

UDK 634.0.114.2:634.0.425.1(497.12)

ONEČIŠČENJE TAL Z ŽVEPLOM V BLIŽINI TOVARN

Dr.Jože SUŠIN,dipl.inž.agr.
izredni profesor
Katedra za tla in prehrano rastlin
VDO Biotehniške fakultete univerze E.Kardelja v Ljubljani

61000 LJUBLJANA, Krekov trg 1, YU

Janko KALAN,dipl.inž.gozd.
višji raziskovalni sodelavec
inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Ljubljana

61000 LJUBLJANA, Večna pot 2, YU

S i n o p s i s

ONEČIŠČENJE TAL Z ŽVEPLOM V BLIŽINI TOVARN

V okolici tovarne A z dnevno emisijo 100 t SO₂ v globoki dolini je zaradi žvepla močno poškodovana vegetacija. V tleh na dolomitu in laporju ni tendence zakisovanja še zlasti ne zaradi bližnje cementarne, ki emitira precej apnenčastega prahu.

V bližini tovarne B z 18 t SO₂ dnevno kažejo tla na nekarbonatni matični podlagi tendenco zakisovanja in imajo v horizontih Ol, Of in Oh 0.15 - 0.79% S, v horizontih Ah pa je količina S manjša, 0.06 - 0.18%. Tla na karbonatni matični podlagi ne kažejo tendence zakisovanja.

S y n o p s i s

SOIL SULPHUR POLLUTION IN THE VICINITY OF FACTORIES

In the vicinity of factory A with a daily 100 t SO₂ emission in a deep waley is the vegetation severely damaged. In soils on dolomite and marl there is no acidification especially due to factory, emitting calcareous fine material.

In the vicinity of factory B with a daily 18 t SO₂ emission the soils on uncalcareous parent material show a slight acidification and have in Ol, Of and Oh horizons 0.15 - 0.79% S and 0.06 - 0.18% in Ah horizons. Soils on calcareous parent material do not show acidification due to increased S.

1. U V O D

Vpliv kisljih padavin, ki vsebujejo SO_2 iz industrijskih objektov, je najbolj značilen na pH tal in na stopnjo nasičenosti tal z bazami. Tako so Mc Fee et al. (1977) ugotovili, da se je po stoletnih kisljih padavinah stopnja nasičenosti tal z bazami v zgornjih 20 cm zmanjšala za 20% in kislost tal povečala za 0.6 enote pH. Oden (1976) je ugotovil, da se je v bližini topilnice bakra po 500 letih pH tal znižal za 1 enoto in stopnja nasičenosti tal z bazami znižala za 10%.

Lizimetske raziskave (Abrahamsen, 1977) kažejo na veliko povečanje izpiranja kalcija iz tal, če je pH vode, ki pronica skozi tla, pod pH 3.0, medtem ko v nekaj letih ni pričakovati negativnega vpliva na tla in organizme, če je pH vode nad 4.0. Nyborg et al. (1977) so ugotovili, da je približna stopnja zakisovanja tal pri dnevni emisiji 150 t S približno 1 enota pH v teku 10 - 20 let emisije S. Kisel dež vpliva na procese v tleh mnogo prej, kot se to lahko ugotovi z analizo poprečnega vzorca tal (Tamm, 1977). Tudi drugi avtorji navajajo vpliv SO_2 na povečano zakisovanje tal (Antonović et al., 1972).

Namen teh raziskav je ugotoviti vpliv SO_2 iz industrijskih objektov na onečiščenje tal s S in ugotoviti stopnjo zakisovanja tal v okolici 2 industrijskih objektov. Objekt A deluje od 1926 leta in precej več emitira SO_2 od 1968 leta, poprečna dnevna emisija SO_2 je 100 t. Objekt B deluje mnogo več časa kot A, vendar stopnje emisije SO_2 niso bile znane, zdaj znaša 18 t SO_2 dnevno.

2. TLA IN METODE

2.1. T l a

V okolici objekta A so bila proučevana tla pod uničenim gozdom (zaradi SO_2) na travniku in na njivah, v coni zelo močno poškodovane vegetacije zaradi SO_2 . Proučevana tla so: rendzina na dolomitu (št. 1 in 2) in pokarbonatna rjava tla na dolomitu (št. 3, 4, 5).

V okolici objekta B so bila proučevana rendzine na dolomitu (št. 2 in 5) in kislja rjava tla na granititu, na glinastih skrilav-

cih in na blestnikih (št. 1, 3, 4, 6) v različnih conah poškodovanosti vegetacije zaradi SO_2 : zelo močno poškodovana vegetacija (št.5), močno poškodovana vegetacija (št.2), srednje močno poškodovana vegetacija (št.1, 4, 6) in malo poškodovana vegetacija (št.3).

