

MICROELEMENTELE ÎN SOLURILE ȘI PLANTELE DE PĂDURE

Tamara COJUHARI, Tatiana VRABIE, Sergiu PANĂ,
Petru STRATULAT, Veaceslav VORONȚOV, Ion COJUHARI,
Liubovi ANGHEL, Tatiana ZUBCOVA, Eugen MASLOV

Rezumat

În baza cercetărilor de teren și laborator s-au analizat microelementele Ti, Cr și V din solurile și plantele ierboase din cadrul a 3 biocenozelor din rezervația „Codrii”. S-a constatat că formele totale și mobile ale elementelor analizate în sol nu depășesc valorile admisibile de toxicitate. S-au identificat speciile cu caracter acumulator de Ti și Cr. Valorile V în plante sunt minimale, însă deficitul acestuia nu este stabilit.

Cuvinte cheie: *tip de pădure, fitocenoză, soluri de pădure, plante ierboase, microelemente, rezervația „Codrii”, dinamica sezonieră.*

Introducere

Studiul microelementelor în sol și plante a devenit, în ultimul timp, o necesitate dictată de starea ecologică alarmantă. Acestor probleme sunt consacrate o mulțime de lucrări științifice de o valoare incontestabilă. Acumularea cunoștințelor referitoare la rolul acestora în procesul de formare a solului, productivitatea plantelor, efectelor nocive de acumulare a acestora, în cea mai mare măsură, au fost utilizate în diverse domenii de gospodărire, medicină, protecția plantelor etc., mult mai detaliat, în biocenozele agricole [1, 4, 6-11, 14-19].

În același timp, mărirea gradului de nocivitate antropică, care a cuprins în mare măsură și sistemele naturale, inclusiv pădurile [1], confirmă necesitatea studiilor cu caracter de monitorizare.

Capacitatea de autoreglare a sistemelor naturale poate fi valorificată, cunoscând caracteristicile biocenologice ale componentelor sistemului „sol – plante – animale”, inclusiv a gradului de nocivitate privind elementele minerale, respectiv, repartizate în timp și în spațiu.

Studiile ecosistemelor naturale, nemijlocit forestiere, ce indică intervalele de repartizare a microelementelor sunt fragmentare. În majoritatea cazurilor, rezultatele par a fi contradictorii. Cunoștințele privitor la conținutul microelementelor în speciile floristice sunt foarte limitate, fapt care ne-a impus o cercetare mai amplă a acestora sub raportul „sol – plante ierboase”.

Lucrarea dată prezintă evaluarea capacității de acumulare a elementelor titan (Ti), crom (Cr), vanadiu (V), formele mobile, în sol și plante, actualmente caracterizate ca elemente potențial fiziologice. Acumularea și repartizarea acestora în perioadele de vegetație analizate în 3 tipuri de pădure, poate oferi informativ privind funcția ecologică a speciilor ierboase analizate în raport cu tipul solului. Aceste cercetări, la fel, pot contribui ca material comparativ la explicarea și evaluarea stării ecologice a biocenozelor forestiere, tipice celor analizate, precum și a ecosistemelor antropizate.

Obiectul și metodele de cercetare

Au fost luate în studiu 3 biocenoze, ce corespund pădurilor de foioase, reprezentative pentru rezervația „Codrii”: pădurea de stejar cu carpen, pe sol cenușiu tipic lutos, pe lut-argilă (A); pădurea de gorun cu tei și frasin, pe sol brun lutos, pe lut adânc hleizat (B); pădurea de fag cu gorun, pe sol brun luto-nisipos, pe lut-nisip (C). Acestea reprezintă 3 suprafețe de supraveghere continuă de 1800 m² (două asociații a câte 900 m²). Probele s-au analizat din fiecare tip de pădure, din 8 semiprofile de 0-60 cm., plantele din suprafețe de 1m²(4 repetiții), în aceleași suprafețe.

Elementele minerale în sol și plante au fost determinate conform metodelor tradiționale – metoda spectrografică Zârin, Obuhov, cu spectrograful ДСФ-8 [12]. Determinarea speciilor s-a realizat după determinatorul T. Gheideman [13].

În lucrarea dată sunt prezentate rezultatele cercetărilor din anul 2001: (lunile martie, aprilie, iunie, septembrie). Datorită suportului financiar al fundației „Soros” – Research Support Scheme, grant nr. 245/2000, în anii 2000-2002 s-au efectuat cercetări complexe detaliate ale indicilor pedologici și floristici, inclusiv ale microelementelor. Mulțumim dr. Galina Șabanov (Grădina Botanică (Institut), AȘM) și dr. Vlad Chiriliuc (Institutul de Pedologie Agrochimie și Protecție a Solului „N. Dimo”) pentru consultații.

Rezultatele obținute

Este cunoscut faptul că conținutul formelor totale de elemente minerale în sol este un indice ce poate explica orientativ potențialul de asigurare cu substanță nutritivă la plante și om. La fel, pot indica limitele acestora, în funcție de preferințele sau deficitul lor pentru condițiile de habitat. Însă plantele pot utiliza din sol numai elementele ce sunt în stare accesibilă fiziologic. Deci, formele elementelor mobile servesc ca indicii mult mai exacti privind migrația, adsorbția, conținutul în sol și plante, repartizate într-un anumit spațiu și timp.

Formele totale ale elementelor minerale analizate în solurile pădurilor A, B, C

În profilele de sol au fost analizate formele totale (brute) ale elementelor minerale Ti, Mn, Zr, Ba, Cr, B, Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Sn, Be, Mo, Ag. În Tabelul 1 sunt prezentate valorile formelor totale ale Ti, Cr și V. Caracteristicile fizico-chimice ale solurilor studiate, precum și ale unor microelemente (Cu, Zn, Co, Ni, Pb) au fost descrise în lucrările precedente [4, 5].

Tabelul 1. **Formele totale ale Ti, Cr, V în solurile pădurilor A, B, C (mg/kg)**

Sol cenușiu tipic lutos, pe lut-argilă (A)

Adâncimea, cm	Ti	Cr	V
0-12	5010,0	59,0	71,0
12-35	5370,0	62,0	79,0
35-53	5370,0	78,0	79,0
53-70	5010,0	65,0	79,0
70-85	5010,0	60,0	87,0
100-110	5010,0	56,0	85,0

170-180	5010,0	56,0	62,0
---------	--------	------	------

Sol brun lutos, pe lut adânc hleizat (B)

Adâncimea, cm.	Ti	Cr	V
0-5	5010,0	54,0	69,0
5-15	4790,0	44,0	71,0
15-32	5370,0	45,0	72,0
32-45	4470,0	54,0	79,0
45-65	4470,0	54,0	69,0
65-74	4690,0	68,0	71,0
74-96	4690,0	63,0	62,0
115-125	3390,0	54,0	62,0
140-150	5010,0	46,0	65,0

Sol brun luto-nisipos, pe lut-nisip (C)

Adâncimea, cm.	Ti	Cr	V
0-10	4690,0	43,0	51,0
10-20	4170,0	38,0	55,0
20-30	4000,0	35,0	69,0
30-40	4000,0	32,0	62,0
40-50	4000,0	35,0	54,0
50-60	4000,0	35,0	54,0
60-70	3390,0	35,0	62,0
70-80	3715,0	35,0	51,0
80-90	4000,0	32,0	54,0
90-100	4000,0	35,0	47,0
140-150	3390,0	32,0	40,0

Remarcăm că conținutul elementelor analizate nu depășesc normele stabilite. Se observă o acumulare biologică a Ti, Cr în stratul humifer al solurilor studiate. Acumularea în orizontul iluvial este caracteristică pentru majoritatea elementelor.

