

## DATE PRELIMINARE ASUPRA GENEZEI PROCESELOR DE RAVENAȚIE ÎN UNELE STRUCTURI SEDIMENTARE ALE PODISULUI MOLDOVENESC

Maria BUCUREȘTEANU, Valentin GRIGORAȘ, Bogdan ROȘCA

**Cuvinte cheie:** ravena, chimie sedimente, săruri solubile, baze schimbabile, mobilitate sedimente.

**Key words:** gully, sediments chemistry; soluble salts; exchangeable cations, sediments mobility.

**Preliminary data concern the ravenation processes genesis in some sedimentation structures of The Moldavian Tableland.** The goal of the study is to establish the contribution of geochemical systems, from sedimentary structures of southern Moldavian Plateau, in triggering and evolution of gully processes. In this purpose, a case study has been carried out on Ivesti gully, in which, the textural and geochemical properties of original subsurface structures had been analyzed. The site is 650 meters long and approximately 35 meters wide located east to Ivesti village along the DN11A road. The analyses were based on 32 samples taken from along the gully and from four control section in order to ensure a better cover. The contribution of geochemical processes in gully formation it refers to alteration of hydrophysical and mechanical properties of subsurface deposits, when a salinization process is taking place and those deposits contain over 10% sodium ions in cationic exchange capacity. These characteristics lead to a water holding pressure in clay minerals over 140 atm., which determine the beginning of deposits mobility. In this case, the salinization process is not present; the soluble salts concentration is between 17 and 116 mg/100g soil and 205 – 217 salts mg/100g soil along median line of right bluff, downstream from active gully processes. None of the control section contains deposits in saline class. The general ionic formula of soluble salts contained in surface deposits is Ca-Mg-Na-K-NH<sub>4</sub>, respectively SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Cl-NO<sub>3</sub> alternating with HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Cl-NO<sub>3</sub>. The preliminary data regarding the chemistry of sodium, potassium, chlorine, sulfates and hydrogencarbonates shows that in actual deposits, the salts of these ions do not reach the values to start the chemical suffusion processes. In this gully, the most important factor is the nature of the bedrock - a weak cohesive material which allows breaking of the kinetic equilibrium of the slopes (7,5-8°). The process is amplified by the hydrological characteristics of the region. In these conditions, the viscosity of the bedrock decreases and the sand is transported exclusively because of gravitational attraction. In the main section, but especially in the secondary gullies located on the right side of the main section, chemical suffusion processes might be present in the early stages of the gully development, because of the primary salinization of the deposits, now levigated. Also, between other factors that contribute on gully development, its worth to be mentioned the climatic particularities of the entire area, especially precipitation regime, the land use represented by vineyard plantations and the existence of pluvial flow rills from slopes, which can contribute to evolution of actual active processes.

## INTRODUCERE

Evaluarea dinamicii ionilor din sedimentele prezente în arealul studiat, este importantă pentru stabilirea aportului proceselor geochimice în geneza formelor de relief negative. În cazul ravenei Ivești, declanșarea inițială a procesului de ravenație putea fi de natură geochimică, respectiv, prin sufoziune chimică, dacă salinitatea primară a depozitelor, ar fi permis desfășurarea proceselor legate de chimia sodiului, clorului, bicarbonaților și sulfaților.

Astfel, sufoziunea chimică se declanșează în cazul în care sodiul depășește 10% din capacitatea de schimb cationic, iar sărurile din soluția solului depășesc concentrația de 2%. În acest caz, se modifică însușirile hidrofizice și mecanice ale solurilor, forța de reținere a apei depășind 140 atm, față de 2-20 atm în cazul sedimentelor nesalinizate. Acest fapt duce la creșterea gradului de hidratare a complexului argilos, la dispersia acestuia și implicit la degradarea terenurilor.

În general, în cea mai mare parte a structurilor de relief negative, acești ioni fiind ușor levigabili, nu mai pot caracteriza natura geochimică inițială a rocii, respectiv existența concentrațiilor de salinizare ce pot declanșa mobilitatea depozitelor. Depozitele în care s-a dezvoltat ravena sunt formate din intercalații nisipoase, fapt ce a condus la creșterea permeabilității la apă a sedimentelor și implicit, la percolarea sărurilor, pe întreaga suprafață a ravenei. Sărurile solubile eliberate din depozitele de suprafață, au o alcătuire ionică care le încadrează în provincia de salinizare sulfato-bicarbonică.

Evoluția concentrațiilor ionilor componenți ai sărurilor solubile din sedimentele malurilor și fundului de ravenă sunt prezentate în lucrare pe profile transversale și longitudinale, pentru a urmări dinamica lor de la obârșie și vârfuri încă active, până la gura ravenei, deja colmatată și stabilizată.

