

MANGANUL (Mn) ȘI MOLIBDENUL (Mo) ÎN SOLURILE ȘI PLANTELE DE PĂDURE

Tamara COJUHARI, Tatiana VRABIE, Sergiu PANĂ

Rezumat

*În lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor privind microelementele fiziologic necesare – Mn și Mo în solurile și plantele ierboase de pădure, analizate în raport cu variațiile sezoniere ale solului și fluctuațiile speciilor erbacee. S-a stabilit că valorile Mn și Mo în formele totale, nu depășesc nivelurile critice, cu excepția unor acumulări mai mult de caracter biologic; cele mai mari valori ale Mn mobil sunt caracteristice pentru solul pădurii de stejar cu carpen în toată perioada de vegetație; cele mai mari valori ale Mo mobil sunt depistate în pădurea de gorun cu tei și frasin. Solul pădurii de fag cu gorun, comparativ cu celelalte, este caracterizat cu valori mai mici ale Mn și Mo mobil. S-au evidențiat grupe fitocenotice de toleranță la surplusurile microelementelor pentru fiecare tip de pădure. S-au depistat acumulări ale Mn în speciile *Myosoton aquaticum* și *Stellaria holostea* (507,0 și 611,0 mg/kg masă uscată, corespunzător), care depășesc normativele cunoscute. Important este de notat lipsa concentrațiilor critic mici, precum și a celor toxice ale Mo în plantele ierboase analizate.*

Cuvinte cheie: soluri de pădure, specii ierboase, mangan, molibden, variații sezoniere.

Introducere

Comunitățile naturale și anume cele de pădure sunt în cea mai mare măsură capabile să-și restabilească balanța ecologică. Capacitatea de autoreglare a ecosistemelor se datorează în cea mai mare măsură caracteristicilor și regimurilor din sol, precum și materiei și energiei stocate în masa organică a vegetației, repartizate în spațiu și timp, în funcție de particularitățile fiziologice și factorii de mediu.

Cert este faptul că flora ierboasă de pădure poate da indicații evidente la schimbarea factorilor de mediu, îndeplinind funcția de dirijori naturali. Plantele acumulează substanțe nutritive în cantități enorme, potrivit particularităților sale bioacumulative. Important este de a stabili rolul tuturor speciilor ce intră în perimetrul de studiu, de determinat aptitudinile fiecărui element față de ansamblul de elemente și componenți organici în raport cu diversitatea specifică și alți indici fitocenotici în raport cu indicii pedocenotici [1].

Rezervația naturală forestieră „Codrii” este una din cele mai valoroase arii naturale ce se deosebește printr-o gamă largă a diversității biologice, inclusiv floristice. Acest fapt ne-a permis marcarea suprafețelor de supraveghere îndelungată în scopul stabilirii regimurilor și factorilor pedocenotici și fitocenotici, interdependența acestora, ce pot indica gradul de variabilitate și stabilitate a sistemelor analizate, inclusiv limitele de toleranță la factorii perturbați de mediu.

Lucrarea dată prezintă rezultatele cercetărilor în teren și laborator a microelementelor fiziologic necesare (Mn și Mo), în solurile și plantele ierboase de pădure, în raport cu variațiile sezoniere și diversitatea specifică a păturii ierboase. Ele pot contribui la cercetările ulterioare din domeniile de pedologie, botanică, ecologie,

inclusiv silvicultură, ca materiale comparative, pentru a stabili capacitatea de rezistență a ecosistemelor la condițiile de stres, la depistarea plantelor și grupelor de plante acumulative de Mn și Mo, precum și a speciilor cu caracter indicator.

Obiectul și metodele de cercetare

Studiul a fost efectuat în suprafețe de supraveghere de lungă durată (anii 1994-2010), anume 3 biocenoze, ce corespund pădurilor de foioase, reprezentative pentru Rezervația „Codrii” și Europa Centrală: 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. Alegerea staționarilor și modalitatea de culegere a informației a fost stabilită în conformitate cu metodologia ecosistemică, bazată pe cercetările școlii lui Morozov-Sucaciov și experiența contemporană din România și Rusia.

Vegetația pădurii de stejar cu carpen aparține formațiunii Quercetum (*Quercus robur*) ce cuprinde 2 asociații – Carpineto-Quercetum și Fraxineto-Quercetum; pădurea de gorun cu tei și frasin aparține aceleiași formațiuni cu o singură asociație Fraxineto-Quercetum; pădurea de fag cu gorun face parte din formațiune Fagetum (*Fagus sylvatica*) ce cuprinde 2 asociații – Carpineto-Fagetum și Querceto-Fagetum. Fiecare asociație este delimitată a câte 900 m² (relevee). Mostrele s-au cules în baza a 4 suprafețe de probă de 1 m² în fiecare relevu.

S-au analizat: plantele – partea superficială a solului; solul, în profile pe orizonturi și straturi (formele totale), în semiprofile pe straturi a câte 10 cm (formele mobile). Elementele minerale în sol și plante s-au determinat conform metodelor tradiționale: metoda spectrografică Zârin, Obuhov cu spectrograful ДСФ-8 [7]. Determinarea plantelor s-a realizat după T. Gheideman [8], diversitatea specifică, conform metodelor geobotanice [14], iar analiza statistică – conform metodelor Dosphehov [10] și Lachin [13].

Rezultatele obținute

Cunoașterea conținutului de elemente minerale în sol, anume a formelor totale, este un indice, ce poate demonstra starea și funcționarea habitatului, fitocenozelor etc. Acest indice reflectă capacitatea de rezistență a sistemelor analizate, limitele acestora în funcție de necesitate sau deficit pentru condițiile de mediu. În acest scop s-au determinat formele totale ale Mn și Mo în sol. Totodată, variațiile în timp și spațiu ale acestor elemente nu sunt categorii afirmative ale proceselor și fenomenelor ce au loc în sisteme ecologice de rang mai jos sau mai înalt. Sunt necesare studii ce pot explica principiile și modalitatea de repartizare a elementelor în spațiu și timp.