Roca parentală a solului cenușiu tipic lutos este bogată în V și Cr; roca solului brun lutos, adânc hleizat, se caracterizează prin acumularea Ti, mai puțin a V. Roca parentală a solului brun tipic, luto-nisipos, se caracterizează printr-o acumulare evidentă a Ti (Tabelul 1).

Formele mobile ale Ti, Cr și V, în solurile pădurilor A, B, C

Titan (Ti). Acest element este mai puțin studiat și informația privind la clasificarea titanului mobil lipsește. Cu toate acestea, Ti este specificat ca element de importanță majoră în formarea rocilor de bază, a resurselor subterane, precum și în procesele vitale ale biosferei [7, 14, 15, 18]. Valorile Ti mobil, din solurile pădurilor studiate, sunt încadrate în intervale mari de 0,06-3,6 mg/kg. Solul pădurii de gorun cu tei și frasin se caracterizează prin cele mai mari valori. Cele mai mici valori s-au depistat în solul brun luto-nisipos, pe lut-nisip (pădurea de fag cu gorun, C). Această

repartizare, ce a marcat diminuarea lentă a Ti, din martie până în iunie, cu o majorare în septembrie, s-a menținut în toată perioada de vegetație, pentru toate solurile analizate (Tabelul 2). Menționăm micșorarea valorii medii a Ti în stratul 0-20 cm, cu 0,39, 0,51 și 0,18 mg/kg, corespunzător solurilor A, B, C din pădurile analizate. Mai adânc, micșorarea valorilor de Ti, în corespundere cu mărirea fracției de nisip, este destul de relevantă pentru solul pădurii de fag cu gorun.

Tabelul 2. Intervalele valorilor Ti mobil în solurile pădurilor A, B, C (mg/kg)

Adâncimea, cm	Primăvara			Vara			Toamna		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-10	1,2-1,6	0,8-2,4	0,44-0,7	0,55-0,95	0,52-1,26	0,2-0,51	1,0-1,81	0,7-2,8	0,08-0,77
10-20	0,8-1,2	0,7-1,9	0,21-0,5	0,21-0,55	0,43-0,97	0,1-0,35	0,59-1,16	0,62-1,9	0,06-0,79
20-30	0,4-0,8	0,5-2,2	0,2-0,53	0,37-0,52	0,35-1,05	0,11-0,33	0,42-0,70	0,32-1,53	0,12-0,5
30-40	0,4-0,6	0,5-2,3	0,24-0,7	0,33-0,59	0,43-0,98	0,12-0,35	0,42-0,67	0,31-1,7	0,13-0,46
40-50	0,7-3,6	0,4-2,6	0,34-0,74	-	-	-	-	-	-
50-60	0,7-0,7	0,4-2,1; 5,9	0,3-0,91	-	-	-	-	-	-

Variația spațială a Ti (în adâncime și semiprofilele releveelor), în toată perioada de vegetație, este mult mai pronunțată în solul pădurii de gorun cu tei și frasin, medie – pentru solul pădurii de fag cu gorun, mai mică amploare – pentru solul pădurii de stejar cu carpen (Tabelul 3).

Tabelul 3. Coeficientul de variație a Ti mobile în solurile pădurilor A, B, C (%)

Adâncimea, cm	Primăvara			Vara			Toamna		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-10	11,98	36,33	18,43	26,77	37,81	47,24	22,14	49,68	62,60
10-20	18,24	34,89	30,23	45,07	33,66	62,70	25,41	46,30	68,75
20-30	34,82	67,09	35,50	14,41	47,65	49,50	16,39	56,09	55,16
30-40	20,16	63,39	38,10	26,35	40,55	44,38	14,67	56,23	66,94

Cromul (Cr) este studiat mult mai puțin, comparativ cu alte microelemente, în aceeași măsură precum Ti, fiind caracterizat drept element de valoare majoră în formarea rocilor de bază, a resurselor subterane și a proceselor vitale ale Terrei [6,10,14,15,18]. Concentrațiile de Cr în solurile din Republica Moldova au demonstrat că acest element este mai puțin mobil la procesele de migrațiune în sol și cuprind limitele de variație 0,01-1,9 mg/kg [15].

Studiile întreprinse de noi au indicat intervale de 0,06-1,64 mg/kg, ce corespund nivelelor de clasificare foarte mici și medii, cu excepția unor bioacumulări în stratul 50-60 cm (solul pădurii B). Remarcăm cele mai mari valori ale Cr (medii pentru stratul 0-40 cm) în solul brun lutos, pe lut adânc hlezat (B), mai reduse – pentru solul brun luto-nisipos, pe lut-nisip (C), medii – pentru solul cenușiu tipic lutos, pe lut-argilă (A), care s-au menținut în toate perioadele de cercetare (Tabelul 4). Diferențierea valorilor acestui element în adâncime este următoarea: în perioada de primăvară și toamna,

ea poartă un caracter destul de stabil pentru solurile pădurii de stejar cu carpen și de fag cu gorun; pentru solul pădurii de gorun cu tei și frasin, valorile medii se măresc treptat în straturile subiacente, primăvara și toamna. În iunie s-a constatat diminuarea lentă în adâncime pentru toate solurile studiate.

Tabelul 4. Intervalele valorilor Cr mobil în solurile pădurilor A, B, C (mg/kg)

Adâncimea, cm	Primăvara			Vara			Toamna		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-10	0,34-0,65	0,27-0,65	0,13-0,94	0,37-0,89	0,43-0,83	0,15-0,36	0,31-0,66	0,22-0,61	0,08-0,72
10-20	0,28-0,72	0,24-0,79	0,08-0,15	0,22-0,43	0,32-0,68	0,15-0,24	0,17-0,70	0,23-0,48	0,06-0,28
20-30	0,37-0,61	0,43-1,29	0,17-0,39	0,28-0,42	0,23-0,31	0,12-0,27	0,33-0,53	0,29-0,9	0,12-0,52
30-40	0,39-0,51	0,45-1,4	0,16-0,5	0,29-0,41	0,28-0,59	0,12-0,25	0,4-0,5	0,27-1,12	0,13-0,53
40-50	0,56-0,7	0,38-1,64	0,28-0,51	-	-	-	-	-	-
50-60	0,43-0,79	0,37-1,42; 5,1	0,29-0,59	-	-	-	-	-	-

Variațiile sezoniere, în funcție de tipul pădurii, au fost semnificative pentru nivelul de variabilitate de 95%: cantitativ (valorile medii) Cr în solurile cenușiu tipic lutos, pe lut-argilă (A), și brun lutos, pe lut adânc hlezat (B), se diminuează veridic, din martie până în iunie, iar în septembrie valorile s-au mărit. În solul pădurii de fag cu gorun, dinamica sezonieră a Cr este mai pronunțată, coeficientul de variație indică valori maxime primăvara și toamna, vara. Coeficientul de variație a Cr (Tabelul 5) indică cele mai mari valori pentru solurile pădurilor B și C, medii – pentru solul pădurii A.

