

**Limnology and plankton diversity of salt lakes from Transylvanian Basin (Romania):**

**A review**

**Mircea Alexe,<sup>1</sup> Gheorghe Șerban,<sup>1\*</sup> Andreea Baricz,<sup>2</sup> Adrian-Ștefan Andrei,<sup>3,4</sup>  
Adorján Cristea,<sup>4</sup> Karina P. Battes,<sup>5</sup> Mirela Cîmpean,<sup>5</sup> Laura Momeu,<sup>5</sup>  
Vasile Muntean,<sup>4</sup> Sebastian A. Porav,<sup>6</sup> Horia L. Banciu<sup>4,7</sup>**

<sup>1</sup>Department of Physical and Technical Geography, Faculty of Geography, Babeș-Bolyai University, 5-7 Clinicilor Str., 400006 Cluj-Napoca, Romania

<sup>2</sup>National Institute of Research and Development for Biological Sciences (NIRDBS), Institute of Biological Research, 48 Republicii Str., 400015 Cluj-Napoca, Romania

<sup>3</sup>Department of Aquatic Microbial Ecology, Institute of Hydrobiology, Biology Center of the Academy of Sciences of the Czech Republic, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Czech Republic

<sup>4</sup>Department of Molecular Biology and Biotechnology, Faculty of Biology and Geology, Babeș-Bolyai University, 44 Gheorghe Bilașcu Street, 400000 Cluj-Napoca, Romania

<sup>5</sup>Department of Taxonomy and Ecology, Faculty of Biology and Geology, Babeș-Bolyai University, 44 Gheorghe Bilașcu Street, 400000 Cluj-Napoca, Romania

<sup>6</sup>Electron Microscopy Center, Babeș-Bolyai University, 5-7 Clinicilor street, Cluj-Napoca, Romania

<sup>7</sup>Center for Systems Biology, Biodiversity, and Bioresources, Babes-Bolyai University, Clinicilor 5-7, 400006 Cluj-Napoca, Romania

**\*Corresponding author:** gheorghe.serban@ubbcluj.ro

**Supplementary Tab. S1.** Chronology of scientific studies of Transylvanian salt lakes.

Year	Main observation in Transylvanian salt lakes	Reference
1794	First observations on the presence of brine shrimp <i>Artemia salina</i> (Hung., só féreg; Germ., Salzthierchen; Eng., salt worm) in salt lakes on the territory of historical Hungary kingdom	J. Grossinger cited by J. Daday (1884) and G. Entz (1886)
1820	First scientific notes on the physico-chemical properties (clarity, temperature, density, and chemical contents) of Transylvanian mineral waters	S. Pataki (1820)
1848	First observations on the chemistry and therapeutic value of lakes in Ocna Sibiului	M. Kósa (1848)
1844-1861	First documented records on <i>Artemia salina</i> in Turda (Hung., Torda; Germ., Thorda) and Ocna Sibiului (Hung., Vizakna; Germ. Salzburg bei Hermannstadt) lakes	J. Hankó (1844) and V. Sill (1861)
1871	Detailed chemical analyses and geological explanations on the origin of salt lakes in Ocna Sibiului on salt diapirs.	F. Pošepný (1871)
1880-1885	First observation of temperature difference between surface and deeper water (0.6 m) in a salt lake nearby Ocna Sibiului alongside exhaustive description of <i>Artemia</i> sp. found in Ocna Sibiului salt lakes.	E. von Friedenfels (1880, 1885)
1884	Description of flora associated with salt lakes in Ocna Sibiului. At least 27 salt-tolerant species were identified including taxa affiliated to <i>Salicornia</i> sp., <i>Inula</i> sp., <i>Atriplex</i> sp., etc.	J. Römer (1884)
1898	Chemical analysis and detailed description of Ursu Lake genesis following a natural event.	B. Lengyel (1898)
1899	Water heating is recorded in Aluniș Lake (Sovata).	L. Telegdi Roth (1899)
1901	Systematic observations on the heating phenomenon in salt water of Sovata lakes.	S. von Kalecsinszky (1901)
1904	Exhaustive description of fauna associated with salt lakes.	1904 – G. Entz
1908-1911	Studies focused on the physical parameters, chemical composition, and heating phenomenon of Sovata and Turda lakes.	F. Schafarzik (1908) and J. Viski (1911)
1929-1941	Systematic investigations on limnology of salt lakes. The term ‘heliothermy’ is introduced in the literature.	I.A. Maxim (1929, 1931, 1936, 1941)
1958 – Present day	Detailed limnological and hydrogeological investigations and assessments of dynamics of lacustrine cuvettes and associated salt deposits.	Ocna Sibiului - I.A. Maxim (1958), A. Bobeică (1969); Ocna Mures - P. Marosi (1959); Sovata - I. Pișota (1960), G. Popa (1960), I. Panait <i>et al.</i> (1968), V. Trică (1983); Numerous salt lakes - T. Pânzaru (1970, 1971, 1974,

