

INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
pri BIOTEHNIŠKI FAKULTETI V LJUBLJANI

IMISIJSKI TEST LJUBEČNA

LJUBLJANA, april 1980

Nosilec raziskave:

Marjan ŠOLAR, dipl.ing.

M. Šolar



V.d.direktor:

Milan KUDER, dipl.ing.

Milan Kuder

10/10/10

10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

10/10/10
10/10/10



V S E B I N A

Stran:

SINOPSIS	1
UVODNO POJASNILO	2
POSTAVITEV PROBLEMA	2
RAZISKOVALNE METODE	3
IZBOR, IZVOR IN SORTA RASTLINSKIH VRST	4
OPIS IN SHEMA POSKUSA	4
REZULTATI - UGOTOVITVE	6
A - S i m p t o m a t i k a	6
B - K e m i č n e a n a l i z e	7
DISKUSIJA	13
NUJNE NADALJNE RAZISKAVE	14
ZAKLJUČKI	15
VIRI	17

PRILOGI : 1. Resolucija o največjih dopustnih vrednostih
v zvezi z varstvom gozdov pred onesnaženim
zrakom

2. Slikovno gradivo

S I N O P S I S

V raziskavi smo po simptomatski (zunanje vidni znaki plinskega obolenja rastlin) in kemično analitski metodi (povečana vsebnost snovi iz onesnaženega zraka v rastlinskih tkivih) ugotavljali imisijsko obremenjenost področno najbolj tipičnih drevesnih vrst in kmetijskih kultur, z namenom dobiti vzročno povezavo med onesnaženim zrakom iz Industrije keramičnih, kislinoodpornih in opečnih izdelkov Ljubečna pri Celju in poškodovanostjo rastlinstva v okolici tovarne.

V kontroliranih pogojih v lončnem poskusu smo ugotavljali neposredno lanskoletno relacijo onesnažen zrak - poškodbe rastlin. Raziskali smo tudi avtohtono vegetacijo in med podatke vključili tudi rezultate starejših raziskav. Na podlagi vsega tega smo prišli do številnih zanimivih in za naš prostor novih ugotovitev, ki nam prikazujejo kompleksnost gozdarske in tudi kmetijske imisijske problematike.

K l j u č n e b e s e d e :

emisija, onesnaženje zraka, imisija, poškodbe rastlinstva, vodikov fluorid, normativi o dopustnih koncentracijah, sanacija.

Naslov avtorja - nosilca raziskave:
Marjan Šolar - Inštitut za gozdno in lesno
gospodarstvo pri BF,
Večna pot 2, 61000 Ljubljana

UVODNO POJASNILO

Z namenom, da se pojasnijo odnosi med emisijo vodikovega fluorida (HF) in žveplovega dvokisa (SO₂) iz Industrije keramičnih, kislinoodpornih in opečnih izdelkov Ljubecna pri Celju in poškodovanostjo gozdov, sta Institut Jožef Stefan - oddelek za kemijo fluora in Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri BF sklenila sodelovanje. Iz razgovorov dne 26.3.1979 in dopisa dir.Inštituta Jožef Stefan prof.dr.B.Frleca (U/BF-MK 5859) z dne 2.4.1979 izhaja pogodba o sodelovanju (št.V3-BR-K-1-599) v kateri sta se zgoraj omenjeni instituciji dogovorili, da bo gozdarski inštitut za Institut J.Stefan opravil imisijsko testiranje področno najbolj značilnih, pogostih in gospodarsko pomembnih rastlinskih vrst.

Nalogo v nadaljevanju imenujemo kratko "Imisijski test Ljubecna".

POSTAVITEV PROBLEMA

- 1.) Ugotoviti želimo področno relativni imisijski odpornostni vrstni red rastlin iz zgoraj navedenega kompleksa
- 2.) Preveriti ali so naši normativi o maksimalni dopustni koncentracijah škodljivih snovi v zraku pravilni
- 3.) Proučiti vsebnost fluora (F) in žvepla (S) v rastlinskih tkivih izbranih rastlinskih vrst v odvisnosti od vremenskih, edafskih, starostnih in provenijenčnih pogojev ter mineralnega gnojenja.
- 4.) Ugotoviti vzročno povezavo med vsebnostjo F in S v rastlinskih tkivih in nastopom zunanje vidnih znakov poškodovanosti.
- 5.) Dobiti splošne podatke o kontaminaciji rastlin in tal s fluorom, ki naj služijo kot osnova za izdelavo normativov

o maksimalno dopustnih koncentracijah.