Tabelul 5. Coeficientul de variație a Cr mobile în solurile pădurilor A, B, C (%)

Adâncimea, cm	Primăvara			Vara			Toamna		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-10	26,70	33,40	92,76	38,39	31,68	37,89	26,96	37,15	75,39
10-20	40,92	38,72	24,73	29,20	34,57	21,94	46,23	27,09	42,48
20-30	21,64	42,62	25,81	19,27	36,08	38,05	15,75	45,92	59,36
30-40	13,55	43,80	38,36	16,36	32,93	38,53	8,63	52,71	65,07

Vanadiu (V). Formele mobile ale V sunt mai puțin studiate. Rolul V, de rând cu Ti și Cr, este semnificativ la nivelul general de formare a rocilor de bază [11, 15]. Studiile întreprinse de noi în solurile studiate, în perioada de primăvară- toamnă, au marcat conținutul de V în intervale de 0,01-1,64 mg/kg (Tabelul 6). Constatăm că distribuția V, în solurile analizate, se manifestă în felul următor: cele mai mari valori sunt stabilite pentru solul pădurii B, în care se înscrie o acumulare considerabilă de V – 6,1 mg/kg, la adâncime de 50-60cm. Cele mai mici valori au fost înregistrate pentru solul pădurii C, medii – pentru solul pădurii A. Această repartizare urmează în toată perioada de vegetație.

În dinamica sezonieră este relevantă diminuarea valorilor de V în perioada de vară, cu o mărire în perioada de toamnă, favorizată de translocăția elementelor minerale din plante și acumularea lor în litieră (Tabelul 6).

Tabelul 6. **Intervalele valorilor V mobil în solurile pădurilor A, B, C (mg/kg)**

Adâncimea, cm	Primăvara			Vara			Toamna		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-10	0,34-1,27	0,27-0,65	0,13-0,94	0,26-0,85	0,54-1,05	0,05-0,31	0,43-0,75	0,32-1,09	0,13-0,54
10-20	0,6-0,28	0,24-0,79	0,08-0,15	0,1-0,48	0,32-0,78	0,01-0,28	0,21-0,5	0,22-0,87	0,05-0,36
20-30	0,37-0,58	0,43-1,29	0,17-0,39	0,18-0,39	0,19-0,71	0,01-0,26	0,22-0,5	0,18-0,66	0,04-0,29
30-40	0,32-0,5	0,45-1,4	0,16-0,5	0,19-0,54	0,22-0,46	0,02-0,32	0,25-0,41	0,21-1,17	0,04-0,19
40-50	0,43-0,68	0,38-1,64	0,28-0,51	-	-	-	-	-	-
50-60	0,43-0,57	0,37-1,42; 6,10	0,29-0,59	-	-	-	-	-	-

Remarcăm o repartizare a conținutului de V pe straturi destul de uniformă, cu excepția stratului bioacumulativ 0-10 cm. Repartiția spațială a V este bine exprimată în toate perioadele de vegetație. Coeficientul de variație (Tabelul 7) susține valori mari în dinamica sezonieră și spațială, numai toamna cuprinde valori medii pentru pădurea de gorun cu tei și frasin.

Tabelul 7. **Coeficientul de variație a V mobile în solurile pădurilor A, B, C (%)**

Adâncimea, cm	Primăvara			Vara			Toamna		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-10	51,83	33,40	92,76	48,72	30,81	71,24	20,93	44,87	50,24
10-20	31,87	38,72	23,73	62,49	42,70	166,77	29,19	50,60	74,00
20-30	18,30	42,62	25,81	39,29	52,33	150,35	26,09	49,28	52,32
30-40	20,19	43,80	38,36	50,96	32,75	128,78	19,72	66,78	33,90

Dinamica elementelor minerale în plante

Necesitatea studierii elementelor minerale în plante a fost consemnată încă de V. Vernadschi. Comunitățile naturale, inclusiv cele forestiere, în cea mai mare măsură sunt capabile să-și restabilească bilanțul ecologic. Homeostaza, capacitatea de autoreglare și de restabilire se datorează fluxului de energie și materie realizat prin repartizarea în spațiu, pe verticală și orizontală, a substanțelor organice, a soluțiilor, elementelor minerale din litieră, din covorul vegetal, din sol și rocamă. Aceste procese sunt însoțite de factori naturali și antropici, nemijlocit – de manifestările lumii animale, din multitudinea lanțurilor trofice, de factorii climatici etc. [1, 14, 15, 18].

În rezultatul cercetărilor noastre s-a constatat că conținutul elementelor minerale în plante variază la diferite grupe ecologice și specii, în raport cu tipurile de pădure și factorii de mediu [4]. Localizarea lor în organe indică valori diferite. Specificul genético-fiziologic al plantelor, în raport cu condițiile mediului, precum și limitele

lor de adaptare, stabilesc particularitățile plantelor și exigențele lor ecologice față de elementele minerale.

Microelementele luate în studiu (Ti, Cr, V) au fost analizate în plantele ierboase (partea plantei de la suprafața solului) întâlnite mai frecvent, în perioada 2000-2002, 2004. Nu am reușit să evaluăm tot spectrul de plante în mai multe repetiții, din mai multe motive, unul dintre care a fost lipsa materialului organic necesar pentru analize. Plantele cu frecvență redusă, rolul cărora nu este suficient determinat, care nu formează populații în acest biotop, s-au determinat orientativ, fără analiză matematică.

În lucrarea dată evidențiem interdependența directă a acestor elemente din sol și plante, în lunile martie, aprilie, iunie 2001.

E necesar să constatăm că valorile elementelor sus-menționate, la nivel de specie, variază în funcție de condițiile staționale ale pedotopului, tipului de vegetație și fluctuațiile anuale ale speciilor erbacee.

Titan. Acest element este mai puțin studiat. În literatura de specialitate s-a specificat capacitatea redusă de absorbție a Ti de către plante. Deși mineralele de Ti în cea mai mică măsură sunt supuse proceselor de alterare, metale insolubile nu există și nivelul concentrațiilor acestuia în soluțiile solului este de cca 0,03 mg/l [14, 15].

Actualmente, nu dispunem de date referitor la acumularea Ti în plantele forestiere. Ca urmare a cercetărilor întreprinse s-au stabilit nivele ale concentrațiilor de Ti în plante în intervale 0,15-80 mg/kg masă uscată.

În pădurea A, în perioada de primăvară-vară, s-au depistat acumulări enorme ale Ti în speciile de *Campanula rapunculoides* L. (clopoșel rapioid), *Euphorbia amygdaloides* L. (laptele câinelui), *Anemonoides ranunculoides* (floarea vântului, primăvara), respectiv, până la 145,0-155,0 mg/kg. Valorile titanului pentru speciile *Corydalis solida* (brebenel solid), *Carex pilosa* (rogoz de dumbrovă) ating 104,0-107,0 mg/kg, pentru *Viola hirta* (toporași aspri) și *Viola odorata* (toporași odoranți), în aprilie-iunie – până la 192,0-194,0 mg/kg. Cele mai mari acumulări în această pădure s-au înregistrat la specia *Stellaria holostea* (rocoșel lanceolat) – până la 309,0 mg/kg (Tabelul 8).