## MATERIAL ȘI METODE

Arealul studiat se află situat în estul localității Ivești în imediata sa vecinătate, de-a lungul șoselei DN11A (figura1), la baza versantului vestic a Dealului Săbanu (196 m). Litologic, depozitele de suprafață au un caracter dominant nisipos făcând parte din depozitele monoclinale de cuverturi depuse în intervalul cenomanian – cuaternar peste unitățile structurale ale Colinelor Tutovei (Hârjoabă I. 1968). Regimul climatic al regiunii este temperat – continental cu caracter de excesivitate est-europeană. Temperaturile medii multianuale sunt situate în jurul valorii de 9,7°C la Bîrlad, luna cea mai caldă fiind iulie, iar luna cea mai rece ianuarie. Suma precipitațiilor anuale este în medie de 582 mm, regimul anual fiind cu caracter neuniform. Cele mai mari cantități de precipitații cad în sezonul cald și au caracter de averse (Hârjoabă I. 1968). Sub aspectul vegetației naturale arealul face parte din zona de silvostepă caracterizată prin prezența asociațiilor de stejar pufos (*Quercetum pubescentis*) și stejar brumăriu (*Quercetum pedunculiflora*) dispuse în pâlcuri izolate. Din punct de vedere al utilizării terenului domină plantațiile viticole și izolat culturile cerealiere.

Pentru evaluarea aportului factorilor genetici în formarea ravenei s-au determinat caracteristicile geochimice și texturale ale depozitelor din vârfuri și din patru secțiuni transversale ale acesteia. Din aceste secțiuni, dispuse perpendicular pe

axul longitudinal al ravenei, pe o distanță de 650 m față de vârf, au fost prelevate 32 probe de sol, reprezentative pentru malurile și fundul ravenei.

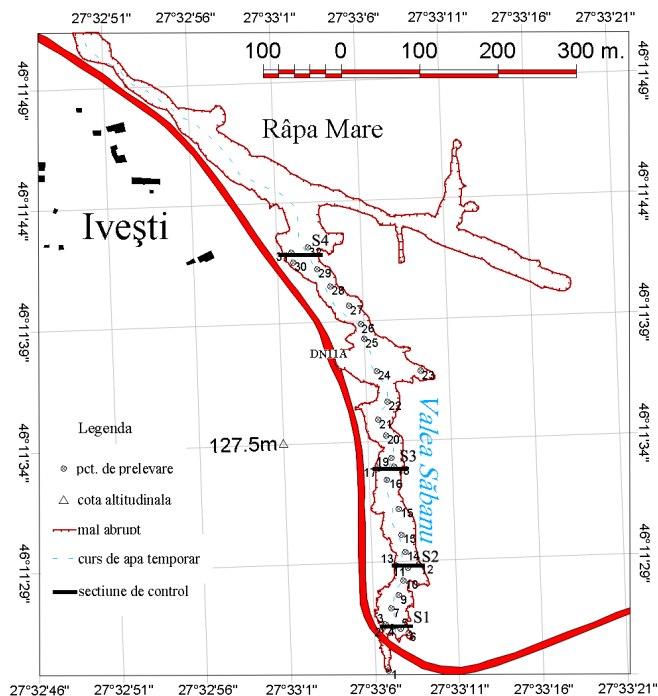


Fig. 1. Localizarea probelor recoltate și a secțiunilor de control din ravena Ivești.

Asupra probelor de sol s-au efectuat determinări granulometrice și fizico-chimice, pentru caracterizarea lor texturală și geochemică. Datele fizico-chimice s-au obținut pe extract apos de sol 1:5 pentru determinarea caracteristicilor fizice și a sărurilor solubile, pe extract acid de sol pentru determinarea SB, respectiv direct pe proba de sol în cazul determinării carbonaților și materiei organice. Dozările s-au făcut prin metode volumetrice, flamfotometrice, spectrofotometrice și potențiometrice.

În lucrarea de față sunt prezentate doar caracteristicile geochemice ce pot reprezenta un factor de declanșare a proceselor de ravenație.