- 6.) Izdelati seznam za fluoridna imisijska območja primernih rastlinskih vrst
- 7.) Rezultati imisijskega testa bodo osnova za biološko oceno načrtovanih sanacijskih ukrepov v Industriji keramičnih, kislinoodpornih in opečnih izdelkov Ljubljana pri Celju (uporabni naj bodo tudi v drugih podobnih primerih).
- 8.) Raziskava naj da končni odgovor o absolutni dominanci škodljivega vpliva vodikovega fluorida pred drugimi polucijami v tem konkretnem primeru ter vseh podobnih primerih.

RAZISKOVALNE METODE

Pri raziskavah na tem strokovnem področju uporabljamo na Inštitutu za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti (imamo do sedaj razvite) sledeče metode:

- 1.) Simptomatska diagnostična metoda, ki jo imenujemo tudi metoda zunanje makroskopsko ali submikroskopsko vidnih znakov plinskega obolenja
- 2.) Kemično analitska metoda ali metoda povečane vsebnosti zasledovanih snovi iz onesnaženega zraka v rastlinskih tkivih in tleh.
- 3.) Metoda zmanjšanega prirastka - donosa.

V našem primeru bomo uporabili samo prvi dve metodi, tretja v primeru majhnih rastlin in kratke dobe trajanja poskusa ni primerna.

Naj na tem mestu povemo še, da fluor (F) določamo po metodi alkalnega razklopa v Wurzschildtovih cilindrih in določitev z ionsko specifično elektrodo, žveplo pa gravimetrično (z Eschka zmesjo).

IZBOR, IZVOR IN SORTA RASTLINSKIH VRST

Principi izbora: področno tipične drevesne vrste, najpogostejše kmetijske kulture, indikatorske rastline.

- A. Gozdne:
1. smreka (*Picea abies* L.) - drevesnica "Semesadike" Mengeš
 2. rdeči bor (*Pinus sylvestris* L.) - drevesnica inštituta, Ljubljana
 3. bukev (*Fagus sylvatica* L.) - drevesnica Muta - "Lesna" Slovenj Gradec
 4. beli gaber (*Carpinus betulus* L.) iz prirodnega mladja Bled - Boršt

B. Kmetijske:

1. krompir - sorta "Igor"
2. fižol - stročji nizki
3. ječmen - gorenjski jari
4. trava - mešanica "Tivoli"

C. Okrasne: gladiola

OPIS IN SHEMA POSKUSA

Gre za končni poskus v dveh ločenih delih. Prva skupina lončkov je bila nameščena v onesnaženo območje v Ljubečni, druga primerjalna pa na Bledu (kilometer izven centra). Glede dejanske lokacije v Ljubečni, moramo povedati, da smo imeli prvotno namen postaviti lončke pri hiši (Gorjup, Šmiklavž 30 a) cca 400 m vzhodno od izvora onesnaženja. Na tem mestu je namreč Meteorološki zavod SRS v času od 30.5. do 28.6.1979 meril imisijo HF. Glede na poškodovanost gozdov, pa smo lončke namestili pri domačiji Mastnak (Ljubečna št.24), ki leži cca 350 m severno od tovarne. Tudi bi se meritveno obdobje vsega 14 pokrivalo z našim poskusnim obdobjem (14.6. - 20.10).

Poskus je bil v celoti osnovan na Bledu, zadnje dni aprila in prve dni maja. Na Bledu je ostal do 14. junija, do popolnega razvitja vegetacijskih organov. Dne 14.6. je bil del prepeljan v Ljubečno in nameščen v ograjen prostor pri že omenjeni domačiji Mastnak. Skrb zanj je prevzela domača hčerka, učenka 6. razreda osnovne šole.

SHEMA POSKUSA: (v Ljubečni)

1. Smreka 4 letna	v 10 l loncih	- 6 kom	zemlja št.1
2. Beli gaber 4 letni	" "	6 kom	" št.2
3. Bukev 4 letna	" "	6 kom	" št.3
4. Smreka 2 letna	v 3 l lončkih	- 2x6 kom	" št.4
5. Smreka 2 letna	" "	6 kom	" št.5
6. Rdeči bor 2 letni	" "	6 kom	" št.3
7. Beli gaber 2 letni	" "	6 kom	" št.2
8. Ječmen	v 10 l loncu	1 kom	" št.2
9. Fižol	"	1 kom	" št.2
10. Krompir	"	1 kom	" št.2
11. Trava	"	1 kom	" št.2
12. Gladiola	v 3 l lončku	1 kom	" št.2

Na Bledu sta bili naštetim 12 blokom dodana še dva in sicer 2-letna smreka (6 kom) posajena v kontaminirano zemljo iz Ljubečne in 2-letna smreka (6 kom) posajena v pedogenetsko enako zemljo kot iz Ljubečne, vendar iz nekontaminiranega območja (Šmartno v Rožni dolini pri Celju).