Tabelul 8. Conținutul de Ti în plantele ierboase, pădurea A (mg/kg masă uscată)

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L.	10,7-13,3 62,1-155,0	19,5	17,4-44,1	3,7				
2.	<i>Asarum europaeum</i> L.			20,3-60,7	9,5	59,7	5,7	28,8-62,4	9,7
3.	<i>Campanula rapunculoides</i> L..			21,8		103,0- 145,0	21,0		
4.	<i>Carex brevicollis</i> L.	53,4-79,5	6,1	14,4		12,5-40,4	8,1	16,4-25,3	1,7
5.	<i>Carex pilosa</i> Scop.	37,8-107,0		10,1-30,8	4,3	9,9-24,3	4,2	11,2-47,0	4,9
6.	<i>Corydalis bulbosa</i> L.			17,1-52,0	4,96				

7.	<i>Corydalis marschaliana</i> Pers.			24,0-37,0	2,5				
8.	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	39,8-104,0		20,4-48,1	3,4				
9.	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	40,0		21,4-60,8	4,69				
10.	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.			58,7		154,0			
11.	<i>Ficaria verna</i> Huds.			59,2					
12.	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker.Gawl.	26,6-29,0	1,65						
13.	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.							27,7	
14.	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst.et Kit.			34,3	1,9	65,0-94,8	14,9	33,4	1,2
15.	<i>Isopyrum thalictroides</i> L.	22,6							
16.	<i>Melica uniflora</i> Retz.					66,8			
17.	<i>Mercurialis perennis</i> L.	38,1		25,6		40,5			
18.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.			27,8-44,8	2,45	71,8-93,4	6,8		
19.	<i>Scilla bifolia</i> L.	21,5-88,0	10,2	54,0-65,5	5,75				
20.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.			53,1		54,9-70,2	7,7		
21.	<i>Stellaria holostea</i> L.	33,3-85,4	12,5	24,1-63,9	7,4	104,0-309,0		28,3-41,4	2,4
22.	<i>Viola hirta</i> L.			29,2-42,3	6,55	64,7-192,0	63,6	32,0-82,3	11,7
23.	<i>Viola odorata</i> Bieb.	39,6		40,2-109,4	20,8	194,0			
24.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau					64,6			

Valori enorme s-au înregistrat la speciile din pădurea B: *Bromopsis benechenii* (târsacă), *Dentaria bulbifera* (colțisor bulbifer), *Corydalis marschaliana* (brebenel Marșal), în aprilie, respectiv, până la 141,0 mg/kg, 155,0 mg/kg, 176,0 mg/kg, în iunie – la speciile *Scutellaria altissima* (gluguță înaltă), *Stellaria holostea*, *Alliaria petiolata* (usturoiță) – 106,0 mg/kg, 101,0 mg/kg, 121,0 mg/kg, *Glechoma hirsuta* (râruncioară hirsută) – 126-190 mg/kg (aprilie-septembrie), *Ballota nigra* (cățișă neagră) – 164 mg/kg, iunie, *Lunaria redeviva* (lopățea) – 106 mg/kg, toamna. Menționăm că solul pădurii de gorun cu tei și frasin se caracterizează prin cele mai mari acumulări ale Ti mobil. Valori maxime de 211,1-219,0 mg/kg s-au depistat la speciile *Myosoton aquaticum*

(plescăiță acvatică) în aprilie, *Scila bifolia* (viorele), *Corydalis solida* – martie-aprilie, *Symphytum tauricum* – 224 mg/kg – în iunie, 103 mg/kg – în septembrie, *Viola hirta* 373,0-117,0 mg/kg, vara – toamna (Tabelul 9).

Tabelul 9. Conținutul de Ti în plantele ierboase, pădurea B (mg /kg masă uscată)

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.)Cavara et Grande					42,4- 121,0	23,6	45,0- 64,8	4,5
2.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L.	27,5-73,5	10,6	51,8-199,0	25,9				
3.	<i>Ballota nigra</i> L.					164,0			
4.	<i>Bromopsis benechenii</i> (Lange) Holub.			111,0- 141,0	15,0	12,2		25,0- 47,8	6,6
5.	<i>Carex brevicollis</i> L.	43,1		39,6-58,3	9,3	64,8- 77,1	6,2	7,9-23,2	4,6
6.	<i>Carex pilosa</i> Scop.							34,6	
7.	<i>Convallaria majalis</i> L.			69,7-82,7	6,5	51,6			
8.	<i>Corydalis marschaliana</i> Pers.	28,1-45,1	8,5	24,3-176,0	24,4				
9.	<i>Corydalis solida</i> (L.)Clairv.	32,4-88,5	6,0	53,6-219,0	22,7				
10.	<i>Dactylis glomerata</i> L.					22,2- 25,9	1,8	23,1	
11.	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	11,2-33,5	3,4	35,6-155,0	25,6				
12.	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.							46,5- 59,0	6,2
13.	<i>Ficaria verna</i> Huds.			44,3					
14.	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker.Gawl.	51,2- 168,0	17,9						
15.	<i>Geum urbanum</i> L.							35,6	
16.	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. et Kit.	73,1		37,7- 63,6;126,0	19,1	33,9- 190,0	78,0	95,6- 134,0	19,2
17.	<i>Lamium maculatum</i> L.	82,7		58,2					
18.	<i>Lunaria redeviva</i> L.					36,7		106,0	
19.	<i>Melica uniflora</i> Retz.			13,5-16,0	0,8	9,8-30,7	6,3	23,5	
20.	<i>Mercurialis perennis</i> L.	42,0							
21.	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench.			46,3-211,1	42,6				

22.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.	52,9-94,5	8,4	19,2-51,8	4,9	33,6-72,1	12,5		
23.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.			23,9-29,4	2,8	40,3			
24.	<i>Roegneria canina</i> (L.)Nevski							19,4	
25.	<i>Scila bifolia</i> L.	35,2-103,0	10,2	94,9-214,0	23,0				
26.	<i>Scutellaria altissima</i> L.					106,0			
27.	<i>Stellaria holostea</i> L.	33,3-87,2	12,5	17,7-42,4	3,9	49,6-101,0	17,1	28,2-93,9	10,0
28.	<i>Symphytum tauricum</i> Willd.			32,0-56,3		49,3		103,0-224,0	40,0
29.	<i>Viola hirta</i> L.					76,7-373,0		82,4-117,0	8,1
30.	<i>Viola odorata</i> Bieb.	39,6							

Deși solul pădurii C, brun luto-nisipos, pe lut-nisip, se caracterizează prin cele mai mici valori ale Ti mobil, s-au înregistrat acumulări, în martie-aprilie, la plantele *Corydalis solida*, *Ficaria verna*, *Anemonoides ranunculoides* ce corespund valorilor de până la 109,0; 233,0; 262,0 mg/kg, *Galium odoratum* (vinăriță) – 123 mg/kg, în iunie, și 116 mg/kg, în septembrie, *Galeobdolon luteum* – 110 mg/kg, vara, 101 mg/kg, toamna, *Stachys sylvatica* 166,0 mg/kg, vara (Tabelul 10).