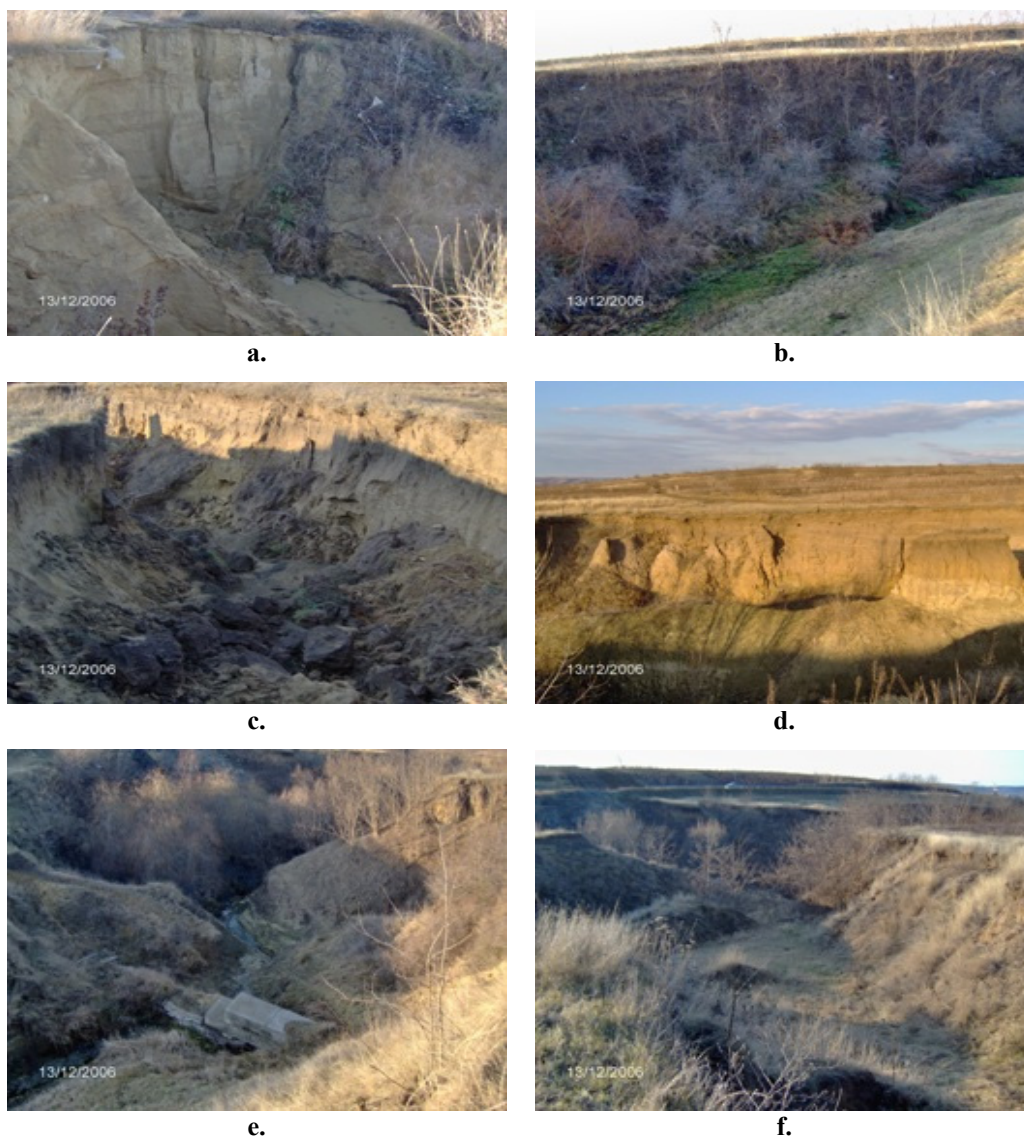
## REZULTATELE CERCETĂRII

### 1. Caracteristicile geochemice ale sedimentelor în secțiunile transversale

Soluția acestor sedimente este foarte săracă în săruri solubile (17-116 mg/100g sol), cu excepția liniei mediene a malului drept în secțiunea 3 și a malului stâng în secțiunea 4 de control, în care sedimentele eliberează între 205 și 217 mg săruri/100g sol. Nici în cazul acestor secțiuni de control, sedimentele nu se încadrează în clasa salinizate, nici ca pondere săruri solubile, nici după conținutul lor în ioni de sodiu, care este de 2,75-4,01 mg/100 g sol. Formulele ionice generale ale sărurilor solubile

din depozitele de suprafață, sunt: Ca-Mg-Na-K-NH<sub>4</sub>; respectiv: SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Cl-NO<sub>3</sub>; alternativ cu HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Cl-NO<sub>3</sub>.

Probele au fost recoltate din depozitele de suprafață ale ravenei (figura 2).



**Fig. 2:** a. - obârșia ravenei principale; b. - corp principal ravenă, S. I – la 50 m de vârful; c. - ravena secundara mal drept amonte SII; d. - mal drept ravena S. II, la 80 m de S.I.; e. - Corp principal ravena, S.III – la 120 m de S II; f. - Corp principal ravena, S.IV la 300 m de S III

### 1.1. Vârful de ravenă

După cum era de așteptat în depozitele vârfului de ravena ionii de Ca și Mg se acumulează spre fundul acesteia, în timp ce ionii de Na și K, migrați în același sens, sunt levigați prin drenajul apelor prin fundul ravenei, datorită mobilității date de activitatea lor ionică și pragului ridicat de precipitare.

În privința anionilor, în suprafața și în partea mediana a obârșiei de ravena, aceștia sunt dominați de ionul bicarbonic. Acesta, alături de ionul clor, este în mare parte levigat și se acumulează în sedimentele de la baza peretelui, odată cu ionul sulfat care precipită în săruri mai puțin solubile.