Oba dela poskusa sta bila redno vzdrževana (pletje, zalivanje, odstranjevanje škodljivcev). Lončki so bili 2 x premeščeni po vertikalni in horizontalni smeri zaradi odklanjanja robnega vpliva.

Blejski del poskusa je bil itak stalno kontroliran ker je bil nameščen na vrtu avtorja tega poročila. Vzdrževalka iz Ljubečne

pa me je pisмено obvestila o vsaki pomembni spremembi na rastlinah. Vsega smo naredili 10 opazovanj.

Za primerjavo smo naredili tudi več opazovanj na okoliški avtohtoni vegetaciji (na obeh lokacijah) in sicer na smreki, bukvi in belem gabru in indikatorskih rastlinah (lastovičji svišč - *Gentiana asclepidea*). Na omenjenih drevesnih vrstah smo odvzeli tudi vzorce za kemične analize.

V poskusu smo uporabljali sledeče vrste in mešanice zemlje: (zaporedne številke so identične z onimi iz sheme poskusa)

Zemlja št.1 - mešanica peščene vrtno gnojene prsti iz Bleda, ilovnate kisle iz drevesnice Semesadike Mengeš in polske šote. Vsake eno volumno tretjino.

Zemlja št.2 - peščena vrtna gnojena prst iz Bleda

Zemlja št.3 - konteiner iz drevesnice, obložen z zemljo št.2

Zemlja št.4 - ilovnata kislá iz drevesnice Mengeš s 30% volumno primesjo šote

Zemlja št.5 - zemlja št.4 in 5 g NPK Special (10:10:15)

Zemlja št.6 - gozdna zemlja iz Ljubečne (kontaminirana), s 30% volumno primesjo šote

Zemlja št.7 - gozdna zemlja iz Šmartnega v Rožni dolini pri Celju, pedogenetsko enaka št.6, vendar nekontaminirana, s 30% volumno primesjo šote.

Vse mešanice so imele na površini plast šote z namenom preprečevanja zaplevljenosti in prevelikega izsuševanja.

Lončki iz poskusa so bili sistematično oštevilčeni. Vsi iz Ljubečne so bili dodatno označeni z rdečimi, blejski pa z rumenimi pikami.

REZULTATI - UGOTOVITVE

A - S i m p t o m a t i k a

- 1) Nedvoumne in jasne so razlike med obema deloma poskusa (Ljubečna, Bled). Na splošno je blejski del bolj intenzivno zelen, čvrst in vitalen. Žal tega s posnetki nismo mogli doku-

- mentirati, ker smo slikali pri različnih pogojih in tudi z različnimi filmi (Orwo, Agfa, Efke).
- 2) Poškodbe so nastopile na smreki in gladioli. Na belem gabru ne moremo zanesljivo trditi, da je nekaj rjavih zavihanih listnih robov posledica delovanja plinov.
 - 3) Iglavci iz poskusa so tipično selektivno poškodovani (imamo popolnoma zdrave primerke in poškodovane primerke), kar ima vzrok v individualni (fenotipski τ v okviru življenjske dobe pridobljeni) odpornosti napram plinom in ki ni dedna) odpornosti napram imisijam
 - 4) Pri poškodovanih primerkih je značilno tipično večanje poškodovanosti premosorazmerno s časom trajanja škodljivega vpliva.
 - 5) Poškodovanost smrekic je značilna za vodikov fluorid (postopen prehod barve iz zelene v rjavo) in vpliv na prehodu iz kroničnega (poškodovani samo deli iglic - konice) v akutnega (poškodovane cele rastline ali deli rastlin).
 - 6) Avtohtona vegetacija je poškodovana bolj od testne v lončnem poskusu, vendar manj kot druga leta.
 - 7) Ker je najboljši HF indikator beli gaber, iz poskusa ostal nepoškodovan, iz prirodnega gozda pa je bil tudi v tem letu močno poškodovan smatramo, da ima ta drevesna vrsta dobre začetne puferske sposobnosti.
 - 8) Lastovičji svišč (gozdno zelišče - odličen indikator) je v NE, N in NW zaledju Ljubečne tipično fluoridno poškodovan.