Tabelul 10. Conținutul de Ti în plantele ierboase, pădurea C (mg /kg masă uscată)

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	54,9-130,0		22,3-42,3	3,5	23,9-68,0	13,1	165,0	
2.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L..	19,7-55,0	10,5	68,2-88,3 104,0-262,0	32,1				
3.	<i>Asarum europaeum</i> L.			48,0-79,1	15,6	63,8		78,1	
4.	<i>Carex brevicollis</i> L.							34,7	
5.	<i>Carex pilosa</i> Scop.	44,8-95,9	16,9	17,3-47,2	3,8	18,0-30,6	2,6	23,3-52,0	4,9
6.	<i>Corydalis bulbosa</i> L.			18,2-24,4	3,1				
7.	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	26,0-48,6	11,3	109,0					
8.	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	17,3-43,6	6,4	58,8-184,0	17,8				
9.	<i>Ficaria verna</i> Huds.	171,0		233,0					
10.	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	98,9		226,0	1,0	32,0, 116,0-123,0	29,4	38,8-80,7	12,1

11.	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.			36,1-107,0	12,7	18,2-110,0	27,6	38,9-101,0	14,6
12.	<i>Glechoma hirsuta</i> Wadst. et Kit			74,3					
13.	<i>Mercurialis perennis</i> L.			22,9-42,6	9,8	63,0			
14.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.			52,1-72,5	5,9	90,3			
15.	<i>Pulmonaria officinales</i> L.					34,7		52,3	
16.	<i>Scila bifolia</i> L.	27,6-80,0	26,2						
17.	<i>Stachys sylvatica</i> L.					166,0		58,5	
18.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau					65,1			
19.	<i>Viola odorata</i> Bieb.			95,4					

Crom. Rolul Cr în procesele metabolice ale plantelor nu este stabilit, fapt care denotă necesitatea studiilor mai ample. Este stabilit că acest element se asimilează de către plante în concentrații de 0,02-0,20 mg/kg [14].

Conținutul de Cr în speciile studiate, în funcție de tipul de pădure (Tabelele 11-13), variază în intervale mici, cu excepția unor acumulări la speciile *Anemonoides ranunculoides* – 2,27-3,19 mg/kg, *Corydalis solida* – 2,74-4,26, în aprilie, *Gagea lutea* – 2,04-3,32 mg/kg, pădurile A și B; *Viola odorata* – 2,17 mg/kg, în iunie, *Ficaria verna* – 2,34 mg/kg, în aprilie, *Isopyrum thalictroides* – 1,35-4,5 mg/kg, în martie-septembrie, *Stellaria holostea* – până la 11,6 mg/kg în iunie (pădurea A); *Alliaria petiolata* – 2,04 mg/kg, *Anemonoides ranunculoides* – 3,19 mg/kg, *Scila bifolia* – 3,48-3,51 mg/kg, în martie, aprilie (pădurea B); valori mari s-au depistat la speciile din pădurea C la *Scila bifolia* – 3,04 mg/kg, *Carex pilosa*, în martie, până la 10,7 mg/kg.

Conform clasificării gradului de toxicitate, valorile Cr, cuprinse în intervalele 5-30 mg/kg, indică acumulări toxice în plante. Concentrațiile de Cr în plantele studiate, în cadrul celor 3 biocenoze, în majoritatea cazurilor demonstrează stabilitate stațională, în cea mai mare măsură, datorită concentrațiilor reduse de Cr mobil în sol. Speciile *Carex pilosa* și *Stellaria holostea* pot fi considerate specii cu capacitate de acumulare a Cr.

Tabelul 11. Conținutul de Cr în plantele ierboase, pădurea A (mg/kg masă uscată)

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L.	0,5-1,13	0,09	0,52-2,27	0,3				
2.	<i>Asarum europaeum</i> L.			0,81-1,77	0,2	0,88	0,1	0,6-1,15	0,2
3.	<i>Campanula rapunculoides</i> L.			0,84		0,96	0,1		

4.	<i>Carex brevicollis</i> L.	0,8-1,42	0,13	0,65		0,49-0,7	0,1	0,22-0,49	0,05
5.	<i>Carex pilosa</i> Scop.	0,43-1,49	0,53	0,46-0,78	0,1	0,44	0,1	0,22-0,52	0,05
6.	<i>Corydalis bulbosa</i> L.			0,44-0,86	0,1				
7.	<i>Corydalis marschaliana</i> Pers.			0,63	0,02				
8.	<i>Corydalis solida</i> (L.)Clairv.	0,92-1,66	0,1	0,61-2,74	0,3				
9.	<i>Dentaria bulbifera</i>	0,8		0,43-0,82	0,1				
10.	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.			0,82		1,81			
11.	<i>Ficaria verna</i> Huds.			2,34					
12.	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker.Gawl.	2,04	0,02						
13.	<i>Galium odorata</i> (L) Scop.							0,42	
14.	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. et Kit.			0,65	0,03	0,51-1,58	0,5	0,47-0,95	0,15
15.	<i>Isopyrum thalictroides</i> L.	1,35						0,6-1,0; 4,5	0,7
16.	<i>Melica uniflora</i> Retz.					0,79			
17.	<i>Mercurialis perennis</i> L.	1,03		0,95		0,74			
18.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.			0,37-0,7	0,1	0,52-0,82	0,1		
19.	<i>Scila bifolia</i> L.	0,7-0,98	0,04	0,7-1,02	0,2				
20.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.			0,91		0,8	0,02		
21.	<i>Stellaria holostea</i> L.	1,3	0,05	0,48-1,46	0,2	0,86-11,6	5,4		
22.	<i>Viola hirta</i> L.			0,49-0,73	0,1	0,74-2,31	0,8	0,82-1,14	0,08
23.	<i>Viola odorata</i> Bieb.			0,6-1,28	0,2	2,17			
24.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. et Boreau.					0,65-1,1			

Tabelul 12. Conținutul de Cr în plantele ierboase, pădurea B (mg/kg masă uscată)

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.)Cavara et Grande			0,93-1,72	0,1	1,05-2,04	0,29	0,48	0,01
2.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L..	0,63-0,86	0,05	3,19	0,2				
3.	<i>Ballota nigra</i> L.					0,76			
4.	<i>Bromopsis benechenii</i> (Lange) Holub.					0,73		0,49-0,96	0,14