Assessments of strategies to preserve the heliothermy phenomenon

Monographs on Romanian lakes including overviews on Transylvanian salt lakes

Monograph on Transylvanian salt lakes

1975, 1977, 1982, 1986a, 1986b); Cojocna - G. Şerban *et al.* (2005).

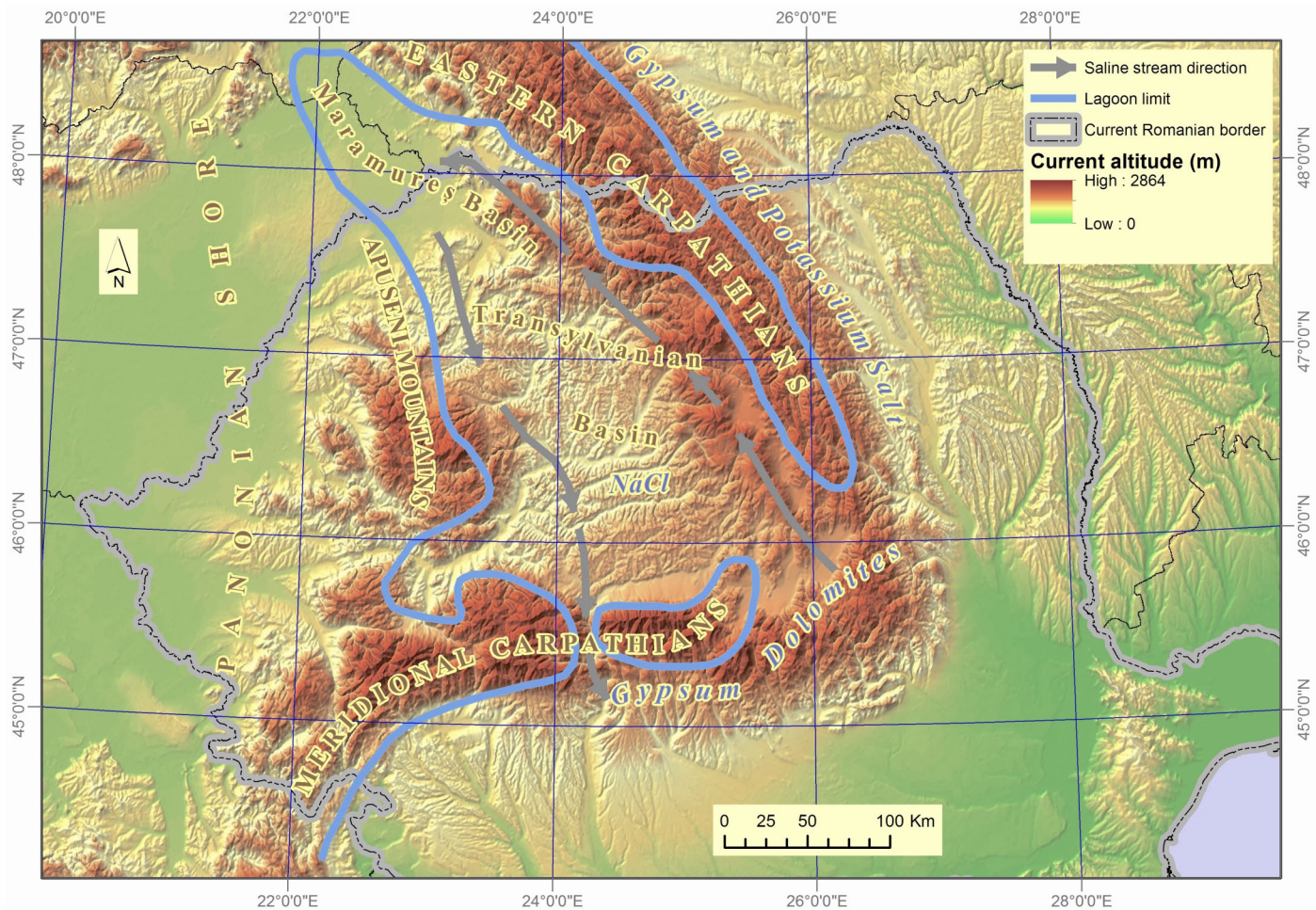
I. Panait *et al.* (1969) and P. Gâştescu *et al.* (1985).