B - K e m i č n e a n a l i z e

Tabela 1 - stran 8

Tabela 2 - stran 9

Tabela 3 - stran 10

Tabela 1

L J U B E Č N A

Vzorac		ppmF	% S	Z	Vzorec		ppm F		% S		
Smreka 4-letna	1	140.0	0,240	1	sestoj 80 let	1	a	82.0		0,170	
	2	108.0	0,220				b		122.0		0,250
	3	94.0	0,210			2	a	46.0		0,180	
	4	108.0	0,340				b		76.0		0,260
	5	100.0	0,340			3	a	32.0		0,190	
	6	108.0	0,210				b		64.0		0,230
	\bar{y}	109.7	0,260				\bar{y}	53.0	87.3	0,180	0,247
☉ 41(6)	320.0	0,200	2	kultura 10 let	1	a	102.0		0,240		
☉ 41(6)	520.0	0,210	3			b		280.0		0,360	
▲ A 21(6)	88.0	0,270	4		2	a	109.0		0,220		
▲ B 21(6)	74.0	0,210	4			b		300.0		0,360	
▲ G 21(6)	80.0	0,230	5			a	100.0		0,190		
▲ 21(6)	70.0	0,310	3			b		260.0		0,270	
☉ 21(6)	236.0	0,230	2			\bar{y}	103.3	280.0	0,216	0,330	
ječmen	76.0	0,220	2		☉ sestoj		400.0		0,32		
fižol	38.0	0,330	2	☉ ž.meja		340.0		0,29			
kromp.	14.4	0,200	2								
trava	58.0	0,460	2								
galadiola	52,0	0,180	2								

Primerjava Ljubečna 1976:

▲ 80 let a = 44.6 ppmF
 c = 100.8 ppmF
 a = 0,170 % S
 c = 0,320 % S

LEGENDA:

▲ - smreka
 ▲ - rdeči bor
 ▲ - bukev
 ○ - beli gaber

I = starost
 št.v oklepaju = št.ind. vzorcev
 G = gnojena varianta
 Z = vrsta zemlje

k = kontaminirana gozd.zemlja iz Ljubečne
 N = nekontaminirana gozd.zemlja iz Rožne doline pri Celju (gen.enar. ka kot K)

B L E D

Tabela 2.

Vzorec		ppm F	% S	Z	Vzorec		ppm F	% S			
Smreka 4 - letne	1	7.8	0,290	1	A sestoje BLED 100 I	1 a	8.0	0,088			
	2	10.4	0,230			1 b	10.4	0,195			
	3	8.0	0,240			2 a	6.6	0,180			
	4	8.4	0,180				2 b	7.0		0,225	
	5	8.8	0,160			3 a	6.0	0,195			
	6	9.0	0,230				3 b	6.4		0,225	
	\bar{y}	8.73	0,222			\bar{y}	6.86	7.93		0,154	0,225
41 (6)	18.8	0,160	2	A kultura BLED 10 I		1 a	6.0	0,170			
41 (6)	8.8	0,120	3				1 b	9.0			0,200
21A(6)	7.0	-	4				2 a	5.2			0,160
21 B(6)	7.2	-	4					2 b			12.8
21 G(6)	7.2	0,240	5				3 a	13,2			0,230
21 K(6)	6.0	-	6		3 b			-	-		
21 N(6)	5.2	-	7		\bar{y}	8,13	10.9	0,187	0,218		
21 (6)	8.4	-	3		sestoj		13.9	0,195			
21 (6)	13.6	0,120	2		ž.meja		16.8	0,320			
ječmen	19.6	0,220	2								
fižol	14.4	0,102	2								
krompir	11.6	0,200	2								
trava	15.2	0,456	2								
gladiola	11.4	0,120	2								

Primerjava Pokljuka 100 let

a = 3.99 ppm F (\bar{y} iz 5 vzorcev)
 c = 3.50 ppm F " "
 a = 0.099 % S " "
 c = 0,138 % S " "

O p o m b a :

Pri iglavcih smo analizirali iglice , kjer a pomeni eno leto, b dve leti, c pa tri leta stare iglice. Kjer pri iglavcih te oznake ni, pomeni, da gre za mešanico eno in dvo-letnih iglic. Pri ječmenu smo analizirali slamo, pri fižolu zrnje, pri krompirju gomolje , pri vseh drugih rastlinah liste.

T L A - REZULTATI LABORATORIJSKIH ANALIZ

Tabela_3

1. Vrtna zemlja (peščena, redno gnojena)											
pH v H ₂ O	pH v KCl	% N	% num	% C	C/N	% org. N	% CaCO ₃	mg K ₂ O/100 g	mg P ₂ O ₅ /100g	ppm F	
7.5	6.3	0,435	10.7	6.21	14.27	4.06	18.46	48	50	23.0	
2. Drev. zemlja Mengeš + šota											
6.1	5.6	0,252	10.16	5.89	23.38	2.48	-	19.5	3	36.0	
3. Drev. zemlja Mengeš + šota + NPK											
5.9	5.4	0,287	13.77	7.98	27.80	2.08	-	42	14	66.0	
4. Kontaminirana gozdna zemlja iz Ljubečne											
4.9	4.3	0.308	11.25	6.53	21.19	2.74	-	10.3	1,4	30.0	
5. Nekontaminirana gozdna zemlja iz Rožne doline pri Celju											
5.0	4.5	0,280	11.55	6.70	23.92	2.42	-	8	1	28.0	