5.	<i>Carex brevicollis</i> L.	0,44		0,72-1,15	0,2	0,85-1,04	0,09	0,26	0,01
6.	<i>Carex pilosa</i> Scop.							0,26	
7.	<i>Convallaria majalis</i> L.			0,78	0,02	0,74			
8.	<i>Corydalis marschaliana</i> Pers.	0,73		0,86-1,85	0,16				
9.	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	1,19-4,38	0,4	1,26-4,26	0,35				
10.	<i>Dactylis glomerata</i> L.					0,51		0,35	
11.	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	0,76-1,32	0,1	0,82-1,9	0,19				
12.	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.							0,34-0,75	0,2
13.	<i>Ficaria verna</i> Huds.			1,69					
14.	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker. Gawl.	2,29-3,32	0,14						
15.	<i>Geum urbanum</i> L.							0,77	
16.	<i>Glechoma hirsuta</i> Wadst. et Kit	1,24		0,58-1,16	0,13	0,49-1,32	0,4	0,5	0,02
17.	<i>Lamium maculatum</i> L.	1,58		1,39					
18.	<i>Lunaria redeviva</i> L.					1,1		0,7	
19.	<i>Melica uniflora</i> Retz.			1,17-1,46	0,09	0,59-0,86	0,08	0,26	
20.	<i>Mercurialis perennis</i> L.	0,66							
21.	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench.			1,73-2,36	0,16				
22.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.	0,71-1,22		0,61-1,06	0,07	0,67-1,43	0,23		
23.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.			1,16	0,05	0,7			
24.	<i>Roegneria canina</i> (L.) Nevski							0,39	
25.	<i>Scilla bifolia</i> L.	0,67-1,35, 3,48	0,3	0,89-3,51	0,54				
26.	<i>Scupellaria altissima</i> L.					1,33			
27.	<i>Stellaria holostea</i> L.	1,35	0,16	0,83-1,41	0,09	0,72	0,02	0,32-0,9	0,07
28.	<i>Symphytum tauricum</i> Willd.					0,72		0,79	0,03
29.	<i>Viola hirta</i> L.					0,81-2,8	1,0	0,52-2,21	0,39
30.	<i>Viola odorata</i> Bieb.	0,98		0,89-2,04	0,58				

Tabelul 13. Conținutul de Cr în plantele ierboase,
pădurea C (mg/kg masă uscată)

Nr.	Specia	martie		aprilie		iunie		septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	1,56-1,59	0,01	0,68-1,01	0,06	0,54-0,90	0,11	3,04	
2.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L.	0,99-1,06	0,02	0,60-1,05	0,06				
3.	<i>Asarum europaeum</i> L.			0,68-0,96	0,14	2,16		1,25	
4.	<i>Carex brevicollis</i> L.							0,32	
5.	<i>Carex pilosa</i> Scop.	2,87-10,7	2,44	0,71-1,64	0,12	0,40-0,84	0,1	0,35-0,52	0,03
6.	<i>Corydalis bulbosa</i> L.			0,89-0,99	0,05				
7.	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	1,07-1,21	0,07	2,57					
8.	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	0,78-1,21	0,05	0,75-1,33	0,07				
9.	<i>Ficaria verna</i> Huds.	1,5		1,53					
10.	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	1,15		1,09-1,19	0,09	0,51-0,92	0,13	0,56-1,17	0,2
11.	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.			0,66-0,87	0,04	0,61-0,89	0,09	0,42-0,74	0,07
12.	<i>Glechoma hirsute</i> Waldst. et Kit			0,87					
13.	<i>Mercurialis perennis</i> L.			0,82	0,01	1,06			
14.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.			0,76-0,86	0,03	0,90			
15.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.					0,84		0,52	
16.	<i>Scilla bifolia</i> L.	1,86-1,92	0,03						
17.	<i>Stachys sylvatica</i> L.					1,91		0,40	
18.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau					0,74			
19.	<i>Viola odorata</i> Bieb.			1,45					

Vanadiu. În literatura de specialitate lipsește informația privitor la rolul V în procesele metabolice ale plantelor, deși sunt stabilite valori înalte la tuberculii plantelor boboase (3-12 mg/kg masă uscată) [15].

Conținutul de V în plantele din pădurile analizate s-a înregistrat în intervalele 0,09 mg/kg la *Melica uniflora* (pădurea B, septembrie 2001), până la 2,84 mg/kg masă uscată la *Mercuriales perennis* (pădurea C, vara 2001). Concentrații semnificative s-au depistat la speciile *Galium odorata*, *Stachys sylvatica* – a câte 1,45 mg/kg masă uscată, *Veronica hederifolia* – 1,43 mg/kg și altele, în corespundere cu norma (0,2-1,5 mg/kg masă uscată). Cantități mici (0,10 mg/kg) s-au depistat la *Carex brevicollis*, *Lamium maculatum* – 0,11 mg/kg, *Carex pilosa* – 0,12 mg/kg și la multe altele. Deficitul de V în

plantele cercetate nu a fost stabilit. Concentrațiile mici de V se datorează cantităților foarte mici ale acestui element în solurile analizate. În perioada anului 2001, primăvara și vara au fost stabilite cele mai mari concentrații de V în sol.

Tabelul 14. Conținutul de V în plantele ierboase, pădurea A (mg/kg masă uscată)

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L.	0,09-0,31	0,03	0,74-1,08	0,05				
2.	<i>Asarum europaeum</i> L.			0,41-1,15	0,18	0,57-0,83	0,13	0,37-0,6	0,07
3.	<i>Campanula rapunculoides</i> L.			0,49		0,41-0,58	0,08		
4.	<i>Carex brevicollis</i> L.	0,1-0,32	0,05	0,14		0,21-0,35	0,04	0,11	0
5.	<i>Carex pilosa</i> Scop.	0,1-0,3	0,1	0,15-0,3	0,03	0,13-0,20	0,02	0,11-0,19	0,01
6.	<i>Corydalis bulbosa</i> L.			0,44-0,84	0,05				
7.	<i>Corydalis marschaliana</i> Pers.			0,45-1,19	0,14				
8.	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	0,15-0,23	0,01	0,74-1,35	0,08				
9.	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	0,19		0,43-0,84	0,06				
10.	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.			0,41		0,49			
11.	<i>Ficaria verna</i> Huds.			0,36					
12.	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker.Gawl.	0,2	0,01						
13.	<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.							0,5	
14.	<i>Glechoma hirsute</i> Waldst. et Kit.			0,64		0,68-0,95	0,14	0,47-0,67	0,06
15.	<i>Isopyrum thalictrioides</i> L.	0,18							
16.	<i>Melica uniflora</i> Retz.					0,3			
17.	<i>Mercurialis perennis</i> L.	0,28		1,02		1,5			
18.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.			0,13-0,39	0,05	0,32-0,72			
19.	<i>Scila bifolia</i> L.	0,14-0,19	0,01	0,23-0,66	0,22	1,02	0,09		
20.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	0,17-0,24	0,04	0,21					
21.	<i>Stellaria holostea</i> L.			0,19-0,65	0,08	0,24-1,55	0,66	0,3-2,83	0,49
22.	<i>Viola hirta</i> L.			0,53-0,65	0,06	0,45-0,67	0,11	0,44-0,7	0,05

23.	<i>Viola odorata</i> Bieb.			0,28-0,57	0,1	0,42			
24.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau					0,28			

Tabelul 15. Conținutul de V în plantele ierboase, pădurea B (mg/kg masă uscată)