Formele totale ale Mn și Mo în solurile biocenzelor forestiere, rezervația „Codrii”

După cum este indicat în Tabelul 1, conținutul Mn și Mo, precum și ale Cu, Zn, Co, Ni, Pb, Ti, Cr, V, indicate în lucrările precedente [3, 4], nu depășesc normele stabilite pentru condițiile țării noastre. Mn în solurile analizate se conține în valori medii și înalte, Mo – în valori înalte. Cele mai mari valori ale Mn și Mo sunt consemnate

la solul brun lutos pe lut adânc hleizat, caracterizat printr-un grad sporit de hleizare în orizonturile de trecere la roca mamă, cuprinzând-o și pe aceasta. La solurile cenușiu tipic lutos pe lut-argilă și brun luto-nisipos pe lut-nisip, valorile indicilor analizați treptat diminuează, începând cu straturile iluviale. Se observă bioacumularea Mo și Mn în stratul humifer al solurilor studiate.

Tabelul 1. **Formele totale ale Mn și Mo în solurile de pădure, mg/kg**

Sol cenușiu tipic lutos pe lut-argilă, A			Sol brun lutos pe lut adânc hleizat, B			Sol brun luto-nisipos pe lut-nisip, C		
Adâncimea, cm	Mn	Mo	Adâncimea, cm	Mn	Mo	Adâncimea, cm	Mn	Mo
			Ao 0-5	427	1,8	Ao 0-10	589	1,4
A ₁ 0-12	513	1,8	A ₁ 5-15	400	1,7	A ₁ 10-20	372	1,3
Ae 12-35	263	1,4	Ae ₁ 15-32	800	2	20-30	339	1,3
Ae B 35-53	302	1,7	AeB 32-45	708	2,2	Ae 30-40	302	1,1
Bi ₁ 53-70	372	1,8	Bi ₁ 45-65	631	1,8	40-50	229	1,3
Bi ₂ 70-85	372	1,7	65-74	372	1,9	B ₁ 50-60	224	1,3
BC 100-110	263	1,6	Bi ₂ g 74-96	339	1,7	B ₂ 60-70	162	1,4
C 170-180	240	1,4	BCg 115-125	302	1,4	BC 70-80	240	1,5
			Cg 140-150	263	1,5	80-90	263	1,4
						90-100	257	1,3
						C 140-150	118	1,2

Formele mobile ale Mn și Mo în solurile biocenozelor forestiere, Rezervația „Codrii”

Multitudinea cercetărilor efectuate privind capacitate de utilizare a elementelor minerale de către plante, au evidențiat faptul, că plantele pot utiliza din sol formele solubile ale elementelor fiziologic necesare. La rândul lor, formele mobile ale elementelor din sol elucidează mult mai concret privind migrația, adsorbția, în spațiu și timp [11, 12, 15, 16]. Pentru a determina capacitatea de utilizare a Mn și Mo din sol de către plante, s-au determinat formele mobile ale acestora în sol, concomitent și în plante, în dinamica sezonieră.

Mn. În literatura de specialitate s-a constatat o mobilitate scăzută a manganului în solurile republicii [12, 15]. Studiile noastre s-au axat pe stabilirea raporturilor acestui element în sol și plante: repartizarea spațială, asimilarea de către plante și gradul de toleranță a sistemelor sol-plantă. Conform clasificării curente, conținutul Mn mobil în solurile studiate de noi este redus. Manganul mobil în solurile studiate se localizează în funcție de variațiile indicilor fizici ai solului și diversitatea floristică. Valorile medii ale Mn mobil sunt indicate în Tabelul 2.

Primăvara și toamna s-au înregistrat valori de la mari la medii pentru solul pădurii de stejar cu carpen, la scăzut și foarte scăzut – pentru solul pădurii de fag cu gorun. Solul pădurii de gorun cu tei și frasin s-a caracterizat cu o diminuare mai accentuată a acestui element în perioada de vară, cauzată de specificul nutriției plantelor de pădure.

Repartiția manganului mobil pe straturi în solurile indicate poartă același caracter. Stratul 0-10 cm susține cele mai mari valori, care până la 40 cm, treptat

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

Adâncimea, cm	Primăvara			Vara			Toamna		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-10	4,7-11,1	4,7-13,0	1,7-5,4	4,2-7,5	2,1-4,0	4,3-6,6	3,2-8,5	2,8-9,7	1,2-2,9
10-20	2,5-8,8	2,3-8,8	0,31-3,8	3,4-7,9	1,7-3,9	0,8-5,1	1,9-5,6	1,9-6,1	0,37-2,56
20-30	2,9-4,9	1,3-4,5	0,2-3,02; 24,0	2,9-6,4	1,2-1,8	1,1-4,4	2,8-4,3	0,9-3,7	0,19-1,48
30-40	1,5-4,5	1,4-3,0	0,13-2,71	2,4-4,9	1,2-1,5	1,0-3,3	1,5-5,2	0,9-3,0	0,19-1,05
40-50	1,0-4,6	0,7-4,8	0,31-4,8	-	-	-	-	-	-
50-60	0,9-2,9	0,3-7,5; 19,6	0,21-4,31	-	-	-	-	-	-

scad. S-au notat acumulări ale Mn în straturile 20-30 cm și 50-60 cm, corespunzător solurilor brun luto-nisipos pe lut-nisip și brun lutos pe lut adânc hleizat. Acumularea Mn în straturile superficiale se datorează în cea mai mare măsură capacității de fixare a acestuia în componența masei organice a solului.

