen S. Department of Chemistry, University of Jyväskylä, Kyllikinkatu 1—3, SF-40100 Jyväskylä 10, Finland.*

#### **JOHDANTO**

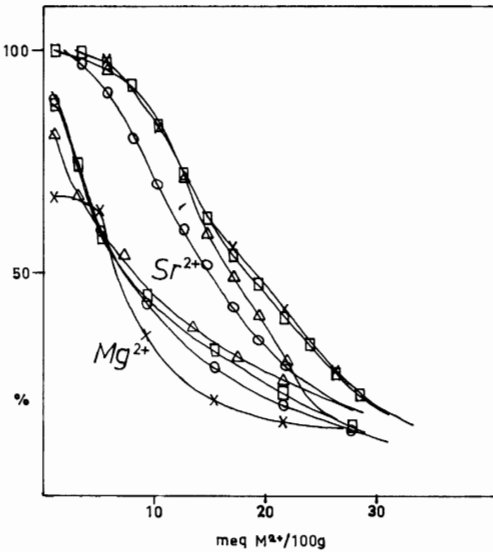
Aikaisemmissä tutkimuksissa tarkastelimme eri menetelmien merkitystä turpeen ioninvaihtotutkimuksissa ja eri ionien sitoutumisen säännönmukaisuutta ja keskinäistä järjestystä. Havaitimme, että erilaisilla turpeilla on eroja ionien sitoutumiskapasiteetin suhteen, mutta ionien sitoutumisjärjestys oli lähes sama turpeesta riippumatta (TummaVuori ja Aho 1980).

Koska kasvuturpeet nostetaan eri kentältä, herää kysymys onko eri tuotantoalueilla nos-

tetuilla turpeilla (H1—2) ratkaisevasti erilaiset ioninvaihtokyvyt, kun mittaukset suoritetaan esikäsittelemättömällä turpeella suhteellisen alhaisessa pH:ssa. Vertasimme myös maatunneen turpeen (H5—6) eroja vähän maatunneisiin turpeisiin (H1—2) ja turpeen jäädyttämisen vaikutusta adsorptioon.

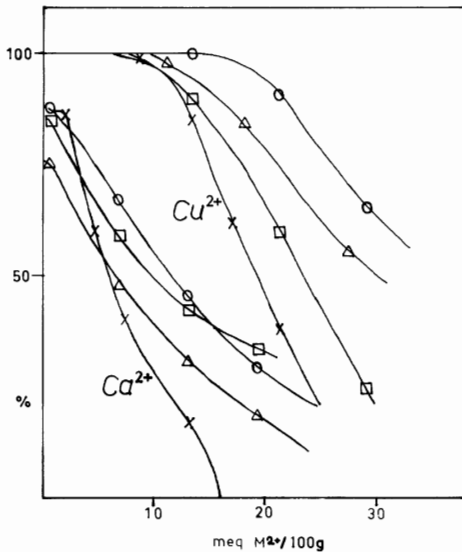
#### **AINEISTO JA MENETELMÄT**

Tutkimme kolmea eri kasvuturvetta, joiden maatumisasteet olivat H1—H2, ja jotka olivat eri tuotantokentiltä sekä maatumisastetta



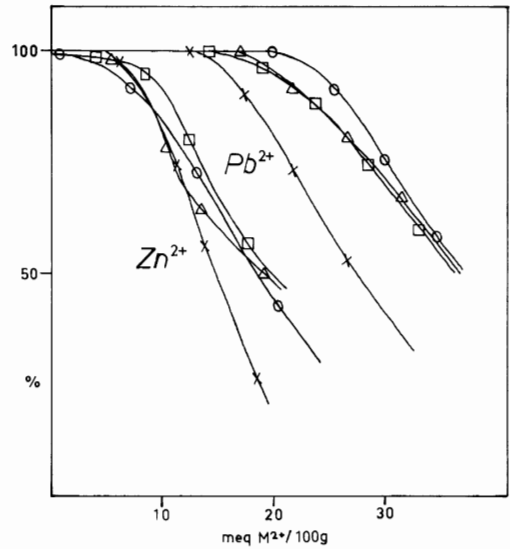
Kuva 1. Magnesium- ja strontiumioneilla adsorptio neljään eri kasvuturpeeseen ja maatuneeseen jyrstinturpeeseen. Tulokset on saatu pylväskokeilla. 0 = kasvuturve I,  $\Delta$  = kasvuturve II,  $\square$  = kasvuturve III, \* = polttoturve (jyrstinturve).

Fig. 1. The adsorption capacity of magnesium and strontium ions on the four peats of different kind expressed as percentages from the total metal content used after column experiments.  
Symbols 0 = peat moss I;  $\Delta$  = peat moss II,  $\square$  = peat moss III; \* = fuel peat.



Kuva 2. Kalsium- ja kupari(II)ionien adsorptiokapasiteetit.