Nr.	Specia	martie		aprilie		iunie		septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.) Cavara et Grande					0,88-1,37	0,15	0,16-0,5	0,07
2.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L.	0,1-0,16	0,01	0,34-0,51	0,02				
3.	<i>Balota nigra</i> L.					0,79			
4.	<i>Bromopsis benechenii</i> (Lange) Holub.			0,2		0,21		0,14-0,19	0,01
5.	<i>Carex brevicollis</i> L.	0,15		0,12-0,48	0,18	0,32-0,45	0,07	0,1	
6.	<i>Carex pilosa</i> Scop.							0,1	
7.	<i>Convallaria majalis</i> L.			0,43		0,71			
8.	<i>Corydalis bulbosa</i> L.								
9.	<i>Corydalis marschaliana</i> Pers.	0,13	0,01	0,23-1,15	0,16				
10.	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	0,14-0,27	0,08	0,37-1,31	0,11				
11.	<i>Dactylus glomerata</i> L.					0,13-0,18	0,02	0,12	
12.	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	0,19-0,32	0,02	0,41-0,78	0,06				
13.	<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.							0,17-0,3	0,07
14.	<i>Ficaria verna</i> Huds.			1,06					
15.	<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker. Gawl.	0,16-0,66	0,09						
16.	<i>Geum urbanum</i>							0,31	
17.	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. Et Kit.	0,8		0,23-0,7	0,13	0,69-1,23	0,27	0,67	0,07
18.	<i>Lamium maculatum</i> L.	0,54		0,28					
19.	<i>Lunaria redeviva</i> L.					1,16		1,01	
20.	<i>Melica uniflora</i> Retz.				0,11	0,25-0,52	0,08	0,09	
21.	<i>Mercurialis perennis</i> L.	0,3							

22.	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench.			0,22-0,56	0,08				
23.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.	0,13-0,57	0,08	0,13-0,23	0,01	0,52-1,0	0,15		
24.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.			0,18-0,23	0,02	0,78			
25.	<i>Roegneria canina</i> (L.) Nevski.					0,32		0,13	
26.	<i>Scila bifolia</i> L.	0,18-0,67	0,05	0,33-0,8	0,1				
27.	<i>Scutellaria altissima</i> L.								
28.	<i>Stellaria holostea</i> L.	0,26	0,02	0,12-0,25	0,02	0,31-0,59	0,08	0,12-0,37	0,03
29.	<i>Symphytum tauricum</i> Willd.					1,13		0,32-0,77	0,15
30.	<i>Viola hirta</i> L.					0,48-0,98	0,25	0,36-0,48	0,03
31.	<i>Viola odorata</i> Bieb.	0,13		0,24					
32.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex. Boreau								

Tabelul 16. Conținutul de V în plantele ierboase, pădurea C (mg/kg masă uscată)

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie	Conți- nutul	Eroarea medie
1.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	0,21-0,65	0,2	0,12-0,38	0,06	0,23-0,75	0,16	1,2	
2.	<i>Anemonoides ranunculoides</i> L..	0,11-0,22	0,04	0,18-0,58	0,07				
3.	<i>Asarum europaeum</i> L.			0,22-0,35	0,07	1,24		0,91	
4.	<i>Carex brevicolis</i> L.							0,11	
5.	<i>Carex pilosa</i> Scop.	0,29-0,54		0,1-0,25	0,02	0,1-0,29	0,04	0,12	0,01
6.	<i>Corydalis bulbosa</i> L.			0,72	0,03				
7.	<i>Corydalis solida</i> (L.) Clairv.	0,14-0,19	0,02	0,42					
8.	<i>Dentaria bulbifera</i> L.	0,15-0,3	0,02	0,57-124	0,1				
9.	<i>Ficaria verna</i> Huds.	0,43		0,58					
10.	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	0,24		0,22-0,63	0,21	0,28-0,89	0,19	0,3-0,59	0,09
11.	<i>Galium odorata</i> (L.) Scop.			0,23-0,59	0,07	0,82-1,28	0,13	0,57-0,66	0,02
12.	<i>Glechoma hirsuta</i> Waldst. et Kit			0,15					
13.	<i>Mercurialis perennis</i> L.			1,34-1,55	0,11	2,84			

14.	<i>Polygonatum latifolium</i> Desf.			0,12-0,25	0,04	0,9		
15.	<i>Pulmonaria officinalis</i> L.					0,52	0,35	
16.	<i>Scila bifolia</i> L.	0,17-0,37	0,1					
17.	<i>Stachys sylvatica</i> L.					1,45	0,2	
18.	<i>Viola reichenbachiana</i> Jord. ex Boreau					0,2		
19.	<i>Viola odorata</i> Bieb.			0,3				

Concluzii

1. Formele totale și mobile ale Ti, Cr și V din solurile biocenozelor studiate, conform clasificării din Republica Moldova, nu depășesc nivelul admisibil de toxicitate, susțin valori medii și minimale ale Ti, Cr și V, cu excepția unor acumulări mai mult de caracter biologic și în funcție de repartizarea granulometrică. Acumularea în orizontul iluvial este caracteristică pentru toate elementele.

2. Solul pădurii de gorun cu tei și frasin se caracterizează prin cele mai mari valori ale acestor elemente. Cele mai mici valori s-au depistat în solul brun luto-nisipos, pe lut-nisip (pădurea C, de fag cu gorun).

3. Variația spațială a Ti (în adâncime și în semiprofilele releveelor) în toată perioada de vegetație este mult mai pronunțată în solul pădurii de gorun cu tei și frasin, medie – pentru solul pădurii de fag cu gorun, de mai mică amploare – pentru solul pădurii de stejar cu carpen. Valorile coeficientului de variabilitate ale Cr sunt maxime în stratul bioacumulativ 0-10 cm, pentru toate solurile. Variațiile sezoniere mai pronunțate ale Cr și V mobil s-au stabilit pentru solul din pădurea de fag cu gorun. Repartizarea uniformă a V pe verticală și orizontală este bine exprimată în toate perioadele de vegetație.

4. Datele obținute în sol și în plante, indică o relație de dependență între cantitățile de Ti, Cr și V din sol și plante în funcție de specie, faza de vegetație și tipul pădurii.

5. Concentrații enorme de Ti s-au înregistrat în:

- **pădurea de stejar cu carpen (A)**, la speciile ce formează principala masă organică a pădurii: primăvara – *Anemonoides ranunculoides*, *Carex pilosa*, *Viola odorata*, *Corydalis solida*, *Carex brevicolis*, *Scila bifolia*; în perioada de vară – la *Stellaria holostea*, *Euphorbia amygdaloides*, *Campanula rapunculoides*, *Viola odorata*; toamna – la *Viola hirta*;

- **pădurea de gorun cu tei și frasin (B)**, la speciile cu abundență și frecvență mai mare: primăvara – *Scila bifolia*, *Anemonoides ranunculoides*, *Bromopsis benechenii*, *Corydalis marschaliana*, *Dentaria bulbifera*, *Glechoma hirsuta*; vara – *Alliaria petiolata*, *Ballota nigra*, *Glechoma hirsuta*, *Scutellaria altissima*, *Viola hirta*; toamna – *Symphytum tauricum*, *Glechoma hirsuta*, *Lunaria redeviva*, *Viola hirta*, *Stellaria holostea*;

- **pădurea de fag cu gorun (C)**, în martie-aprilie – la speciile *Aegopodium podagraria*, *Anemonoides ranunculoides*, *Corydalis solida*, *Dentaria bulbifera*, *Ficaria verna*, *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*; vara – *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Stachys sylvatica*.