### 1.2. Secțiunea I de control – la contactul cu prima ramificație a ravenei

În secțiunea I de control, dinamica ionilor din sărurile solubile denotă o deplasare a cationilor de la suprafața ambelor maluri spre fundul ravenei. Conform mobilității lor, dată de constantele de echilibru ale ecuațiilor de hidroliză și dizolvare, dar și pantelor mai mici ale malurilor ( $70^\circ$ ), se constată acumularea prioritară a ionilor de Ca și Mg în zonele din mijlocul malurilor, în timp ce ionii de Na și K sunt levigați continuu spre fundul ravenei (tabel 1).

**Tab. 1** - Concentrațiile ionilor sărurilor solubile din sedimentele vârfului ravenei și secțiunii I

Secțiune	Loc.	SS	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>
		mg/100 g sol SU									
Vârf rav.	M	65	0,83	0,95	13,63	1,70	3,55	13,54	30,50	0,32	0,000
	F	11	0,70	1,20	24,08	3,65	3,90	39,60	45,14	0,08	0,000
	S	39	2,06	1,80	4,97	0,49	3,19	10,08	15,74	0,66	0,000
S.I. la prima ramificație	S st.	41	1,10	1,85	7,61	1,00	3,19	10,08	15,74	0,42	0,043
	M st.	94	0,73	1,65	20,84	2,43	3,55	39,12	25,01	0,58	0,135
	F	67	0,51	1,15	14,83	1,21	3,90	18,38	25,00	1,08	0,022
	M dr.	76	0,71	1,35	14,43	2,43	2,84	16,80	37,21	0,08	0,014
	S dr.	68	0,89	1,00	15,63	0,73	2,84	18,24	28,06	0,26	0,000

Dinamica anionilor în aceasta secțiune arată aceeași acumulare în zonele mediane ale malurilor ravenei și levigarea lor de pe fundul ravenei. Dacă urmărim valorile cantităților de reacție, se deduce ușor că pe malurile profilului transversal I, sulfatii și bicarbonații de calciu și magneziu, se deplasează spre axul ravenei, ponderea clorurilor și bicarbonaților de Na și K fiind nesemnificativă în declanșarea unor procese de sufoziune.

### 1.3. Secțiunea II de control pe ravena principală, la 80 m de secțiunea I

Dinamica geochimică din secțiunea II – transversala - de control a ravenei este diferită de cea din toate celelalte secțiuni, întrucât este situată aval de unele procese foarte active de ravenație, declanșate pe malul drept și mai puțin pe malul stâng.

Creșterea concentrațiilor ionilor, în sedimentele din geometria secțiunii arată o concentrare de sodiu și magneziu în materialul de pe fundul ravenei, ceea ce în vârful ravenei și în secțiunile anterioare nu se întâmpla, atât din cauza suprafeței de spălare, cât și a vechimii brațului principal al ravenei, care este deja înierbat.

În zona secțiunii II, aflată la 80 m aval de prima secțiune, procesul de ravenație fiind în desfășurare și foarte activ, cationii nu au fost spălați încă prin curgerea torenților de ravenă și astfel, s-au acumulat în sedimentele de fund și în maluri.

Și în cazul anionilor, de data aceasta acumulările sunt în maluri dar preponderent în sedimentele de fund, în care sărurile solubile sunt reprezentate prin sulfați, bicarbonați și cloruri de Mg, Ca, Na (tab. 2).

**Tab. 2:** - Concentrațiile ionilor componenți ai sărurilor solubile din sedimentele secțiunii a II - a de control

Sect. rav.	Loc.	SS	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>
		mg/100 g sol SU									
S.II rav. princ. la 80 m de S.I	S st.	83	0,50	3,3	14,43	3,65	4,25	19,68	35,99	1,00	0,328
	M st.	36	2,09	2,5	3,60	0,45	2,13	7,20	9,76	7,92	0,044
	F	136	8,33	1,3	12,83	5,35	8,51	50,40	48,80	0,61	0,000
	M dr.	67	1,02	1,7	10,02	1,00	3,55	14,44	21,35	13,7	0,044
	S dr.	92	0,64	0,8	16,43	1,95	2,84	18,72	50,96	0,13	0,000

Deși, nici aici nu se realizează concentrații care ar putea indica sufoziunea chimică, drept cauză a declanșării proceselor de ravenație, nu este exclus ca la origini sedimentele să fi fost salinizate primar, ceea ce impune cercetarea lor actuală, de-a lungul râpei de obârșie.

#### 1.4. Secțiunea III de control pe ravena principală, la 120 m de secțiunea II

La distanța de 120 m de ravenele secundare din malul drept al ravenei principale, în secțiunea a III – a de control, situația revine la normal, cationii acumulându-se pe linia mediană a malurilor și fiind levigați din sedimentele de pe fund (tabel 3).