Variația spațială a Mn în tipurile de sol, în raport cu perioada de vegetație menține coeficientul de variație destul de stabil pentru stratul 0-10 cm, după care urmează o majorare a valorilor mult mai accentuată pentru solul brun luto-nisipos pe lut-nisip (Tabelul 3). Variațiile spațiale în funcție de tip de pădure (Tabelul 5) sunt majore în toată perioada de cercetare. În adâncime, stratul 0-60 cm susține valori majore ale coeficientului de variație pentru pădurea de fag cu gorun în perioada de primăvară (Tabelul 4), în celelalte păduri, variațiile Mn în acest strat sunt minimale; variațiile pe verticală, în funcție de tip de pădure sunt maxime în toată perioada de cercetare.

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

Adâncimea, cm	Primăvara			Vara			Toamna		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0-10	41,83	40,85	41,14	23,65	26,47	23,57	35,87	41,21	30,58
10-20	56,50	47,14	87,36	43,94	39,39	92,28	37,91	44,37	55,73
20-30	21,37	37,39	79,16	38,68	17,68	68,13	14,76	45,75	59,41
30-40	48,97	25,21	84,55	32,28	10,88	57,17	39,40	46,14	50,03

Tabelul 4. Variațiile Mn în solul pădurilor analizate, stratul 0-60 cm

Tip de pădure	Martie		Iunie		Septembrie	
	Eroarea mediei	Coef. de variație, %	Eroarea mediei	Coef. de variație, %	Eroarea mediei	Coef. de variație, %
Stejar cu carpen	0,27	29,93	0,25	20,85	0,10	18,82
Gorun cu tei și frasin	0,15	35,14	0,17	21,84	0,14	38,55
Fag cu gorun	0,14	62,34	0,29	46,18	0,08	28,91

Tabelul 5. Variațiile spațiale ale Mn în sol în funcție de tipul de pădure (A, B, C)

Adâncimea, cm	Martie		Iunie		Septembrie	
	Eroarea mediei	Coef. de variație, %	Eroarea mediei	Coef. de variație, %	Eroarea mediei	Coef. de variație, %
0-10	0,77	59,76	0,52	36,56	0,40	48,08
10-20	0,60	75,86	0,50	54,44	0,34	58,71
20-30	1,12	141,67	0,45	55,17	0,26	61,95
30-40	0,24	57,31	0,38	58,51	0,26	72,50

Mo. Un rol deosebit în formarea rocilor parentale aparține molibdenului. Cunoașterea valorilor formelor mobile este la fel de importantă, ca indice ce exprimă deficitul sau abundența acestuia în sol, capacitatea de utilizare a elementului de către plante, și particularități deosebite ale vegetației – asociații, plante indicatoare [1, 4, 9].

Rezultatele cercetărilor noastre au demonstrat următoarele: în pădurea de stejar cu carpen conținutul Mo mobil în perioada de primăvară s-a încadrat în limitele 0,28-0,79 mg/kg, vara – 0,13-0,81 mg/kg, toamna – 0,07-0,26 mg /kg, susținând cele mai mici valori; în pădurea de gorun cu tei și frasin se urmărește o variație de la 0,24-1,64 mg/kg primăvara, la 0,11-0,96 mg/kg vara și 0,11-0,49 mg/kg toamna; în pădurea de fag cu gorun Mo se întâlnește în cele mai mici valori, de la 0,08 până la 0,94 mg/kg primăvara, 0,03-0,16 mg/kg vara și 0,01-0,13 mg/kg toamna (Tabelul 6).

Tabelul 6. Intervalele valorilor medii ale Mo mobil (mg/kg) în solurile pădurilor A, B, C

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	0,3-0,81	0,24-0,96	0,04-0,26	0,16-0,26	0,15-0,49	0,01-0,13
10-20	0,28-0,72	0,24-0,79	0,08-0,15	0,14-0,44	0,19-0,80	0,03-0,14	0,07-0,17	0,13-0,38	0,03-0,08
20-30	0,37-0,61	0,43-1,29	0,17-0,39	0,20-0,35	0,11-0,71	0,03-0,14	0,07-0,16	0,11-0,30	0,02-0,12
30-40	0,39-0,51	0,45-1,40	0,16-0,50	0,13-0,44	0,19-0,57	0,05-0,16	0,10-0,15	0,11-0,35	0,03-0,12
40-50	0,56-0,70	0,38-1,64	0,28-0,51	-	-	-	-	-	-
50-60	0,43-0,79	0,37-1,42;5,1	0,29-0,59	-	-	-	-	-	-

Conform clasificății elementelor minerale în sol [2], în perioada de primăvară, valorile Mo mobil în solul pădurii de stejar cu carpen este optim, în pădurea de gorun cu tei și frasin atinge valori majore, de fag cu gorun – valori medii. În perioada de vară și toamnă, valorile Mo mobil se micșorează considerabil în toate solurile studiate, începând cu nivelul de 10 cm. Conform surselor bibliografice aceste concentrații sunt admisibile pentru plante [1, 11, 12,]. Concentrațiile Mo mobil în solurile țării în orizonturile humifere sunt destul de apropiate de cele din roca mamă.

Dinamica anuală a Mo mobil în funcție de grosimea stratului de sol, în martie este mai pronunțată pentru solul pădurii de gorun cu tei și frasin, valorile cărui se măresc începând cu 10 cm. Pentru celelalte soluri variațiile în straturile 0-10 și 40-50 cm sunt mai neînsemnate.

Diminuarea Mo, dat faptului absorbției de către plante și, probabil, bacteriile care fixează azotul [11], corespunde în medie 0,35 mg/kg (pădurea A), 0,37 mg/kg (pădurea B) și 0,19 mg/kg – pădurea C. Acumularea Mo în stratul superficial (0-10 cm) în septembrie poate fi motivat prin bioacumularea acestui element în litieră, care este în stare de descompunere.