P. Gâştescu (1963, 1971), V. Sorocovschi (2005) and G. Şerban (2007).

M. Alexe *et al.* (2006) and M. Alexe (2010).

---

Other relevant present-day studies (*i.e.*, works of V.A.C. Bulgăreanu, Muntean *et al.*, *etc.*) on Transylvanian salt lakes are referred in the main text.



**Supplementary Fig. S1.** Paleogeographic map of Transylvanian Basin (reconstruction starting from Ciupagea D, Paucă M, Ichim T, 1970. [Transylvanian Basin Geology]. [Book in Romanian], Edit. Academiei R. S. România, București. High data source Digital Elevation Model over Europe (EU-DEM), 25 m resolution, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eu-dem>.

## REFERENCES

- Alexe M, Șerban G, Fülöp-Nagy J, 2006. [Lacurile sărate de la Sovata].[Book in Romanian]. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca: 107 pp.
- Bobeciă A, 1969. [Cercetări privind lacurile de la Ocna Sibiului].[Article in Romanian]. Hidrotehnica, Gospodărirea apelor, Meteorologia 14:179-187.
- Daday J, 1884. [Újabb adatok Kolozsvár és Erdély Crustacea-faunájának ismeretéhez].[Article in Hungarian]. Orv. Term. Tud. Ért Term. Szak 6:305-310.
- Entz G, 1886. [Az erdélyi sós vizekben élő Artemiákról].[Article in Hungarian]. Orv. Term. Tud. Ért. Term. Szak 8:101-113.
- Entz G, 1904. [Die Fauna der kontinentalen Kochsalzwasser].[Article in German]. Math Naturwiss Ber Ungarn 19:89-124.
- Friedenfels E, 1880. [Über Artemia salina und andere Bewohner der Soolteiche in Salzburg (Vizakna)].[Article in German]. Verhandl. u. Mitteil, des siebenbürg. Vereins f. Naturwiss. in Hermannstadt. 30:112-177.
- Friedenfels E, 1885. [Weitere Beobachtungen über Artemia salina und die Salzburger Soolteiche].[Article in German]. Verhandl. u. Mitteil, des siebenbürg. Vereins f. Naturwiss. in Hermannstadt. 35:24-31.
- Gâștescu P, 1963. [Lacurile din R.P.R. – Geneză și regim hidrologic].[Book in Romanian]. Editura Academiei R.P.R., București: 293 pp.
- Gâștescu P, 1971. [Lacurile din România. Limnologie regională].[Book in Romanian]. Edit. Academiei București: 372 pp.
- Gâștescu P, Driga B, Anghel C, 1985. [Noi posibilități în valorificarea lacurilor helioterme din România].[Article in Romanian]. Stud. Res. Geol. Geophys. Geograph. 32:28-34.
- Hankó J, 1844. [Torda városának helyirata, melyei a magyar orvosok és természetvizsgálók ötödik nagy gyűlésére irt. Kolozsvárit (Cluj-Napoca)].[Article in Hungarian].
- Kalecsinszky S, 1901. [Über die Ungarischen' warmen und heissen koohsalzseen als natürliche wärme-accumulatoren. sowie über die herstellung von warmen salzseen und wärme-accumulatoren].[Article in German]. Földt. Közl. 31:409-431.
- Kósa M, 1848. [Die jodhaltigen Soolbäder bei Salzburg (Vizakna) im Hermannstädter Bezirk des Grossfürstenthums Siebenbürgen. Chemisch und therapeutisch dargestellt. Hermannstadt].[Article in German].
- Lengyel B, 1898. [A Szovátaí Illyés-Medve-tó].[Article in Hungarian]. Földt. Közl. 28:229-234.
- Maroși P, 1959. [Contribuții la problema genezei lacurilor sărate de la Ocna Mureș]. [Article in Romanian]. Studia Universitatis Babeș-Bolyai 2:143-152.