Primerjave iz drugih lokacij:

1. Jožefov hrib v Celju F v tleh = 100 ppm ; v tkivu 15.2 ppm
2. Osenica (bližina štor) F v tleh = 80 ppm ; v tkivu 24.0 ppm
- 3, Lisca (strelišče Petriček) " = 50 ppm ; v tkivu 17.6 ppm

V O D A

Fluor v vodovodni vodi 4.8 ppm
 Fluor v studenčni (talni) vodi 11.0 ppm

Že uvodoma poskušajmo na podlagi rezultatov kemičnih analiz odgovoriti na nekaj načelnih vprašanj, ki se v konkretni imisijski problematiki v Ljubečni, kakor tudi povsod drugod pogosto postavljajo.

- 1.) Z ozirom na primerjalne vrednosti močno (tudi 10 in več - kratno) povečane vsebnosti fluora in praktično skoro enake vsebnosti žvepla v rastlinskih tkivih potrjujejo absolutno dominanco vodikovega fluorida pri poškodovanosti rastlinstva v Ljubečni.
- 2.) Izredno (ekstremno) visoka vsebnost določene snovi iz onesnaženega zraka je lahko samo merilo stopnje vpliva, ne pa stopnje poškodovanosti rastline. Poškodovanost je individualni odraz posameznega primerka, rastlinske vrste, ali rastlinstva na splošno na določen škodljivi vpliv in je v odvisnosti od celega niza ekoloških faktorjev, zdravstvenega stanja in prehranjenosti rastlin (selektivno delovanje - glej slikovno prilogo).
- 3.) Domneva o vplivu flora iz tal na vsebnost fluora v rastlini je s številnimi analizami ovržena.
- 4.) Tudi s fluorom bogatejša voda iz studenca v Ljubečni ne more biti vzrok za večje vsebnosti fluora v rastlinah. Poskus je bil vseh 120 dni z njo samo dvakrat zalit.
- 5.) Ves fluor je v rastline prišel preko onesnaženja zraka.
- 6.) Z ozirom na prejšnja leta je stanje onesnaženosti zraka (po vseh analizah sodeč) neizpremenjeno. Manjšo poškodovanost rastlinstva ima vzrok v enem izmed vzrokov naštetih v točki 2.
- 7.) Po ugotovitvah iz "imisijskega testa" predstavlja Ljubečna že s samo obstoječim onesnaževanjem zraka resno nevarnost za obstoj velikega števila rastlinskih vrst. V poskus smo vključili popolnoma predhodno nekontaminirane materiale (zemlja, rastline), zato je vse kar se je z rastlinami dogodilo v času trajanja poskusa neposredna posledica onesnaženega zraka.
- 8.) Skupno delovanje onesnaženega zraka in v rastlini akumuliranega škodljivega vpliva prejšnjih let, pa lahko posebno v za

nastop poškodb ugodnemu vremenu povzroči pravo uničenje rastlinstva, zato je sanacija izvora onesnaženja nujna.

Podrobnosti kemičnih analiz

1. - Vsebnosti fluora 520 ppm v 4-letnih bukvicah, 400 ppm v bukovih listih iz prirodnega gozda, 320 ppm v listih belega gabra iz poskusa in gozda itd. so tako visoke vrednosti, ki jih tudi tuja literatura zelo redko omenja.
2. - 320 ppm F je v listih belega gabra iz stare žive meje povzročilo akutno poškodovanost, enako kontaminiranemu belemu gabru iz poskusa pa ni bilo zaenkrat nič (glej slikovno prilogo).
3. - Vsebnost F je pri listavcih v vseh slučajih višja od vsebnosti pri iglavcih (čeprav gre za enake imisijske pogoje, tla pa kot smo ugotovili nimajo vpliva).
4. - Vsebnosti F v rastlinskih tkivih iz Bleda so po domačih primerjalnih vrednostih in primerjavah iz literature v mejah normale (pod 10 ppm), izjemo tvori le beli gaber, ki ga je treba zaradi njegove indikatorske vrednosti podrobneje proučiti .
5. - Dodatek kompleksnega umetnega gnojila je povzročil 100% povečanje F v tleh (66 ppm) vendar nobenega povečanja F v rastlini (7.2 ppm).
6. - Domnevno kontaminirana zemlja iz Ljubečne ima prav toliko F (30 ppm) kot predgenetsko enaka vendar izven plinskega območja v Rožni dolini pri Celju (28 ppm). Obe vrsti smo pripeljali na Bled, vanju posadili 2-letne smrekice, ki po 120 dneh niso pokazale prav nobene razlike.
7. - Zanimiva je ugotovitev, da imajo kmetijske kulture izven plinskih območij več F v vegetacijskih organih kot drevesne vrste, v plinskih območjih pa je ravno obratno.
8. - Nizka vsebnost F v gomolju krompirja iz Ljubečne (14.4 ppm) potrjuje neokumulacijo F v gomolju.