2.2. Metode

- pH določen elektrometrijsko v solni suspenziji tal z 0,1N KCl 1: 2.5 (Jackson, 1958)
- organska snov: po Tjurinu, 1966)
- skupni dušik: modificirana Kjeldahlova metoda (Jackson, 1958)
- izmenljivi kationi: 1 N amonijev acetat (Peech et al.1962)
Ca,Mg: atomski absorpcijski spektrofotometer Varian 1000, K: s plamenskim fotometrom
- izmenljiv H: 0.5 N $BaCl_2$ - 0.055 N trietanolaminpH 8.0 (Peech et al., 1962)
- kationska izmenjalna sposobnost (KIK) ugotovljena računsko: vsota baz (S) + izmenljiv H
- stopnja nasičenosti z bazami: $V = \frac{S}{KIK} \times 100$
- skupno žveplo: Eschka zmes:2 dela MgO + 1 del Na_2CO_3 .
S določeno gravimetrično z 10% $BaCl_2$ (Standard Methods of Chemical Analysis, 6th Edition, 1962).

3. REZULTATI IN DISKUSIJA

V okolici tovarne A je v primerjavi s tovarno B mnogo večja emisija SO_2 , saj znaša 100 t dnevno. Zaradi tako močnega izvora SO_2 in še posebej zaradi velike doline, v kateri je tovarna z majhnim dimnikom (kasneje so dimnik močno povišali), je prišlo do zelo hudih poškodb vegetacije, drevesa so se posušila. V isti dolini je še cementarna, ki emitira v okolico nekoliko apnenčastega prahu, ki razkisuje kisle padavine. Tako je iz analitskih podatkov (tabela 1) razvidno, da se kislost tal ni nikjer bistveno povečala in pH znaša nad 6. Tudi stopnja nasičenosti tal z bazami je precej visoka, saj zna-

TABELA 1
Table 1

KEMIČNE LASTNOSTI TAL IN VSEBNOST ŽVEPLA V TLEH
CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS AND SULPHUR CONTENT IN SOILS

Štev. No.	Oddaljenost od tovarne prof. Site locati- on from fac.	Horizont Horizon	Globina Depth cm	pH (KCl)	Org. snov mater. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V		Opomba Remarks
								Ca	Mg	K	S	H		Base. satur. %	S %	
1.	2200 m	Of	2-5	5.6	39.5	0.81	28.3	20.9	3.2	5.1	29.2	30.5	59.7	48.9	0.43	
		Ah	5-7	7.2	14.9	0.39	22.2	20.5	5.5	1.9	27.9	4.0	31.9	87.5	0.07	
2.	1600 m	Ah ₁	0-10	6.4	14.0	0.67	12.4	18.7	4.8	1.7	25.2	9.7	34.9	72.1	0.13	
		Ah ₂	10-35	6.6	8.1	0.47	9.9	15.0	4.8	0.4	20.2	6.5	26.7	75.8	0.09	
		Ah ₃	35-65	6.7	6.0	0.38	9.7	19.9	6.1	0.3	26.3	9.0	35.3	74.6	0.06	
3.	2100 m	Oh	0-0.7	6.0	27.4	0.75	21.2	20.4	2.5	7.4	30.3	22.2	52.5	57.6	0.34	Tovarna A
		Ah	0.7-6.0	6.1	12.1	0.48	14.6	19.6	2.8	3.7	26.1	16.5	42.6	61.2	0.26	
		Bv	6-38	4.9	5.6	0.20	16.4	8.9	2.1	1.7	12.7	14.5	27.2	46.7	0.19	
4.	2200 m	Ap	0-18	6.8	5.5	0.30	10.5	8.8	3.4	2.8	15.0	8.0	23.0	65.2	0.08	Factory A
		Ah	18-34	6.7	5.0	0.28	10.4	7.8	3.3	1.3	12.4	8.5	20.9	59.3	0.07	
		Bv	55-85	6.6	3.4	0.20	9.9	6.4	3.1	1.3	10.8	7.5	18.3	58.8	0.03	
5.	2000 m	Ap	0-15	6.7	5.9	0.32	10.7	8.3	3.3	1.3	12.9	6.5	19.4	66.7	0.06	
		ABv	15-27	6.3	5.2	0.26	11.7	7.7	3.8	0.7	12.2	6.5	18.7	65.1	0.06	
		Bv	27-70	6.3	2.5	0.13	10.9	7.9	4.9	0.6	13.4	6.7	20.1	66.7	0.03	
6.	Kontrola	Ah ₁	0-10	6.4	9.4	0.43	12.6	10.3	6.5	0.4	17.2	4.7	21.9	78.3	0.07	
		Ah ₂	10-25	6.4	6.6	0.30	12.7	10.4	6.6	0.4	17.4	5.5	22.9	75.9	0.04	
		Ah ₃	25-60	6.4	5.2	0.22	14.0	9.4	5.8	0.5	15.6	6.4	22.0	71.1	0.04	
1.	2500 m	Ol	0-2	-	95.1	1.29	37.4	-	-	-	-	-	-	-	0.31	
		Of	2-6	3.5	87.4	2.30	18.3	1.1	0.6	8.1	9.8	-	-	-	0.33	
		Ah	7-16	3.7	34.5	0.78	17.4	0.2	0.3	2.3	2.8	35.5	38.3	7.4	0.18	
		Bv	16-40	4.3	8.1	0.22	18.0	0.1	0.1	0.8	1.0	30.0	31.0	3.3	0.08	
		Bv	40-90	4.7	3.6	0.16	13.1	0.1	0.1	0.9	1.1	23.0	24.1	4.5	0.07	