Valorile coeficientului de variație, ce exprimă gradul de repartiție spațială a Mo (pe straturi), în perioada de primăvară-toamnă, corespund gradului de variabilitate mediu pentru solul cenușiu tipic lutos pe lut-argilă (A), major pentru solurile pădurii de gorun cu tei și frasin și de fag cu gorun, în perioada de vară-toamnă (Tabelul 7). Variațiile spațiale ale Mo, în funcție de tip de pădure, sunt majore pentru toate straturile (Tabelul 9) în toată perioada de vegetație. În adâncime (0-60 cm) variațiile Mo sunt neuniforme (Tabelul 8), mari – pentru pădurea de gorun cu tei și frasin și de fag cu gorun vara, primăvara și vara – medii, mici – pentru pădurea de stejar cu carpen în toate perioadele de cercetare. Variațiile în acest strat, în funcție de tip de pădure sunt majore numai în perioada de primăvară.

Tabelul 7. Coeficientul de variație a Mo (%) 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	44,78	62,15	68,20	20,14	46,37	51,73
10-20	40,92	38,72	24,73	49,55	59,34	84,03	31,99	39,58	54,92
20-30	21,64	42,62	25,81	24,05	76,63	72,95	21,34	43,24	55,58
30-40	13,55	43,80	38,36	46,84	50,22	59,28	15,22	50,07	53,23

Tabelul 8. Variațiile Mo în solul pădurilor analizate, stratul 0-60 cm

Tip de pădure	Martie		Iunie		Septembrie	
	Eroarea mediei	Coef. de variație,%	Eroarea mediei	Coef. de variație,%	Eroarea mediei	Coef. de variație,%
Stejar cu carpen	0,08	17,5	0,06	18,75	0,02	19,5
Gorun cu tei și frasin	0,07	35,37	0,12	60,57	0,04	42,7
Fag cu gorun	0,04	33,04	0,05	50,26	0,02	39,55
A, B, C	0,88	70,8	0,02	30,40	0,01	4,10

Tabelul 9. Variațiile spațiale ale Mo în sol în funcție de tipul de pădure (A, B, C)

Adâncimea, cm	Martie		Iunie		Septembrie	
	Eroarea mediei	Coef. de variație	Eroarea mediei	Coef. de variație	Eroarea mediei	Coef. de variație
0-10	0,05	54,54	0,08	70,68	0,02	60,49
10-20	0,05	68,09	0,06	74,38	0,02	66,46
20-30	0,07	57,59	0,05	70,38	0,01	59,98
30-40	0,07	59,15	0,04	64,70	0,02	70,47

Manganul și molibdenul în plante

Studiul microelementelor Mn și Mo în plante s-au bazat pe stabilirea capacității de extragere a acestora din sol, nemijlocit, și pe principiile diferențierii plantelor și grupelor de plante-indicatoare la acumularea acestora în funcție de condițiile de mediu.

Mn. Important este de menționat despre rolul manganului în procesele vitale ale ființei umane, studiile din acest domeniu sunt destul de afirmative. Cercetările plantelor din agrocenoze privind rezistența la secetă au demonstrat că Mn sporește intensitatea ionilor de nitrați din fondul metabolic, menține la un nivel mai înalt sinteza proteinelor, majorează conținutul aminoacizilor liberi și, prin urmare, intensifică proprietățile de protecție ale plantelor agricole la secetă pedologică [6].

Conținutul de Mn în speciile analizate în perioada indicată (Tabelele 10-12) oscilează începând cu valorile 18,6-28,9 mg/kg masă uscată până la 300,0-400,0 mg/kg. S-au stabilit concentrații toxice (mai mari de 500 mg/kg masă uscată) la speciile *Myosoton aquaticum* și *Stellaria holostea*, corespunzător 507,0 și 611,0 mg/kg masă uscată. Concentrațiile critice ce indică insuficiența Mn (intervale de 15-25 mg/kg) practic lipsesc la speciile analizate.

Valori mari (după 300 mg/kg) s-au înregistrat la speciile *Aegopodium podagraria*, *Carex pilosa*, *Corydalis solida*, *Dentaria bulbifera*, *Viola hirta*, *Viola odorata*, *Scila bifolia* (Tabelele 10-12). Notăm faptul că *Aegopodium podagraria* și *Galium odorata* sunt specii genetic rezistente și au o capacitate destul de stabilă de a acumula surplusurile de micro- și macroelemente din sol. Concentrațiile de Mn în plante sunt în directă dependență de cele din sol. În pădurea de stejar cu carpen și gorun cu tei și frasin indicii cantitativi ai Mn din majoritatea speciilor analizate sunt mai mari, comparativ cu cei în pădurea de fag cu gorun, fapt ce corelează cu concentrațiile din sol.

Mo. În literatura de specialitate [5, 11, 12, 16] molibdenul este indicat ca element necesar pentru viabilitatea plantelor, deși este utilizat în concentrații reduse, cca 1 mg/kg masă uscată.

Studiul plantelor din biocenozele indicate mai sus, în dinamica sezonieră, au consemnat cele mai mari valori în perioada de primăvară, pentru majoritatea speciilor vernale (Tabelele 9-11).

Concentrații, în limite mai mari s-au stabilit la speciile: *Anemonoides ranunculoides* (0,89-2,27 mg/kg), *Corydalis solida* (11,43 mg/kg), *Dentaria bulbifera* (0,85-1,86) în perioada de primăvară – pădurea de stejar cu carpen; la *Corydalis solida* (0,46-2,38 mg/kg), *Dentaria bulbifera* (1,12-2,53), *Bromopsis beneckenii* (1,79-2,67) mg/kg, *Gagea lutea* (0,44-2,0 mg/kg), *Myosoton aquaticum* (1,62-3,42 mg/kg) în perioada de primăvară, vară-toamna la *Alliaria petiolata* (0,94-3,79 mg/kg) – pădurea de gorun cu tei și frasin; în pădurea de fag cu gorun, primăvara, la *Corydalis bulbosa*, *Corydalis solida* (1,66-1,99 mg/kg), *Dentaria bulbifera* (1,63-2,68 mg/kg), *Ficaria verna* (2,12 mg/kg), *Carex pilosa* (1,75-2,25 mg/kg). Acumularea Mo la specia *Aegopodium podagraria* în pădurea de fag cu gorun se produce în perioada de vegetație activă (primăvara-vara).