**Tab. 3.** Concentrațiile ionilor componenți ai sărurilor solubile din sedimentele secțiunii III

Sect. rav.	Loc.	SS	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>
		mg/100 g sol SU									
S.III. rav. princ. la 120 m de S.II	S st.	84	0,67	2,25	18,04	0,73	3,55	20,50	31,72	6,44	0,31
	M st.	105	0,41	2,35	26,05	2,20	4,60	24,48	43,92	0,71	0,43
	F	70	2,65	2,75	10,82	3,16	3,55	28,81	17,38	0,61	0,21
	M dr.	205	2,75	2,75	28,06	7,20	7,45	40,81	73,26	41,18	1,74
	S dr.	54	1,00	1,80	10,82	0,45	3,55	7,97	28,06	0,35	0,06

Aceeași situație se aplică și la anionii sărurilor solubile din secțiunea a III – a, ale căror concentrații și dinamică în geometria profilului transversal, indică prezența bicarbonaților, sulfaților și clorurilor de calciu, magneziu, sodiu și potasiu.

Se remarcă faptul că în linia mediană a malului drept, sunt concentrații de anioni și cationi duble față de aceeași locație a malului stâng și întrucât secțiunea se află pe versantul care a generat ravena, este posibil ca, alături de structura, textura și

panta acestuia, una din cauzele inițiale ale existenței vârfurilor de ravenă active, să fie și sufoziunea chimică.

### 1.5. Secțiunea IV de control pe ravena principală, la 300 m de secțiunea III

Situația din secțiunea III, definește și pe cea din secțiunea IV, cu diferența că sărurile acumulate pe linia mediană a peretelui stâng sunt de 2 până la 10 ori mai concentrate decât pe malul drept, din cauza geometriei versantului care având o pantă de 4-5°, nu permite o levigare mai puternică a sărurilor.

**Tab. 4** - Concentrațiile ionilor componenți ai sărurilor solubile din sedimentele secțiunii IV

Sect. rav.	Localizare	SS	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>
		mg/100 g sol SU									
S.IV. ravena princ. la 300 m de S.III	S st.	109	0,24	1,00	24,45	1,70	3,19	24,48	53,68	0,37	0,37
	M st.	222	4,01	4,05	21,24	12,0	43,26	32,64	95,16	5,02	5,02
	F	75	3,50	1,45	14,83	3,89	3,19	26,40	21,35	0,29	0,29
	M dr.	121	0,55	2,25	20,84	3,65	3,55	37,82	42,70	4,80	4,80
	S dr.	70	1,50	2,71	9,22	3,16	3,55	19,68	26,84	1,90	1,90

Cu toate că nici aici, nu se realizează concentrații de săruri sau modificări ale capacității de schimb cationic, care să declanșeze sufoziunea chimică, nu este exclusă proveniența lor din unele depozite salinizate primar, care sa fi contribuit la inițierea procesului de ravenație.

## 2. Dinamica sărurilor solubile în profilul longitudinal al fundului și al malurilor

### 2.1. Profilul longitudinal al fundului de ravenă

Atât în cazul anionilor cât și al cationilor, evoluția concentrațiilor arată o acumulare ușoară de la vârf spre ultima secțiune, cu saltul spectaculos al concentrațiilor, aval de ravenele secundare din secțiunea II de control (fig. 3, 4).

Cu toate că sedimentele proaspăt desprinse din versant au o mineralizare superioară celei din secțiunile ravenei principale, nu se ating concentrațiile de salinizare și declanșare a proceselor de sufoziune chimică. În acest caz, pentru evaluarea aportului geochimic la formarea acestei forme de relief, rămâne de studiat eventuala salinizare a depozitelor situate amonte de fiecare obârșie.

### 2.2. Profilul longitudinal al malului stâng

Concentrațiile sărurilor solubile din acest profil, au o evoluție ușor crescătoare de la obârșie la secțiunea IV, odată cu o creștere a pantei cu cca. 7-8°/100 m. Creșterea este de ordinul a 3,5 me ioni/100g sol, fără a se ajunge la salinizare. Se detașează și în acest profil, procesul de levigare masivă a sărurilor din sedimentele secțiunii a II – a.

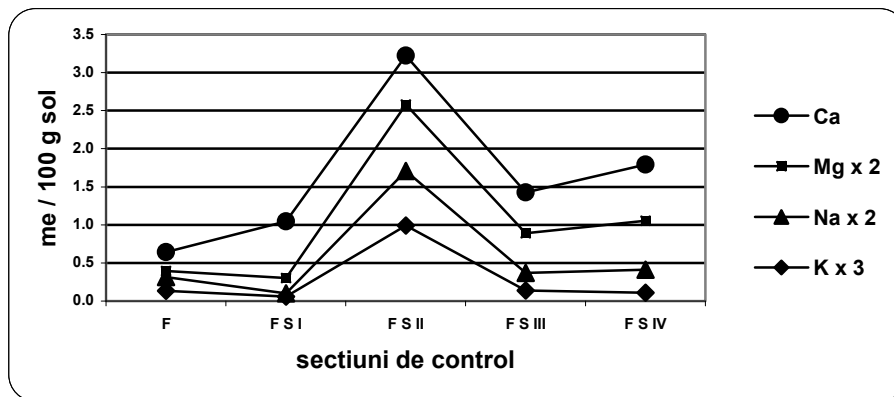


Fig. 3. Curbele concentrațiilor cationilor din SS ale sedimentelor din profilul longitudinal al fundului de ravănă.