TABELA 1
Table 1

KEMIČNE LASTNOSTI TAL IN VSEBNOST ŽVEPLA V TLEH
CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS AND SUPHUR CONTENT IN SOILS

Nadaljevanje
Continued

Štev. No. prof.	Oddaljenost od tovarne Site locati-on from fac.	Horizont Horizon	Globina Depth cm	pH (KCl)	Org. snov mather. %	N %	C/N	Izmenljivi kationi Exchangeable cations					KIK CEC	V Base. satur. %	S %	Opomba Remarks
								Ca	Mg	K	S	H				

2.	2500 m	O1	0-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.79	Tovarna B
		Of	3-7	4.3	67.3	1.10	35.6	10.8	2.6	1.6	15.0	-	-	-	0.25	
		Ah ₁	7-11	4.5	57.1	1.10	32.6	9.2	4.1	2.1	15.4	-	-	-	0.18	
		Ah ₂	11-30	6.3	20.6	0.81	14.8	25.8	4.7	1.2	31.7	8.5	40.2	78.9	0.09	
3.	2700 m	Of	2-6	3.9	75.3	1.23	35.6	6.0	1.4	2.9	10.3	39.0	49.3	21.1	0.20	Factory
		Oh	6-19	3.9	63.1	1.15	31.9	5.9	1.8	2.5	10.2	-	-	-	0.18	
		Ah	19-22	3.9	30.8	0.45	40.2	0.9	0.5	1.9	3.3	39.7	43.0	7.5	0.07	
		Bv	22-34	4.5	11.4	0.26	24.9	0.2	0.1	0.5	0.8	29.8	30.6	2.5	0.06	
4.	2000 m	Oh	1.5-3	3.8	60.9	1.14	30.8	4.7	1.5	3.1	9.3	-	-	-	0.18	B
		Ah	3-6	4.2	21.9	0.50	24.9	0.4	0.2	0.8	1.4	38.7	40.1	3.3	0.06	
		Bv	6-16	4.7	10.4	0.26	22.8	0.1	0.1	0.2	0.4	30.3	30.7	1.2	0.06	
		BvC	16-70	5.2	1.9	0.10	12.3	0.2	0.2	0.1	0.5	17.3	17.8	3.0	0.03	
5.	800 m	O1	0-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.63	
		Of	10-20	3.6	69.4	1.17	34.4	1.6	1.4	1.3	4.3	-	-	-	0.38	
		Oh	20-28	-	-	-	-	4.4	3.2	1.5	9.1	-	-	-	0.31	
		Ah	28-40	6.3	15.2	0.40	23.3	10.9	5.8	0.4	17.1	4.0	21.1	81.1	0.07	
6.	6000 m	Oh	12-16	4.2	38.5	0.99	22.4	1.7	0.7	3.3	5.7	39.5	45.2	12.6	0.15	
		Ah	16-20	3.8	10.5	0.31	19.6	0.3	0.3	1.3	1.9	37.4	39.3	4.8	0.06	
		Bv	25-65	4.1	1.5	0.07	11.8	0.2	0.1	1.0	1.3	18.0	19.3	6.9	0.08	
7.	Kontrola	Of	1.5-2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.22	
		Ah	2.5-6.0	3.9	33.9	0.70	-	1.3	0.4	2.4	4.1	-	-	-	0.12	
		Bv	6-35	4.6	18.2	0.29	36.3	0.3	0.1	1.1	1.5	31.3	32.8	4.6	0.10	
		Bv	35-98	5.1	7.3	0.21	20.1	0.3	0.1	0.9	1.3	27.7	29.0	4.8	0.08	

ša do 87.5%, najmanj pa 46.7%. Tako zaradi karbonatne matične podlage (dolomit + lapor) in zaradi dotoka apnenčastega prahu iz cementarne ni prišlo do zakisovanja tal niti ne do zmanjšanja stopnje nasičenosti tal z bazami. Količina žvepla pa se je v površinskih horizontih Of in Ah, Ap do globine 18 cm le povečala in znaša 0.08 - 0.43%, v primerjavi s tlemi iz neogroženega področja, kjer je količina S 0.07%.