- 9.- Vsebnost F v tleh iz različnih predelov Celja (Jožefov hrib, Osenica, Lisce) je v neposredni odvisnosti od matične kame-nine (substrata) in nima z vsebnostjo F v rastlini nobene vzročne povezave.
- 10.- Če vsebnost F v tleh nima vpliva na vsebnost F v rastlini, potem tudi vsebnost F v vodi ne more igrati pomembne vloge pri kontaminaciji rastlin s fluorom, sploh pa ne v našem poskusnem primeru.
- 11.- Vsebnost žvepla v rastlinskih tkivih iz Ljubečne je le neznatno povečano glede na primerjalne vrednosti iz Bleda. Ob tem pa ne smemo mimo dejstva, da so tudi blejske nekoliko povišane, predvsem one iz prirodnega gozda (onesnaženje zraka pozimi ?)
- 12.- Iz kemičnih analiz rastlinskega materiala ni moč ugotoviti zmanjšano emisijo S v letu 1979
- 13.- Popolnoma nepojasnenih ostaja 0.460% S v travi iz Ljubečne in skoro enako toliko (0,456% S) v travi iz Bleda?
- 14.- Gnojena serija je bila vitalnejša (glej slikovno prilogo)
- 15.- Fižol iz Ljubečne se je poškodoval na prevozu, morali smo ga ponovno posaditi, zato rezultati niso primerljivi.
- 16.- Po vsebnosti fluora v rastlinskih tkivih gre v Ljubečni za akutno imisijsko žarišče.

D I S K U S I J A

Menim, da smo z narejenimi raziskavami odgovorili na večino vprašanj navedenih v poglavju "Postavitve problema", zdi pa se nam potrebno, da posamezne ugotovitve nekoliko bolj osvetljimo in tudi kritično ocenimo.

Poskus je za večino gozdnih rastlin trajal premalo časa, vendar so bile že v tem kratkem času rastline izredno močno kontaminirane s fluorom. Razlika med poškodovanostjo avtohtone vegetacije iz Ljubečne in rastlin iz lončnega poskusa si razlagamo s tem, da je avtohtona vegetacija obremenjena z zaplinjanjem iz prejšnjih let. Znano je, da je fluor akumuliran v rastlini podvržen translo-

kaciji in lahko povzroči poškodbe tudi če rastlino iz plinskega območja prenesemo v zdravo območje. Dodatno si manjšo poškodovanost testnih rastlin razlagamo s "protiimisijsko" pufer-sko sposobnostjo "svežega" rastlinskega materiala in krajšim časom izpostavljenosti onesnaženemu zraku. Glede na ugotovitev, da je poskus v simptomatskem smislu izredno uspešno prestal poskusno obdobje v letu 1979, v nobenem slučaju ne smemo tega posplošiti za celo leto ali celo za sledeče obdobje in reči, da je Ljubečna v slovenskem prostoru nepomemben imisijski problem.

Rezultati kemičnih analih, bi imeli prav gotovo večjo vrednost, če bi bili statistično obdelani. Imeli smo namen to narediti, ker pa smo morali večino vzorcev iz blokov zaradi premajhne količine suhe organske snovi potrebne za analizo združevati, je statistično obdelava odpadla. Kljub temu, da smo pričakovali takšne ali podobne rezultate kemičnih analiz nas vseeno preseneča, da tudi pri izredno visokih vsebnostih fluora (520 ppm F v listih štiriletnih bukvic) ni prišlo do zunanje vidnih znakov poškodovanosti. Prepričani smo, da bodo te bukvice in tudi druge manj kontaminirane testne rastline že v drugem letu doživele ne samo v Ljubečni ampak tudi prenešene v zdravo okolje, močno poškodovanost.

N U J N E N A D A L J N E R A Z I S K A V E

Del poskusa že teče dalje. V gozdarski imisijski problematiki ne smemo zanemarjati zimskega vpliva onesnaženega zraka na gozd, posebno iglast gozd. V jeseni 1979 smo pripeljali v Ljubečno 5 kom 5-letnih zdravih nekontaminiranih smrekic, ki so tam prezimile. Primerjalni blok je bil nameščen na Bledu. Odvzeti so vzorci in pripravljeni za analizo.