6. Conținutul de Cr la speciile studiate, în funcție de tipul de pădure, variază în intervale mici, cu excepția unor acumulări la speciile: *Stellaria holostea* – vara, *Isopyrum thalictroides* – toamna, din pădurea A, *Corydalis solida* – primăvara, pădurea B, acumulează concentrații toxice. Speciile din pădurea C, corespunzător conținutului de Cr în solul brun luto-nisipos, pe lut-nisip, nu au acumulat concentrații nocive de crom.

7. Deficitul de V în plantele cercetate nu a fost stabilit. Concentrațiile mici de V se datorează cantităților foarte mici ale acestui element în solurile analizate.

8. Preventiv, deducem:

- speciile vernale *Anemonoides ranunculoides* (A, B, C), *Corydalis solida* (A, C), *Dentaria bulbifera* (B, C), *Scilla bifolia* (A, B), caracterizate în literatura de specialitate ca acumulate de substanțe toxice, în toate tipurile de pădure analizate indică acumulări ale Ti și Cr.

- speciile *Stellaria holostea* (A, B), *Carex pilosa* (A, C), *Carex brevicolis* (A, B), *Viola hirta* (A, B), *Viola odorata* (A, C), se manifestă ca specii cu funcții polivalente, care participă, în perioada de vegetație, la procesele de mobilizare a surplusurilor de substanțe nocive în toate tipurile de vegetație analizate.

Referințe bibliografice

1. BATHORY D., NICOARĂ A., BERCEA V. – *Conținutul în metale grele la lăstarii de fag (Fagus sylvatica L.) și carpen (Carpinus betulus L.) din ecosisteme forestiere poluate // Mediul – cercetare, protecție și gestiune*. Cluj-Napoca, Presa Universitară Clujeană, 2003. – P. 35-38.

2. BELDIE A., CHIRIȚA C. – *Flora indicatoare din pădurile noastre*. București, 1967. – P. 1-120.

3. **Buletin de monitoring ecopedologic**. Chișinău, Pontos, 2000. – P. 1-67.

4. COJUHARI T., VRABIE T., BOICU R. – *Dinamica microelementelor în solurile de pădure // Mediul – cercetare, protecție și gestiune*. Cluj-Napoca, Presa Universitară Clujeană, 2003. – P. 115-119.

5. COJUHARI T., VRABIE T., KRUPENIKOV I., STRATULAT P., CRIVOV L., VORONȚOV V., KOTERNEAK P. – *Caracterizarea stării fizice a solurilor de pădure din suprafețele de supraveghere din rezervația "Codrii" // Buletin științific. Revistă de Etnografie, Științele Naturii și Muzeologie. Științele Naturii*. Nr. 16 (29). Chișinău, 2012. – P. 94-102.

6. EL-BASSAM N., POELSTRA P., FRISSEL M. I. – *Chrom and Quecksilber in einem seit 80 Jahren mit städtischen Abwasser berieselten Boden // Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.* Bd. 3, 1975. – P. 1-309.

7. HUTTON I.T. – *Titanium and zirconium minerals // Minerals in Soil Environments*, Dixon J., Wed S.B. Eds. Madison, Wisconsin, Soil Science Society of America, 1977. – P. 1-673.

8. LEAH T. – *Acumularea și distribuirea metalelor grele în solurile cenușii de pădure din zona Codrilor // Simpozion Jubiliar consacrat aniversării a 30 ani de la formarea rezervației "Codrii"*. Vol. I. Lozova, 2001. – P. 105-106.

9. STASIEV GH. – *Sursele și nivelul de poluare a mediului Republicii Moldova cu metale grele // Analele Științifice ale Universității de Stat din Moldova*. Seria „Științe chimico-biologice”. Chișinău, 2002. – P. 260-262.

10. TOFAN E., IANCU O. G., BOBOC N., TANASE A., COZMA V. – *Considerații cu privire la distribuția geochimică a metalelor grele în diferite condiții naturale și antropizate din Republica Moldova (II) // Buletin științific. Revistă de Etnografie, Științele Naturii și Muzeologie. Științele Naturii*. Nr. 16 (29). Chișinău, 2012. – P. 94-102.

11. TYLER G. – *Influence of vanadium on soil phosphatase activity* // **Journal of Environment Quality**. Vol. 5, 1976. – P. 1-216.
12. ВАДЮНИНА А., КОРЧАГИНА З. – **Методы исследования физических свойств почв**. Москва, 1986. – С. 1-230.
13. ГЕЙДЕМАН Т. – **Определитель высших растений Молдавской ССР**. Кишинев, Штиинца, 1986. – С. 1-638.
14. КАБАТА-ПЕНДИАС А., ПЕНДИАС Х. – **Микроэлементы в почвах и в растениях**. Москва, Мир, 1989. – С. 1-439.
15. КИРИЛЮК В. – **Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы**. Chişinău, Pontos, 2006. – С. 1-155.
16. РАБИНОВИЧИИ., ТОМА С. – *Обице закономерности распределения подвижных форм микроэлементов в почвах Молдавии* // **Микроэлементы в почвах СССР**. Москва, Изд-во МГУ, 1981. – С. 183-200.
17. ТОМА С. – *Микроэлементы (бор, марганец, цинк, медь, никель) в почвах Молдавской ССР* // **Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине**. Тезисы докладов VI всесоюзного совещания. Т. I. Ленинград, 1970. – С. 69-70.
18. ТОМА С. – *Микроэлементы – важный экзогенный фактор управления формированием продуктивности и устойчивости растений* // **Физиолого-биохимическая роль микроэлементов в управлении адаптивными реакциями и продуктивностью растений**. Материалы Республиканского симпозиума, Кишинев, 21 июня 1989 г. Кишинев, 1990. – С. 3-9.
19. ТОМА С., РАБИНОВИЧ И., ВЕЛИКСАР С. – **Микроэлементы и урожай**. Кишинев, Штиинца, 1980. – С. 1-172.

Abstract

The microelements (Ti, Cr, V) in the forest soils and plants. Basing on field and laboratory research, Ti, Cr, and V were analyzed in the soils and herbaceous plants of 3 biocoenoses in the natural reserve "Codrii". It was found that the total and mobile forms of the analyzed elements do not exceed the limits of toxicity in soil. The species which tend to accumulate Ti and Cr have been identified. The values of V in plants are at minimum; however, its deficiency was not established.

Key words: *type of forest, phytocenosis, forest soils, herbal plants, microelements, „Codrii” reserve, seasonal dynamics.*

T. Cojuhari, Dr. S. Pană – Muzeul Național de Etnografie și Istorie Naturală, Chişinău.

P. Stratulat – Agenția de Stat „Moldsilva”.

V. Voronțov, I. Cojuhari – Institutul de Genetică, Fiziologie și Protecție a Plantelor al AȘM.

T. Vrabie – Universitatea Tehnică de Stat din Moldova.

T. Zubcova – Universitatea de Stat “M. V. Lomonosov” din Moscova.

L. Anghel, E. Maslov – Asociația de Educație și Cultură pentru Activități în Aer Liber.