Precej drugačna je slika v okolici tovarne B, čeprav je tu manjša emisija SO₂ (18 t dnevno), vendar je čas emisije mnogo daljši. Tla so že po naravi močno zakisana in revna z bazami, saj znaša pH tal izven ogroženega področja 3.9 do 4.6. Tla vsebujejo tudi več skupnega S, 0.08 - 0.12%. Vsa tla v ogroženem območju vsebujejo nekoliko več žvepla, saj ga je v horizontih Ol, Of in Oh 0.15 - 0.79%, medtem ko je njegova količina v horizontih Ah precej nižja 0.06 - 0.18%. Tako imamo v tleh na nekarbonatnih podlagah nakazano tendenco zakisovanja tal zaradi povečanih količin žvepla, medtem ko v tleh na karbonatni matični podlagi ta tendenca ni ugotovljena.

4. P O V Z E T E K

V okolici tovarne A z dnevno emisijo 100 t SO₂ v globoki dolini je prišlo do močne poškodbe vegetacije, drevesa so se posušila. V bližini tovarne so vsa tla nastala na karbonatni matični podlagi (na dolomitu in laporju) in v njih ni ugotovljena nobena tendenca zakisovanja, še zlasti zaradi tega ne, ker je v isti dolini tudi cementarna, ki emitira v okolico nekoliko apnenčastega prahu. Stopnja nasičenosti tal z bazami je precej visoka, 46.7 - 87.5% in pH tal znaša nad 6.

V bližini tovarne B je slika precej drugačna, čeprav je emisija SO₂ precej manjša (18 t dnevno). Tla so že po naravi močno zakisana in revna z bazami, saj znaša pH tal izven ogroženega področja 3.9 - 4.6. Vsa tla v ogroženem območju vsebujejo nekoliko več skupnega žvepla, ki ga je v horizontih Ol, Of in Oh 0.15 - 0.79%, medtem ko je njegova količina v horizontih Ah precej nižja,

0,06 - 0.18%. V tleh na nekarbonatnih podlagah je ugotovljena tendenca zakisovanja tal zaradi povečanih količin žvepla. Tla na karbonatni matični podlagi ne kažejo tendence zakisovanja tal.

5. S U M M A R Y

In the vicinity of factory A with a daily production of 100 t SO_2 in a deep valey the vegetation was severely damaged. All soils have developed on calcareous parent material (dolomite and marls). No acidification of soils is found additionally because there is a factory emitting a calcareous material. Base saturation percentage is 46.7 - 87.5, soil pH is above 6.

In the vicinity of factory B the situation is quiet different, although the daily emission of SO_2 is smaller (18 t SO_2). The soils are very acid and poor on bases, pH is 3.9 - 4.6. All soils contain a little more S in O1, Of and Oh horizons, 0.15 - 0.79%, Ah horizons lower contents, 0.06 - 0.18%. The soils on noncalcareous parent materials are due to S a little acidified, soils on calcareous parent material show no acidification du to S.

6. LITERATURA

1. ABRAHAMSEN, G., HORNTVEDT, R. & TVEITE B. (1977): Impacts of acid precipitation on coniferous forest ecosystems. Water, air, and soil pollution 8: 57-73
2. ANTONOVIĆ, G.M., ALEKSIĆ, Ž.B. (1972): Uticaj sumpornih gasova na promene vekih osobina zemljišta u okolini Borskog rudnika. Zem. i biljka vol. 21: 271-276
3. MCFEE, W.W., KELLY, G.M., & BECK, R.H. (1977): Acid precipitation effects on soil pH and base saturation of exchange sites. Water, soil and air pollution 7: 401-408
4. FRINK, C.R., VOIGT, G.K. (1977): Potential effects of acid precipitation on soils in the humid temperate zone. Water, soil and air pollution 7: 371-388
5. JACKSON, M.L. (1958): Soil chemical analysis. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
6. NYBORG, M., CREPIN, J., HOCKING, D., BAKER, J. (1977): Effect of sulphur dioxide on precipitation and on the sulphur content and acidity of soils in Alberta, Canada. Water, air and soil pollution 7: 439-448
7. ODEN, S. (1976): The acidity problem - An outline of concepts. Soil, water and air pollution 6: 137-166
8. ROSEMARY, P., ROSS, F.F. (1972): Sulphur in air and soil. Water, air and soil pollution 1: 286-302
9. TAMM, C.D. (1977): Acid precipitation and forest soils. Water, air and soil pollution 7: 367-369
10. * (1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Priručnik za ispitivanje zemljišta, Knjiga 1, Beograd
11. * (1962): Standard methods of chemical analysis, 6th edition, Vol. 1. New York