Z namenom ugotavljanja procesov poškodovanosti v drugem vegetacijskem letu smo 1/2 bukvic in belega gabra iz Ljubečne pripeljali na Bled, enako polovico pa iz Bleda v Ljubečno. Ugotoviti želimo (na Bledu) zapozneno delovanje fluora v testnih rastlinah iz Ljubečne, vpliv zaplinjanja skozi dve vegetacijski dobi in ponovitev enoletnega vpliva (blejske rastline v Ljubečni).

Z A K L J U Č K I

V prikazani raziskavi smo prišli do velikega števila podatkov, ki so že samo s tem, da so v našem prostoru prvi prav gotovo zelo uporabni, pomembni ter izhodiščni za nadaljnje raziskave. Na podlagi v imisijskem testu dobljenih rezultatov in meritev imisije HF v neposredni bližini poskusa v Ljubečni (Meteorološki zavod SRS7 ugotavljamo, da so naši normativi o maksimalno dopustnih imisijskih vrednostih za vodikov fluorid (HF) zagotovo previsoki (5 ug HF/m³ zraka kot 24 urno poprečne in 20 ug HF/m³ zraka kot 1/2 urno poprečje - Uradni list SRS 12/76).

Previsoki so tudi z ozirom na zakonodaje drugih držav (ZR Nemčija 2 ug HF/m³ / 24 urno poprečne in 4 ug HF/m³ / 12 urno poprečje).

Naj za ilustracijo povem, da so gozdarski strokovnjaki včlanjeni v zvezo mednarodnih gozdarskih raziskovalnih organizacij (IUFRO) - Sekcija onesnaženja zraka, na zaključku X. srečanja v Ljubljani 1.1978 izdelali resolucijo, v kateri predlagajo za obvarovanje polne zmogljivosti gozdov sledeče vrednosti: 0,3 ug HF/m³ zraka kot letno poprečne in 0,9 ug kot 1/2 urno poprečje omejeno z 97,5 percentili.

Merilo za določitev maksimalno dopustnih koncentracij onesnaženja za gozd je normalno uspevanje in pomlajevanje gozda, v kmetijstvu pa moramo poleg tega zagotoviti tudi proizvodnjo zdrave za človeka neškodljive hrane, neoporečna mora biti tudi

živinska krma. O tem zadnjem pri nas danes zelo malo vemo, še manj pa ne vemo kaj bo s človekom, ki bo dolgotrajno užival kontaminirano hrano.

Vse dosedanje raziskave so pokazale, da iglavci, predvsem pa smreka v takšnem fluoridnem območju kot je Ljubečna nimajo bodočnosti. Tudi rdeči bor, ki je napram žveplovemu dvokisu relativno odpornejša vrsta, je močno poškodovan in kot tak pri sedanji obremenjenosti ozračja z HF neprimeren. Zelo verjetno bo tudi po sanaciji izvora onesnaženja v ozračje prihajalo še vedno toliko HF, da na visoko lesno proizvodne sestojke iglavcev tu ne moremo računati. Imisijsko odpornejši gozd listavcev (beli gaber, črna jelša, bukev) bo nadomestil iglavce.

Od kmetijskih kultur je krompir glede na nizko vsebnost F primerna vrsta, ni pa področno tipična. Ječmen in trava skupno s koruzo predstavljajo osnovo živinske krme, kaj pa pomeni 76 ppm F v ječmenu in 58 ppm F v travi za živino in posredno za človeka nam ni točno znano. Še in še takšnih in podobnih razmišljanj, vse skupaj pa nas vodi k trdnemu prepričanju, da smo s to raziskavo začeli reševati za današnji čas in naš prostor zelo obširno in pomembno problematiko.

Naj na koncu povem, da imamo z vsemi dobljenimi podatki odlično izhodiščno pozicijo za oceno načrtovanih sanacijskih ukrepov za zmanjšanje emisije HF iz Industrije keramičnih, kislino odpornih in opečnih izdelkov Ljubečna pri Celju

V I R I:

- Berge H., O.Jaag: Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Band I./4
Paul Parey, Berlin-Hamburg 1970
- Braun G.: Zuwachsreaktionen von Fichten und Fluorgehalte ihrer Nadeln im Einflussbereich einer Ziegelei. Tagungsbericht der IX. Internationaler Tagung über die Luftverunreinigung und Forstwirtschaft; Zbraslav-Strnady
ČSSR 1975
- Garber K.: Luftverunreinigung und ihre Wirkungen an Pflanzen. Paul Parey, Berlin 1967
- Garber K.: Über den Fluorgehalt der Pflanzen. Fluor Wirkungen 14 (1968), 42-48
- Keller T.: Zur Fluor-Translokation bei Waldbäumen
Mitteilungen der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen - Biermensdorf - Schweiz. Bd./Vol.51 Heft/
Fosc.3 1975
- Stefan K.: Die Schwefel und Fluorbestimmung in Nadeln als Diagnosemethode, bei Rauchschadens Untersuchungen . Allgem.Forstzeitung 86 (1975), 181-184
- Keller T.: Zur Phytotoxizität von Fluorimmissionen für Holzarten; Mitteilungen der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen - Biermensdorf - Schweiz; Bd./Vol.51 Heft/Fosc. 2 1975
- Szalonek I.: Der Fluorgehalt in Baumblättern als Versuch einer Beurteilung der Ausbreitung von Verunreinigungen in der Luft. Tagungsbericht der IX. Internationaler Tagung über die Luftverunreinigung und Forstwirtschaft, Zbraslav-Strnady, ČSSR, 1975