Fig. 2. The adsorption capacity of calcium and copper(II) ions.



Kuva 3. Sinkki- ja lyijyionien adsorptiokapasiteetit.

Fig. 3. The adsorption capacity of zinc and lead ions.

H6—7 ja H4—6 olevia "tummia" turpeita. Tutkimuksissamme käytimme aiemmin esittämäämme pylväsmenetelmää, menetelmää 2, artikkelisarjan osassa I.

Edellisten tutkimustemme perusteella valitsimme seuraavat metalli-ionit,  $Mg^{2+}$  ja  $Ca^{2+}$  kalkin mukana tulevina ravinteina,  $Sr^{2+}$  sen muista maa-alkalimetalleista poikkeavan sitoutumisen vuoksi,  $Zn^{2+}$ , jota esiintyy runsaasti kasveissa.  $Cu^{2+}$ , koska se on voimakas kompleksin muodostaja siirtymäalkuaineena ja on tärkeä kivennäinen sekä  $Pb^{2+}$ , joka on myös voimakas kompleksin muodostaja sekä myrky luonnolle. Lisäksi jäädyttämiskokeissa oli yhdenarvoisena ionina kalium. Tutkimuksessa käytettyjen liuosten metalli-ionien pitoisuudet olivat seuraavat ppm:ä:

$$C_K^+ = 50 \quad C_{Mg^{2+}} = 50 \quad C_{Ca^{2+}} = 50 \quad C_{Sr^{2+}} = 250 \\ C_{Zn^{2+}} = 50 \quad C_{Cu^{2+}} = 100 \quad \text{ja} \quad C_{Pb^{2+}} = 200.$$

## TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Kuvissa 1—3 ovat tutkittujen ionien sitoutumisprosentit ilmoitettuna milliekvivalentteina 100 g kuivaa turvetta kohti, ja taulukossa 1 laskennalliset tulokset. Tuloksia tarkastellessa voidaan todeta, että kupari-ionilla saadaan suurimmat ionikapasiteettierot eri turpeiden välille. Tämä on osoitus kelatoivien aineiden määrän vaihteluista turpeissa. Asiaa vahvis-

Taulukko 1. Kolmen eri tuotantokentän kasvuturpeen (H1—2) ja polttojyrsinturpeen (H6—7) ioninvaihtokapasiteettien arvot eräille metalli-ioneille. Tulokset on saatu pylväskokeilla.

Table 1. The ion exchange properties of peats from different places of production areas. The adsorption capacity of some metal ions after column experiments. (See the first reference).

Peat	Metal ion																							
	Mg <sup>2+</sup>				Ca <sup>2+</sup>				Sr <sup>2+</sup>				Zn <sup>2+</sup>				Cu <sup>2+</sup>				Pb <sup>2+</sup>			
Sample	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Peat moss I H1—2	—	—	1,6	13,5	—	—	2,9	14,3	0,6	1,4	8,7	19,9	0,2	1,7	6,2	18,8	4,2	6,2	12,0	37,8	20,0	24,8	38,0	36,7
Peat moss II H1—2	—	—	1,7	13,8	—	—	1,8	9,0	0,5	1,7	8,1	18,6	1,6	2,3	6,6	20,0	2,9	4,2	10,0	31,5	14,4	20,8	37,0	35,7
					—	—	1,3	6,5					0	2,3	6,1	18,6	1,9	4,0	10,7	33,7				
Peat moss III H1—2	—	—	1,7	14,4	—	—	2,8	13,9	1,4	2,4	9,2	20,9	0,4	2,8	6,4	19,6	2,3	3,6	7,3	23,0	14,2	18,2	36,6	35,3
Fuel peat CS H6—7	—	—	1,2	9,7	—	—	1,4	6,7	2,0	2,8	9,1	20,7	1,4	2,4	4,7	14,4	2,5	3,5	6,4	20,2	12,0	16,2	27,9	27,0
			1,4	11,3																				

Symbols: 1. Binding percentage <99,5 % ( $\mu\text{g/g} \times 10^3$ ), sitoutuminen yli 99,5 % ( $\mu\text{g/g} \times 10^3$ )  
 2. " " <95 % " " yli 95 %  
 3. Total capacity " kokonaiskapasiteetti, "  
 4. " " ( $\mu\text{ekv/g} \times 10^1$ ) " ( $\mu\text{ekv/g} \times 10^1$ )

taa myöskin liijyionin jopa kuparia suurempi keskimääräinen sitoutuminen, mutta liijyioni ei ole yhtä selektiivinen eri turpeiden suhteen kuin kupari. Tulokset ovat sopusoinnussa aikaisempien tutkimuksiemme kanssa.