- Maxim IA, 1929. [Contribuțiuni la explicarea fenomenului de încălzire al apelor sărate din Transilvania. Lacurile de la Sovata]. [Article in Romanian]. Rev. Muz. Geol.-Mineral. Univ. Cluj 3:49-83.
- Maxim IA, 1931. [Contribuții la explicarea fenomenului de încălzire al apelor sărate din Transilvania. Lacurile de la Ocna-Sibiului]. [Article in Romanian with German abstract]. Rev. Muz. Geol.-Mineral. Univ. Cluj 4:47-111.
- Maxim IA, 1937. [Contribuțiuni la explicarea fenomenului de încălzire al apelor sărate din Transilvania. Lacurile sărate de la Turda]. [Article in Romanian with German abstract]. Rev. Muz. Geol.-Mineral. Univ. Cluj 4:209-320.
- Maxim IA, 1941. [Contribuțiuni la explicarea fenomenului de încălzire al apelor sărate din Transilvania. Lacurile sărate de la Sic (Someș)]. [Article in Romanian with German abstract]. Rev. Muz. Geol.-Mineral. Univ. Cluj (1940-1941) 7:153-208.
- Maxim IA, 1958. [Lacul Fără Fund de la Ocna Sibiului]. [Article in Romanian]. Ocrotirea Naturii 3:13-25.
- Panait I, Bobeică A, 1968. [Precizări privind formarea și evoluția fenomenului helioterm în Lacul Ursu . Sovata]. [Article in Romanian]. Hidrotehnica, Gospodărirea apelor, Meteorologia 13:289-297.
- Panait I, Sișman I, Bobeică A, 1969. [Studiu privind protejarea fenomenului helioterm al Lacului Ursu . Sovata]. [Article in Romanian]. Studii de Hidrologie 27:63-88.
- Pataki S, 1820. [Descriptio physico-chemica aquarum mineralium magni principatus Transylvaniae. J.T. Trattner, Pestinii (Budapest)]. [Article in Latin].
- Pânzaru T, 1970. [Lacurile de la Ocna Dejului (aspecte morfologice și morfometrice)]. [Article in Romanian]. Colocviul național de limnologie fizică, București 73-85.
- Pânzaru T, 1971. [Complexul lacustru de la Cojocna (aspecte morfologice și morfometrice)]. [Article in Romanian]. Studia UBB Geographia-Geologia 1:33-42.
- Pânzaru T, 1974. [Complexul lacustru „Valea Sărată” (Turda). Aspecte morfohidrografice]. [Article in Romanian]. Lucrări Științifice, seria A, Geografie, Institutul Pedagogic, Oradea 81-98.
- Pânzaru T, 1975. [Lacurile de pe masivul de sare de la Sic (jud. Cluj)]. [Article in Romanian]. Lucrări Științifice, seria A, Geografie, Institutul Pedagogic, Oradea 125-143.
- Pânzaru T, 1977. [Complexul lacustru de pe masivul de sare de la Ocna-Sibiului (I). Sectoarele lacustre „Incinta Băilor” și „Parcul Public”]. [Article in Romanian]. Lucrări Științifice, seria A, Geografie, Institutul Pedagogic, Oradea 185-204.
- Pânzaru T, 1982. [Complexul lacustru de pe masivul de sare de la Ocna Sibiului (II), sectoarele lacustre „Ocnița-Avram Iancu” și „Ignațiu”]. [Article in Romanian]. Studia UBB Geologia-Geographia 27:46-60.
- Pânzaru T, 1986a. [Complexul lacustru Turda-Băi]. [Article in Romanian]. Problems of applied Geography 99-118.