Tabelul 10. Conținutul de Mn (mg/kg masă uscată) în speciile ierboase, pădurea de stejar cu carpen

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei
1	<i>Anemonoides ranunculoides</i>	49,0-97,2	6,8	33,2-103,0	15,3				
2	<i>Asarum europaeum</i>			57,1-91,7; 292,0	54,1	95,9-121,0	12,55	43,6-111,0	19,7
3	<i>Campanula ranunculoides</i>			77,6		142,0-171,0	14,5		
4	<i>Carex brevicolis</i>	81,0-103	4,75	35,2		38,9-96,5	16,79	48,2-98,4	8,26
5	<i>Carex pilosa</i>	60,9-120,0	29,55 2 rep.	53,1-141,0	20,95	40,8-53,8, 203,0	52,0	73,4-152,0	11,6
6	<i>Corydalis bulbosa (cava) L.</i>			38,2-126,0	11,21				
7	<i>Corydalis marschalliana</i>			63,2-182,0	21,91				
8	<i>Corydalis solida</i>	55,4-97,5	4,6	156,0-366,0	32,0				
9	<i>Dentaria bulbifera</i>	79,7	1rep.	91,8-231,0	17,24				
10	<i>Euphorbia amygdaloides</i>			176,0		222,0			
11	<i>Ficaria verna</i>			272,0					
12	<i>Gagea lutea</i>	44,2-63,5	9,65						
13	<i>Galium odorata</i>							51,5	
14	<i>Glechoma hirsuta</i>			162,0-191,0	14,4	104,0-163,0	29,5	128,0-187,0	17,1
	<i>Isopyrum thalictroides</i>	34,1							
15	<i>Melica uniflora</i>					146,0			
16	<i>Mercurialis perennis</i>	48,1		189,0		150,0			
17	<i>Polygonatum latifolium</i>			106,0-206,0	14,84	99,0-137,0	11,15		
18	<i>Scila bifolia</i>	45,6-92,0	6,69	152,0-298,0	73,0				
19	<i>Pulmonaria officinales</i>			165,0		79,8-118,0	19,1		
20	<i>Stellaria holostea</i>	185,4-219,0	16,8	239,0-333,0		376,0-611,0	117,5	161,0-340,0	36,91
21	<i>Viola hirta</i>			136,0	8,0	137,0-304,0	83,5	96,6-152,0	15,52
22	<i>Viola odorata</i>			116,0-184,0	20,34	202,0			
23	<i>Viola reichenbachiana</i>					98,0			

Tabelul 11. Conținutul de Mn (mg /kg masă uscată) în speciile ierboase, pădurea de gorun cu tei și frasin

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei
1	<i>Alliaria petiolata</i>					167,0-185,0	5,21	57,1-89,8	7,5
2	<i>Anemonoides ranunculoides</i>	38,0-82,7	9,5	91,9-186,0	12,5				
3	<i>Balota nigra</i>					161,0			
4	<i>Bromopsis benechenii</i>			60,5-85,0	12,3	84,5	54,4-82,5	9,1	
5	<i>Carex brevicolis</i>	33,5		41,9-82,8	20,5	84,85	4,5	18,6-43,5	7,4
6	<i>Carex pilosa</i>							39,4	
7	<i>Convallaria majalis</i>			63,6-125,0	30,7	206,0			
8	<i>Corydalis marschalliana</i>	72,1-81,9	4,9	59,3-61,1 160,0-250,0	33,8				
9	<i>Corydalis solida</i>	62,7-180,0	14,0	149,0-389,0	34,0				
10	<i>Dactylis glomerata</i>					78,8-110,0	15,6	66,4	
11	<i>Dentaria bulbifera</i>	30,4-81,5	6,6	112,0-324,0	38,3				
12	<i>Euphorbia amigdaloides</i>							48,6-79,6	15,5
13	<i>Ficaria verna</i>			33,6					
14	<i>Gagea lutea</i>	41,5-78,3	5,45						
15	<i>Geum urbanum</i>							28,9	
16	<i>Glechoma hirsuta</i>	84,0		105,0-257,0	33,4	114,0-148,0	17,0	83,2-124,0	20,4
17	<i>Lamium maculatum</i>	86,4		130,0					
18	<i>Lunaria redevive</i>					220,0		100,0	
19	<i>Melica uniflora</i>			94,9-110,0	4,36	117,0-165,0	15,2	58,9	
20	<i>Mercurialis perennis</i>	35,7							
21	<i>Myosoton aquaticum</i>			174,0-507,0	69,2				
22	<i>Polygonatum latifolium</i>	30,4-61,0	5,1	31,9, 108,0-223,0	29,6	143,0-243,0	31,0		
23	<i>Pulmonaria officinalis</i>			96,8-194,0	47,3	35,2			
24	<i>Roegneria canina</i>							58,4	
25	<i>Scila bifolia</i>	70,3-102,0	4,2	204,0-303,0	19,2				
26	<i>Scupellaria altissima</i>					159,0			

27	<i>Stellaria holostea</i>	110,0-367	53,8	377,0-523,0	20,1	302,0-392,0	26,2	129,0-356,0	33,2
28	<i>Symphitum tauricum</i>					59,1		43,9-49,4, 138,0	68,5
29	<i>Viola hirta</i>					134,0-349,0	102,5	85,9-157,0	17,3
30	<i>Viola odorata</i>	135,0		291,0-331,0					