- Šolar M.: Poškodbe gozdov vsled onesnaženja zraka.
Elaborat IGLG, Ljubljana 1977
- Šolar M.: Vzroki poškodovanosti gozdov v okolici op-
karne Ljubečna pri Celju - ekspertiza, IGLG
Ljubljana 1977
- Šolar M.: Problematika ozelenjevanja po industrijskem
dimu nastalih goličav v celjski okolici.
Elaborat IGLG Ljubljana 1980
- Van Haut H., H.Stratman: Farbtafelatlas über Schwefeldioxid -
Wirkungen an Pflanzen. Paul Parey, Essen
1970
- Wentzel K.F.: Immissionsgrenzwerte für den Wald. Schweize-
rische Zeitschrift für Forstwesen Nr.5, 1978

Resolucija o največjih dopustnih imisijskih vrednostih v zvezi z varstvom gozdov pred onesnaženim zrakom

Strokovna skupina S 2.09 "Onesnaženje zraka" pri Mednarodni zvezi gozdarskih raziskovalnih ustanov (IUFRO) smatra za svojo najvažnejšo nalogo, da postavi mejne vrednosti onesnaženosti zraka na podlagi učinka onesnaženosti in na podlagi najnovejših prirodoslovnih spoznanj in gozdnogojitvenih izkušenj. Te največje dopustne mejne vrednosti naj služijo pristojnim upravnim organom posameznih držav kot osnova za zagotovitev tiste čistosti zraka, ki je potrebna za varstvo gozdov.

Na svojem X. delovnem zasedanju v Ljubljani je delovna skupina S 2.09 obširno razpravljala o mejnih vrednostih žveplovega dioksida in vod. fluorida, ki so pri varstvu gozdov še dopustne. Iz praktičnih razlogov je smiselno, da postavimo za varstvo gozdov le eno, največ dve mejni vrednosti. Kot merilo je smreka (*Picea abies*) primerna drevesna vrsta, ki je v srednji in severni Evropi zelo razširjena in ki zahteva mejne vrednosti, ki ščitijo tudi večino ostalih drevesnih vrst.

Po sedanjih spoznanjih imisijsko-ekoloških in gozdarskih raziskav je varstvo smrekovih gozdov praviloma zagotovljeno pri upoštevanju spodaj navedenih mejnih vrednosti. Če so te mejne vrednosti prekoračene, moramo računati z zmanjšanjem vitalnosti, priraščanja, odpornosti proti biotskim in abiotskim vplivom. Mejne vrednosti veljajo za nastopanje samo ene škodljive snovi. Če več škodljivih snovi nastopa skupaj, moramo primerno upoštevati sinergistično delovanje.

Žveplov dioksid	Srednja letna vrednost	Srednja 24-urna vrednost	97,5 percentil polurnih vrednosti
		Dovoljena prekoračitev: 12 krat v pol leta	v veg. dobi
1. Varstvo polne zmogljivosti gozdov na večini rastišč je zagotovljeno	50	100	150
2. Potrebno za zagotovitev varovalne* in socialne funkcije gozda na kritičnih ali ekstremnih rastiščih	25	50	75

Vodikov fluorid

1. Isto kot zgoraj	0,3	-	0,9
2. Isto kot zgoraj		potrebne so še nadaljnje proučitve	

*) npr. za zaščito pred erozijo, plazovi, neugodnimi klimatskimi vplivi v bližini gozdne meje itd.

(Številčni podatki v tabeli so navedeni v mikrogramih na m³ zraka).

Delovna skupina priporoča svojim članom, da seznanijo pristojne vlade in upravne organe njihovih dežel s temi rezultati in da obenem zaprosijo za nadaljnjo podporo pri raziskavah glede delovanja drugih sestavin onesnaženega zraka vključno raznovrstno delovanje kislih padavin na občutljive gozdove.

Izdelano v Ljubljani, 27. septembra 1978

Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo pri Biotehniški fakulteti.