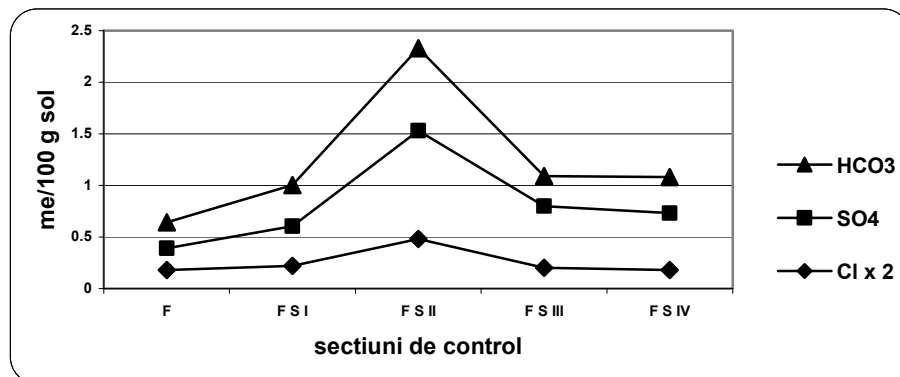


Fig. 4. Curbele concentrațiilor de anioni în profilul longitudinal al fundului de ravănă.  
 Legenda: F – fund de ravana; S secțiuni de control; x n – factor majorare ioni Mg, Na, K, Cl - me/100 g sol pentru evidențiere pe grafic.

Cantitățile de reacție ale ionilor din sedimentele versantului stâng al ravenei, arată că sărurile solubile sunt reprezentate prin bicarbonați de calciu, magneziu, potasiu și sodiu, sulfatați de calciu și magneziu, cloruri de sodiu și potasiu. (fig.5, 6).

De asemenea, din datele analitice reprezentate în fig.5, 6 și din constatările de pe teren, se remarcă faptul că în acest tronson, sărurile sunt puternic levigate spre fundul ravenei, atât datorită existenței unor alunecări active, cât și geometriei sectorului, care permite formarea unui torent de scurgere a apelor din precipitații, prin aceasta zonă.

### 2.3. Profilul longitudinal al malului drept

Spre deosebire de profilul longitudinal al malului stâng, pe malul drept al ravenei, evoluția cantităților de săruri are caracteristici care ilustrează menținerea concentrațiilor de săruri de la obârșie la secțiunea a IV – a, cu excepția secțiunilor a II – a și a III – a.

Astfel, în zona secțiunii a II – a, unde se manifestă procese de ravenație foarte intense, sărurile depozitelor din linia mediană a malului, sunt puternic levigate, în timp ce în secțiunea a III – a, acestea au concentrații duble.



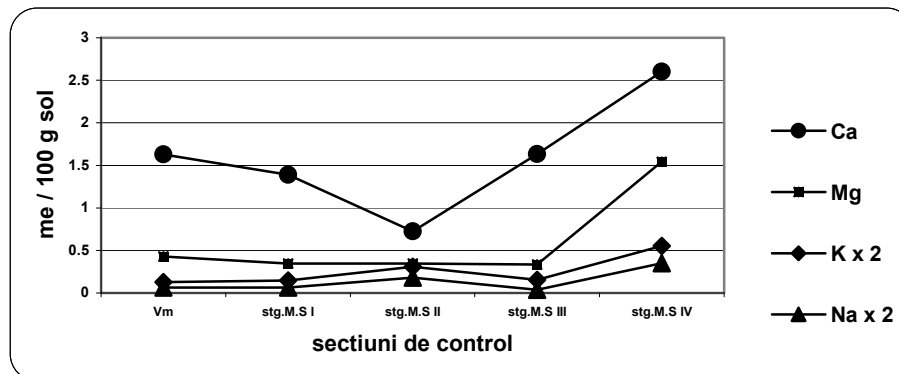


Fig. 5. Curbele evoluției concentrațiilor cationilor din profilul longitudinal al peretelui stâng al ravenei.