Tabelul 12. Conținutul de Mn (mg /kg masă uscată) în speciile ierboase, pădurea de fag cu gorun

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei
1	<i>Aegopodium podagraria</i>	74,9-112,0	18,65	84,3-207,0	21,06	312,0-402,0	7,8	346,0	
2	<i>Anemonoides ranunculoides</i>	40,2-75,9	11,74	48,8-111,10	9,3				
3	<i>Asarum europaeum</i>			95,7-135,0	19,7	198,0		187,0	
4	<i>Carex brevicolis</i>							73,8	
5	<i>Carex pilosa</i>	66,3-113,0	13,79	142,0-306,0	26,0	292,0-363,0	17,3	161,0-243,0	15,8
6	<i>Corydalis bulbosa</i>			94,6					
7	<i>Corydalis solida</i>	49,8-60,7	5,45	224,0					
8	<i>Dentaria bulbifera</i>	31,5-71,9	4,5	81,9-214,0	17,0				
9	<i>Ficaria verna</i>	121,0		232,0					
10	<i>Galeobdolon luteum</i>	98,9		228,5	9,5	134,0-169,0	10,9	60,0-101,0	
11	<i>Galium odorata</i>			61,2-161,0	17,87	30,4-63,3	9,7	47,1-68,6	5,45
12	<i>Glechoma hirsuta</i>			126,0					
13	<i>Mercurialis perennis</i>			122,0-132,0	5,0	263,0			
14	<i>Polygonatum latifolium</i>			109,0-145,0		357,0			
15	<i>Pulmonaria officinalis</i>					72,5		91,0	
16	<i>Scilla bifolia</i>	66,1-78,4	6,2						
17	<i>Stachys sylvatica</i>					186,0		77,3	
18	<i>Viola odorata</i>			166,0					
19	<i>Viola reichenbachiana</i>					136,0			

Cantitățile optime de Mo în straturile solului pădurii de stejar cu carpen, medii – în solul pădurii de fag cu gorun și mari – în solul pădurii de gorun cu tei și frasin, corespund acumulării Mo în speciile acestor biocenoze.

Tabelul 13. Conținutul de Mo în speciile ierboase, pădurea de stejar cu carpen, (mg /kg masă uscată)

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Intervale	Eroarea mediei	Intervale	Eroarea mediei	Intervale	Eroarea mediei	Intervale	Eroarea mediei
1	<i>Anemonoides ranunculoides</i>	0,89-2,27	0,16	0,34-0,94	0,1				
2	<i>Asarum europaeum</i>			0,36-1,28	0,22	0,66	0,01	0,63-0,8	0,05
3	<i>Campanula ranunculoides</i>			0,44		0,67-1,08	0,21		
4	<i>Carex brevicolis</i>	0,49-1,99	0,38	0,29		0,6-0,74	0,04	0,35	0,01
5	<i>Carex pilosa</i>	0,34-1,17	0,42	0,33-0,88	0,12	0,39-0,85	0,13	0,33-0,41	0,01
6	<i>Corydalis bulbosa</i>			0,31-1,54		0,18			
7	<i>Corydalis marschalliana</i>			0,98-1,33		0,06			
8	<i>Corydalis solida</i>	0,85-1,74	1,28	0,83-1,15	0,05				
9	<i>Dentaria bulbifera</i>	0,99		0,85-1,86	0,13				
10	<i>Euphorbia amigdaloides</i>			0,84		0,89			
11	<i>Ficaria verna</i>			0,95					
12	<i>Gagea lutea</i>	1,40-1,44	0,02						
13	<i>Galium odoratum</i>							0,91	
14	<i>Glechoma hirsuta</i>			0,84	0,01	0,54-0,94	0,2	0,56-0,78	0,06
15	<i>Isozopyrum thalictroides</i>	0,75							
16	<i>Melica uniflora</i>					0,89			
17	<i>Mercurialis perennis</i>	0,61		1,23		0,71			
18	<i>Polygonatum latifolium</i>			0,37-0,95	0,09	0,45-0,64	0,06		
19	<i>Scilla bifolia</i>	0,57-0,85	0,04	0,66-0,87	0,11				
20	<i>Pulmonaria officinalis</i>					0,79	0,02		
21	<i>Stellaria holostea</i>	0,67-1,2	0,27	0,48-1,35	0,19	0,52-1,18	0,33	0,36-0,79	0,07
22	<i>Viola hirta</i>			0,84	0,07	0,65-1,34	0,35	0,83-1,39	0,16
23	<i>Viola odorata</i>			0,45-1,11	0,28	0,89			
24	<i>Viola reichenbachiana</i>					0,51			

Tabelul 14. Conținutul de Mo (mg /kg masă uscată) în speciile ierboase, pădurea de gorun cu tei și frasin