- Pânzaru T, 1986b. [Lacurile de pe masivul de sare de la Jabenita]. [Article in Romanian]. Problems of applied Geography 119-126.
- Pișota I, 1960. [Noi date hidrologice asupra lacurilor din Depresiunea Sovatei]. [Article in Romanian]. Probleme de Geografie 7:179-192.
- Popa G, 1960. [Câteva observații morfologice și limnologice la Sovata-Băi]. [Article in Romanian]. Probleme de Geografie 7:283-292.
- Pošepný F, 1871. [Studien aus dem Salinargebiete Siebenbürgens]. [Article in German]. Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt Jahrbuch 21:123-186.
- Römer J, 1884. [Beiträge zur Flora von Salzburg (Vizakna) bei Hermannstadt]. [Article in German]. Verhandl. u. Mitteil, des siebenbürg. Vereins f. Naturwiss. in Hermannstadt 35:38-48.
- Schafarzik F, 1908. [Über die Geologischen, Hydrographischen und einige Physikalische Verhältnisse der durch Insolation Erwarmten Salzseen, Insbesondere des Heissen Mcdveto-sees bei Szovata]. [Article in German]. Földt. Közl. 38:437-455.
- Schnell P, 1856. [Chemische Analyse der Salzsoolen von Vizakna]. [Article in German]. Verhandl. u. Mitteil, des siebenbürg. Vereins f. Naturwiss. in Hermannstadt 8:169-180.
- Sill V, 1861. [Über die in den Salzsoolteichen Siebenbürgens vorkommende Artemia]. [Article in German]. Verhandl. u. Mitteil, des siebenbürg. Vereins f. Naturwiss. in Hermannstadt 12:118-122.
- Sorocovschi V, 2005. [Câmpia Transilvaniei – studiu hidrogeografic]. [Book in Romanian]. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca: 212 pp.
- Șerban G, 2007. [Lacurile de acumulare din bazinul superior al Someșului Mic. Studiu hidrogeografic]. [Book in Romanian]. Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca: 236 pp.
- Șerban G, Alexe M, Touchart L, 2005. [L'evolution du modele lacustre et la salinite des lacs de Cojocna (Plaine de Transylvanie, Roumanie)]. [Article in French]. B. Assoc. Geogr. Fr. Section II 2:234-245.
- Telegdi Roth L, 1899. [A szovátai Illyés-tó és környéke geologiai szempontból]. [Article in Hungarian]. Földt. Közl. 29:41-44.
- Trică V, 1983. [Contribuții la studiul biologic privind formarea nămolului în lacurile terapeutice din Stațiunea Sovata]. [Article in Romanian]. Hydrobiologia 18:159-165.
- Viski J, 1911. [A Tordai sós tavak]. [Article in Hungarian]. Földt. Közl. 39:122-147.