Kun tarkastellaan ionien kokonaiskapasiteettia  $\mu\text{ekv/g}$ , todetaan, että maatumisastetta H5—H6 oleva satunnainen vertailuturve sitoo keskimäärin 55—75 % kasvuturpeiden sitomasta määrästä. Poikkeuksen tekee strontiumi, jonka sitoutumiseen maatumisaste ei vaikuta ja jonka sitoutuminen on poikkeuksellisen suuri. Eri kasvuturpeiden ionien absorptiomiskyvyn välillä ei ole merkittäviä eroja muuta kuin kupari-ionin osalta. Ionien keskinäiseksi järjestykseksi H5—H6 turpeelle saimme  $\text{Ca} < \text{Mg} < \text{Zn} < \text{Cu} = \text{Sr} < \text{Sr} < \text{Pb}$  ja kasvuturpeille  $\text{Ca} < \text{Mg} < \text{Zn} = \text{Sr} < \text{Cu} < \text{Pb}$ , joten vain strontiumioni on vaihtanut järjestystä. Mutta toisaalta tutkimme saman suon pintaturvetta (H1—H2) ja syvemältä kaivettua turvetta (H4—H6). Totesimme, että maatunut turve sitoi hieman paremmin ionien ekvivalentimäärinä kuivaa turvemassaa kohti las-

Taulukko 2. Jäätymisen vaikutus turpeen ionien adsorptiokykyyn. Näytteet ovat tuotantokentän samasta pisteestä eri syvyyksiltä.

- A) jäädyttämätön  
 B) jäädytetty, kosteus 80 %  
 C) jäädytetty, kosteus yli 95 %

\*)Saavutettuaan kyllästymispisteen metalli-ionit alkoivat irrota nopeasti turpeesta eluointiliuoksellaan. Symbolit ovat samat kuin taulukossa 1.

Table 2. The effect of freezing on the ion-exchange properties. Samples are from the same point of the production area.

- A) Unfrozen,  
 B) Frozen with water content of 80 %  
 C) Frozen with water content more than 95 %

\*)After reaching the saturation point, the bonded ions begin to loose rapidly. Symbols are same as in Table 1.

Sample	Pre-treatment	Metal-ion							
		K <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Zn <sup>2+</sup>		Cu <sup>2+</sup>	
Symbol→		3	4	3	4	1	2	1	2
Peat moss H 1—2	A	0.61	1.6	1.3	6.5	0	2.3	2.2	4.1
	B	0.63	1.6	1.4	6.8	0.9—0.5	2.6	2.3	4.0
Fuel peat CS H 4—6	A	0.87	2.2	1.5	7.5*	0.3—0.9	2.4	2.0	3.7
	B	0.88	2.2	2.0	10.0	0.3—1	2.8	2.3	3.8
	C	0.83	2.1	1.9	9.3	0.2—1.3	3.4	4.0	5.2

kettuna. Kalium- sitoutui 27 %, kalsium- 13 %, sinkki- 11 % ja kupari-ioni noin 10 % paremmin maatumempaan turpeeseen kuin pintaturpeeseen, joka johtuu humusaineiden suhteellisen osuuden kasvusta verrattuna pintaturpeeseen. Vaikka aineisto on rajoitettu, niin voitaneen todeta, että kasvualustana ionien sitoutumisen suhteen ei maatumisasteella ole oleellista merkitystä, ja ”vaaleamman” turpeen eduksi tulevat sen huomattavasti paremmat fysikaaliset ominaisuudet kasvualustana. (Puustjärvi 1973).

Lisäksi tutkimme rajoitetulla ioni- että näytämäärillä jäätymisen vaikutusta ionien pidättäytymiskykyyn. Jäädettäminen suoritettiin  $-18^{\circ}\text{C}$ :ssa useampien viikkojen ajan. Tulokset ovat taulukossa 2. Kasvuturpeeseen ei jäädettämisellä ole vaikutusta. Maatumeen turpeen ionien adsorptiokyky keskimäärin kasvaa hieman, kun jäädätys suoritetaan kosteuspitoisuudella 80 %, ja 20—39 %, kun jäädätetyn turpeen kosteus oli yli 95 %. Jäädettäminen ei vaikuttanut kaliumionin sitoutumiseen.

## REFERENCES

- Puustjärvi, V., 1973: — Kasvuturve ja sen käyttö. — Turveteollisuusliitto, julkaisu 1:1—00.
- Tummavuori, J. ja Aho, M. 1980: On the Ion Exchange Properties of Peat. Part I: On the Adsorption of some Divalent Metal Ions ( $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Pb}^{2+}$ ) on the Peat. — *Suo* 31: 45—51 (and references there).
- Tummavuori, J. ja Aho, M. 1980: On the Ion-Exchange Properties of Peat. Part II. On the Adsorption of Alkali, Earth Alkali, Aluminium, Chromium, Iron(III) Silver, Mercury(II) and Ammonium ions to the Peat. — *Suo* 31: 79—83 (and references there).