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Interva- lele	Eroarea mediei	Interva- lele	Eroarea mediei	Inter- valele	Eroarea mediei	Inter- valele	Eroarea mediei
1	<i>Alliaria petiolata</i>					1,62- 3,79	0,63	0,94- 1,47	0,13
2	<i>Anemonoides ranunculoides</i>	0,67	0,03	0,36- 1,22	0,12				
3	<i>Ballota nigra</i>					0,83			
4	<i>Bromopsis benekenii</i>			1,79- 2,67	0,44	0,98		0,82	0,02
5	<i>Carex brevicolis</i>	0,42		0,63		0,65- 0,78	0,06	0,21- 0,37	0,05
6	<i>Carex pilosa</i>							0,38	
7	<i>Convallaria majalis</i>			1,34	0,03	0,69			
8	<i>Corydalis marschalliana</i>	0,84-1,07	0,11	0,41- 1,46	0,15				
9	<i>Corydalis solida</i>	0,94-1,87	0,12	0,46- 2,38	0,27				
10	<i>Dactylis glomerata</i>			0,92	0,06	0,92	0,06	0,7	
11	<i>Dentaria bulbifera</i>	1,12-2,53	0,22	1,23-2,5	0,2				
12	<i>Euphorbia amigdaloides</i>							0,39	0,02
13	<i>Ficaria verna</i>			0,64					
14	<i>Gagea lutea</i>	0,44-2,0	0,24						
15	<i>Geum urbanum</i>							0,46	
16	<i>Glechoma hirsuta</i>	1,4		0,55- 0,92	0,17	0,75- 1,01	0,13	0,58- 0,67	0,05
17	<i>Lamium maculatum</i>	1,44		1,43					
18	<i>Lunaria rediviva</i>					2,11		1,24	
19	<i>Melica uniflora</i>			1,28- 1,95	0,2	0,52- 1,09	0,16	0,56	
20	<i>Mercurialis perennis</i>	0,95							
21	<i>Myosoton aquaticum</i>			1,62- 3,42	0,39				
22	<i>Polygonatum latifolium</i>	0,95-1,19	0,11	0,35- 0,53	0,03	0,49- 0,92	0,14		
23	<i>Pulmonaria officinalis</i>			0,42- 0,74	0,16	0,78			
24	<i>Roegneria canina</i>							0,62	
25	<i>Scilla bifolia</i>	0,49-1,27	0,1	0,51- 0,73	0,04				
26	<i>Scutellaria altissima</i>					0,74			
27	<i>Stellaria holostea</i>	0,54-1,15	0,13	0,53- 0,76	0,04	0,66- 1,01	0,11	0,38- 0,47	0,01
28	<i>Symphitum tauricum</i>					1,09		0,68- 1,03	0,1
29	<i>Viola hirta</i>					1,28	0,26	0,58- 0,89	0,07
30	<i>Viola odorata</i>	0,89		0,89					

Este important de constatat lipsa concentrațiilor critic mici, precum și a celor toxice (10-50 mg/kg), conform datelor din literatură [2, 12,], în plantele ierboase analizate.

Tabelul 15. Conținutul de Mo (mg /kg masă uscată) în speciile ierboase, pădurea de fag cu gorun

Nr.	Specia	Martie		Aprilie		Iunie		Septembrie	
		Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea mediei	Intervalele	Eroarea	Intervalele	Eroarea mediei
1	<i>Aegopodium podagraria</i>	0,58-0,73	0,07	0,49-1,18	0,16	0,31-0,9; 4,18	1,2	0,91	
2	<i>Anemonoides ranunculoides</i>	0,39-0,53	0,04	0,87-1,0	0,02				
3	<i>Asarum europaeum</i>			1,09	0,06	1,01		0,83	
4	<i>Carex brevicolis</i>							0,39	
5	<i>Carex pilosa</i>	0,5-0,71	0,07	1,74-2,25	0,07	0,55-1,02	0,1	0,25-0,47	0,04
6	<i>Corydalis bulbosa</i>			1,66-1,78	0,06				
7	<i>Corydalis solida</i>	0,62-0,8	0,09	1,99					
8	<i>Dentaria bulbifera</i>	0,61-1,38	0,11	1,63-2,68	0,15				
9	<i>Ficaria verna</i>	1,0		2,12					
10	<i>Galeobdolon luteum</i>	0,52		1,92		0,62-0,77	0,04	0,61	0,01
11	<i>Galium odorata</i>			1,28-1,66	0,07	0,79	0,06	0,57-0,74	0,04
12	<i>Glechoma hirsuta</i>			0,29					
13	<i>Mercurialis perennis</i>			1,19	0,06	0,78			
14	<i>Polygonatum latifolium</i>			1,15	0,07	0,63			
15	<i>Pulmonaria officinales</i>					0,84		0,69	
16	<i>Scilla bifolia</i>	0,65	0,01						
17	<i>Stachys sylvatica</i>					1,66		0,59	
18	<i>Viola odorata</i>			1,33					

Concluzii

1. Solurile analizate în cadrul a 3 biocenoze în această perioadă, conform clasificății elementelor minerale din Moldova, nu depășesc nivelul mediu și minimal al valorilor de Mn și Mo formele totale, cu excepția unor acumulări mai mult de caracter biologic.

2. Acumularea biologică a elementelor mobile, la fel este realizată mult mai clar în stratul 0-10 cm pentru ambele elemente. Repartizarea lor în spațiu biocenotic diferă. Cantități mai mari de Mn mobil sunt caracteristice pentru solul pădurii de stejar cu carpen în toate perioadele de vegetație. Primăvara, sunt stabilite acumulări considerabile ale Mn mobil în straturile 20-30, 50-60 cm în solul pădurii de fag cu gorun și de gorun cu tei și frasin. Cele mai mari valori ale Mo mobil sunt depistate în pădurea de gorun cu tei și frasin. Solul pădurii de fag cu gorun, comparativ cu celelalte, este caracterizat cu valori mai mici ale Mn și Mo forme mobile.

3. Coeficientului de variație pe straturi corespunde celor mai mari valori ale formelor mobile de Mn și Mo, pentru solul pădurii de fag cu gorun; ale Mo mobil, pentru solul pădurii de gorun cu tei și frasin în perioada de vară. Variațiile spațiale în funcție de tip de pădure sunt majore pentru ambele elemente.

4. Concentrațiile de Mn și Mo în plante sunt în dependență directă de cele din sol. În pădurea de stejar cu carpen și gorun cu tei și frasin, indicii cantitativi ai Mn și Mo din majoritatea speciilor analizate, sunt mai mari, comparativ cu cei din pădurea de fag cu gorun, fapt ce corelează cu concentrațiile din sol.