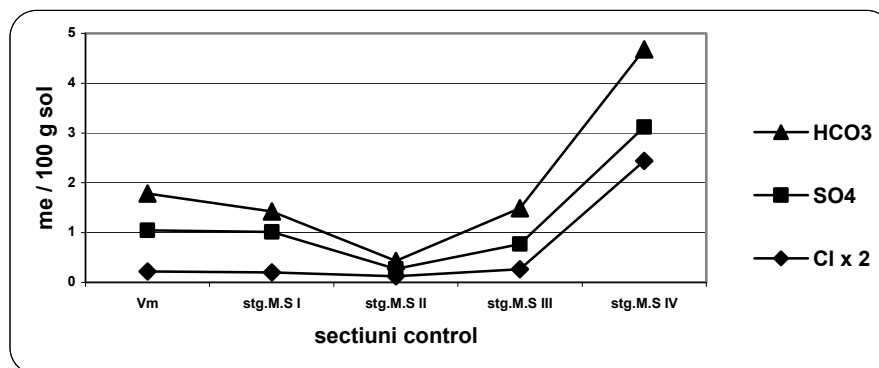


Fig. 6. Curbele evoluției concentrațiilor anionilor din profilul longitudinal stâng al ravenei.

Legenda: M – mal ravena; S - secțiune de control; Vm – mal vârful ravenei; x 2 – factor majorare ioni Na, K, Cl - me/100 g sol pentru evidențiere pe grafic

Se respectă și aici succesiunea cationilor în formula ionică a extractului apos, (Ca-Mg-K-Na), iar după valorile cantităților de reacție ale ionilor componenți, sărurile din soluția sedimentelor sunt reprezentate prin bicarbonați, sulfatați și cloruri de calciu, magneziu, potasiu și sodiu. (fig. 7, 8).

Din datele preliminare asupra chimiei sodiului, potasiului, clorului, sulfataților și bicarbonaților, devine evident faptul că în depozitele actuale din geometria ravenei, sărurile acestor ioni nu ating concentrațiile de declanșare a sufoziunii chimice, cauzele declanșării și producerii ravenației fiind de natură texturală, cinetică și gravitațională

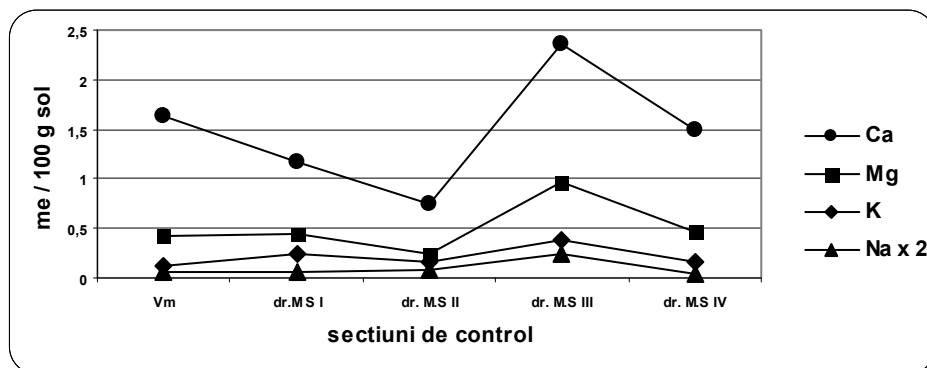


Fig. 7. Evoluția concentrațiilor de cationi în profilul longitudinal al peretelui drept al ravenei

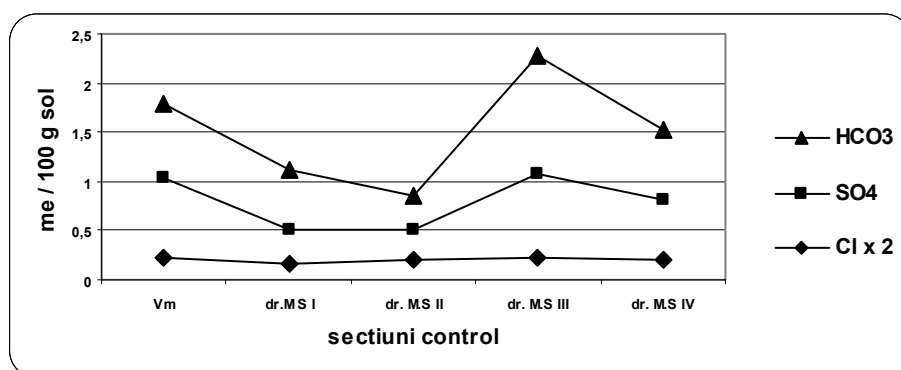


Fig. 8. Evoluția concentrațiilor anionilor în profilul longitudinal al peretelui drept al ravenei

Legenda: M – mal ravena; S - secțiune de control; Vm – mal vâr ravena; x 2 – factor majorare ioni Na, Cl - me/100 g sol pentru evidențiere pe grafic

De asemenea, putem spune că alături de grosimea depozitelor și de energia lor cinetica mare, la activarea proceselor de creare a structurilor de relief negative din aceasta secțiune, se adaugă și aportul unor mici rigole de scurgere a apelor de pe câmp, situate perpendicular pe muchiile ravenei, în special pe malul drept, fapt ce ar explica instabilitatea terenului, levigarea sărurilor de pe versanți și acumularea lor în baza.