5. Specificul genético-fiziologic al plantelor în raport cu condițiile mediului, precum și limitele de adaptare ale speciilor, stabilesc particularitățile plantelor și exigențele lor ecologice. S-a constatat, că conținutul elementelor minerale în plante diferă la diferite specii în raport cu tipurile de pădure și factorii de mediu. S-au evidențiat grupe fitocenotice de toleranță la surplusurile microelementelor și anume:

Mn – *Corydalis solida*, *Scilla bifolia*, *Carex pilosa*, *Stellaria holostea*, *Viola hirta* (pădurea de stejar cu carpen); *Corydalis solida*, *Dentaria bulbifera*, *Glechoma hirsuta*, *Myosoton aquaticum*, *Scilla bifolia*, *Stellaria holostea*, *Viola hirta* (pădurea de gorun cu tei și frasin); *Aegopodium podagraria*, *Carex pilosa*, *Dentaria bulbifera*, *Polygonatum latifolium* (pădurea de fag cu gorun);

Mo – *Anemonoides ranunculoides*, *Corydalis solida*, *Dentaria bulbifera* – pădurea de stejar cu carpen; *Corydalis solida*, *Dentaria bulbifera*, *Bromopsis beneckenii*, *Gagea lutea*, *Myosoton aquaticum* *Alliaria petiolata* – pădurea de gorun cu tei și frasin; *Corydalis bulbosa*, *Corydalis solida*, *Dentaria bulbifera*, *Ficaria verna*, *Carex pilosa* – în pădurea de fag cu gorun.

6. Manganul în speciile *Myosoton aquaticum* și *Stellaria holostea* (corespunzător 507,0, 611,0 mg/kg masă uscată) depășește normativele cunoscute. Important este de notat lipsa concentrațiilor critic mici, precum și a celor toxice (10-50 mg/kg), ale Mo în plantele ierboase analizate. Cele mai mari valori ale Mo s-au depistat în perioada

de primăvară, pentru majoritatea speciilor vernale. Concentrații mai mari ale Mo la specia *Aegopodium podagraria* (în pădurea de fag cu gorun) se înregistrează în perioada de vegetație activă (primăvara-vara).

Mulțumiri

Mulțumim Fundației „Soros” pentru suportul financiar acordat – grant nr. 245/2000, precum și dr. hab. N. Doniță, regretaților dr. Galina Șabanov și profesor Lev Karpacsevșchii pentru consultațiile acordate.

Referințe bibliografice

1. Beldie A., Chirița C. Flora indicatoare din pădurile noastre. București, 1967. 120 p.
2. Buletin de monitoring ecopedologic. Chișinău: Pontos, 2000. 67 p.
3. Cojuhari T., Vrabie T., Boicu R. Dinamica microelementelor în solurile de pădure. In: Mediul – cercetare, protecție și gestiune. Cluj-Napoca: Presa Universitară Clujeană, 2003, p. 115-119.
4. Cojuhari T. ș.a. Microelementele în solurile și plantele de pădure. In: Buletin științific. Revista de etnografie, Științele Naturii și Muzeologie. Științele Naturii. Nr.20 (33). Chișinău, 2014, p. 95-114.
5. Kubota I. Molybdenum status of United States soils and plants. In: Molybdenum in the Environment. New-York, 1977. 555 p.
6. Toma S. ș.a. Fiziologia plantelor la început de mileniu: realizări și perspective (consacrat aniversării a 40 ani de la fondarea Institutului de Fiziologie a Plantelor al AȘ RM). In: Fiziologia și biochimia plantelor la început de mileniu: realizări și perspective. Materialele Congresului II al Societății de Fiziologie și Biochimie Vegetală din Republica Moldova. Chișinău, 2002, p. 3-14.
7. Вадюнина А., Корчагина З. Методы исследования физических свойств почв. Москва, 1986. 230 с.
8. Гейдеман Т. Определитель высших растений Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца, 1986. 638 с.
9. Гейдеман Т. и др. Типы леса и лесные ассоциации Молдавской ССР. Кишинев, 1964. 268 с.
10. Доспехов В. Методика полевого опыта. Москва, 1985. 352 с.
11. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и в растениях. Москва, 1979. 439 с.
12. Кирилук В. П. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Chișinău: Pontos, 2006. 156 p.
13. Лакин Г. Биометрия. Москва, 1990. 42 с.
14. Полевая геоботаника. Москва-Ленинград: Наука, 1964. 530 с.
15. Тома С. Микроэлементы (В, Мп, Ni, Cu, Zn) в почвах, растениях и эффективность микроудобрений в полеводстве Молдавии. Автореф. дис. на соиск. уч. степ. докт. с.-х. наук. Кишинев, 1972. 46 с.
16. Тома С. Содержание микроэлементов в почвах Молдавии и эффективность микроудобрений. Кишинев, 1972. 44 с.

Abstract

Manganese and molybdenum in soils and plants forest. The paper presents the results of research on physiologically important microelements Mn and Mo in soils and herbaceous forest plants, analyzed in relation to seasonal variations in soil and herbaceous species. Has been established: total amounts of either Mn or Mo do not exceed critical levels, except for some accumulations of mostly biological character; the highest values of mobile Mn are characteristic for soil of oak and hornbeam forest throughout the vegetation period; the highest values of mobile Mo are found in soil of oak forest with lime and ash. Soil of beech forest with oak, compared to others, is characterized by lower values of Mn and mobile Mo. In each type of forest phytocenotic groups of plants with resistant to surplus of microelements were revealed. Accumulations of Mn exceeding known standards were detected in species *Myosoton aquaticum* and *Stellaria holostea* (507.0 and 611.0 mg/kg dry weight respectively). It is important to note that extremely low as well as toxic concentrations of Mo were not observed in the analyzed herbaceous plants.

Keywords: forest soils, herbaceous species, manganese, molybdenum, seasonal variations

Cojuhari Tamara, Pană Sergiu – **Muzeul Național
de Etnografie și Istorie Naturală**
Vrabie Tatiana – **Universitatea Tehnică din Moldova**