## CONCLUZII

În general cantitățile de săruri din depozitele de fund și de mal nu realizează concentrații care să declanșeze procese de salinizare.

Cu excepția vârfului de ravenă și liniei mediene a versanților din secțiunea II de control, pe toată lungimea tronsonului de ravenă studiat, sărurile de calciu și magneziu se acumulează în depozitele de mal, în zona mediană, cele de sodiu și potasiu fiind levigate în mare parte spre și în sedimentele de fund.

Din datele preliminare asupra chimiei sodiului, potasiului, clorului, sulfatilor și bicarbonatilor, devine evident faptul că în depozitele actuale din geometria ravenei, sărurile acestor ioni nu ating concentrațiile suficiente pentru declanșarea procesului de sufoziune chimică;

În cazul acestei ravene, cauza genetică predominantă este natura slab coezivă a rocii, cu predominarea fracțiunii nisipoase, care permite ruperea echilibrului cinetic al versanților (cu pante în zonă între 7,5 și 8°). Procesul este favorizat prin alternanța regimului umed cu cel uscat și prin infiltrarea apelor în fracțiunile texturale ale depozitelor, situații în care vâscozitatea rocii scade și se declanșează fenomenele de curgere gravitațională a masei nisipoase.

În cazul ravenelor secundare de pe malul drept, ca și a tronsonului principal, alături de cauzele generale enumerate mai sus, s-ar putea adăuga și o sufoziune chimică inițială, datorată salinizării primare a depozitelor, actual levigate în suprafață.

De asemenea, printre factorii declanșatori ai mobilității depozitelor, poate fi specificată și existența unor rigole de scurgere a apelor pluviale de pe suprafețele versanților, care pot participa la desfășurarea proceselor active actuale.

### BIBLIOGRAFIE

- Buchard H.** (1976), *Gully development and Control: The status of our knowledge*, USDA For. Serv. Res. Pap. RM-169-Fort Colins, Colo., 80521.
- Buchard H.** (1974), *Stages of development of gullies in Western United States Of America*, Z. Geomorph N.F. 18/3, 260-271, Berlin-Stuttgart.
- Buchard H.** (1984), *Gully Rehabilitation - A three-stage process in a sodic soil*, Soil Sci. Soc. Of America Journal, volume 48,677 South Segoe Rd., Madison, WI 53711, USA.
- Bucuresteanu Maria** (1991), *Unele aspecte privind geochimia depozitelor Sarmațiene din dealul Humăriei, Hârlău*, Lucr. Seminarului "D. Cantemir", Iași, nr. 11-12.
- Bucuresteanu Maria** (1999), *Unele rezultate practice ale aplicării termodinamicii liniare a proceselor ireversibile în studiul sistemelor geochimice naturale; Sisteme geochimice cu rol genetic în formarea scoarței de alterare*, Lucr. Stațiunii "Stejarul" Piatra Neamț, vol.10, pg. 159-166.
- Bucuresteanu Maria** (1999), *Sisteme geochimice apă/rocă, cu rol genetic în asigurarea soluției solurilor cu elemente nutritive*, Lucr. Staț. "Stejarul" Piatra Neamț, vol. 10, pg. 167-173.
- Hârjoabă I.** (1968), *Relieful Colinelor Tutovei*, Ed. Acad., București.
- Ionesi Bica** (1968), *Stratigrafia depozitelor miocene de platformă dintre V. Moldovei*, Ed. Acad., Bucuresti.
- Măianu Al.** (1964), *Salinizarea secundară a solului*, Ed. Acad., Bucuresti.
- Nahon D., Noak Y.** (1983), *Petrologie appliquée aux substances utiles*, Sciences Géologiques nr. 73.
- Obrejanu Gr.** (1972), *Pedologie*, Ed. Did. și Ped. București.
- Rădoane Maria et. al.** (1999), *Ravenele: forme, procese, Evoluție*, Edit. Presa Univ. Clujeana, Cluj.
- Roloff G., Brodford M., Scrivner C.L.** (1981), *Gully Development in the Deep Loess Hills Region of Central Missouri*, Soil Sc. Soc. of America Journal, volume 45.
- Teodorescu A.** (1984), *Proprietățile rocilor*, Ed. Tehnică, Bucuresti.
- Trolard F.** (1988), *Physico-chimie des cuirasses latéritiques*, Sciences Géologiques, nr.81.
- Vallés V.** (1987), *Modélisation des transferts d'eau et de sels dans un sol argileux*, Sciences Géologiques, nr.79.

Bucureșteanu Maria  
CCB "Stejarul" Piatra Neamț  
E-mail: maribu08@yahoo.com

Valentin Grigoraș  
CCB "Stejarul" Piatra Neamț  
E-mail: valygrigoras@yahoo.com

Roșca Bogdan  
CCB "Stejarul" Piatra Neamț  
E-mail: roscao@gmail.com