

CCA - 110

550.4:543.3(497.1)

Banja Vrućica u Bosni. Geokemijska studija

S. Miholić* i K. Mirnik

*Balneološko-klimatološki institut Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti,
Zagreb*

Primljeno 22. srpnja 1957.

Usporedba analize termalne vode u Vrućici, s prije objavljenom analizom termalne vode u Laktašima, pokazuje dobro podudaranje njihova sadržaja u pogledu teških metala (metalizacija) usprkos različitom kemijskom karakteru i različitim geološkim odnosima izvorišta. Kako u obje vode preteže bakar, možemo zaključiti, da je rasjed, duž kojeg se one pojavljuju, vrlo star, te da je nastao vjerojatno u starijem paleozoiku (kaledonska metalizacija).

Duž sjeveroistočnoga ruba bosanske serpentinske zone nalazimo, zapadno od rijeke Bosne, niz mineralnih voda, od kojih je detaljno istražena terma u Laktašima,¹ a u ovoj radnji govor je o toplome kiseljaku u Vrućici. Ako usporedimo sadržaj u pogledu teških metala (metalizaciju) obje vode, vidimo, da se one u tom pogledu dobro podudaraju — usprkos različitom kemijskom karakteru i različitoj geološkoj građi slojeva, iz kojih izvire (Laktaši iz trijasa, Vrućica iz serpentina). To bi ponovno potvrđivalo već prije istaknutu činjenicu,² da je metalizacija regionalna pojava, nezavisna od lokalne građe izvorišta. Tako bismo kod mineralnih voda istaknuli tri momenta: 1. metalizaciju determiniranu regionalno tektonskim odnosima dubljih slojeva zemljine kore, 2. mineralizaciju uvjetovanu lokalnom geološkom građom terena ispod površine i 3. radioaktivitet, koji zavisi od sastava zemljišta na samoj površini, a često i od recentnih taložina sedre.

Od teških metala preteže u oba izvora bakar (Laktaši 0.072 mg/kg, Vrućica 0.062 mg/kg), u njima ima niklja i kobalta, a u Laktašima i olova i cinka. U Vrućici je nađen samo trag cinka. Po tome možemo zaključiti, da je rasjed, duž kojega se one pojavljuju, vrlo star i da je nastao vjerojatno u starijem paleozoiku, te da je tek kasnije lokalno reaktiviran, i to jače na sjeverozapadu, nego na jugoistoku.

Banja Vrućica leži u dolini rijeke Usore ispod planine Borje u blizini lijeve obale potoka Grabovca, na 44° 35' 19" sjev. širine i 15° 52' 47" ist. dužine od Greenwicha. Visina nad morem iznosi 230 m (usporedi specijalnu kartu 1 : 75.000 br. 6160).

Termalno vrelo upotrebljavalo se još za vrijeme Rimljana, lokalno je služilo i kasnije, ali je do prije tridesetak godina bilo samo primitivno kaptirano kao daskama ograđen basen. Iz vode su se obilno dizali mjehurići plinova. Prvu analizu termalne vode izvršio je E. Ludwig.³ Temperatura vode bila je 28.7° C, a količina

* Sadanja adresa: Kemijski institut, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.

slobodna ugljikova dioksida 0.4907 g/kg. Tek g. 1925. stručno je kaptirao vrelo ing. E. Maurer.⁴ U novoj kaptazi vladala je temperatura od 29.6° C, slobodna ugljikova dioksida bilo je 1.73 g/litru, a radioaktivitet je iznosio 1.43 Macheove jedinice. Nad vrelom je sagrađeno kupalište, a u blizini je podignuta zgrada za stanovanje. Za vrijeme posljednjega rata banja je stradala, ali je sada ponovno sagrađena i znatno proširena; vrelo je rekaptirano (prof. ing. J. Bać), pa ide u red najmodernijih kupališnih lječilišta Bosne.

Postoje tri izvora:

1. *Termalni izvor.* Kaptiran kao bušotina duboka 37 m. Iz bušotine voda se vodi u basene. Ispitivanje je izvršeno 29. rujna 1955. Temperatura vode bila je tada 29.4° C, slobodna ugljikova dioksida bilo je 1.107 g u litri, a radioaktivitet je iznosio 0.7609 Macheovih jedinica = 0.2770 nC/l.

Voda je bistra, bez boje i mirisa, ukusa kiselo-slana, reakcije slabo alkalične (lakmus); pH = 7.5.

Teški metali određeni su polarografski, stroncij je određen gravimetrijski,⁵ titan kolorimetrijski (s pomoću Pulfrichova fotometra), a jod i brom volumetrijski.⁶

Bakar. Polarograf po Héyrovskom (Československa zbrojovka, Brno) baždaren je otopinom, koja je sadržavala 1 mg Cu u 10 ccm 0.3 M otopine kalijeva-natrijeva tartarata. Kod osjetljivosti aparata 5 dobivena je, kod — 0.21 V, stepenica visoka 8.7 mm. Pod istim uvjetima i s istom osjetljivošću polarografirana je i otopina uzorka. Dobivena je stepenica visoka 13.0 mm, što čini 1.4 mg Cu u 24028.9 g vode ili 0.062 mg Cu u 1000 g vode. Olovo nije nađeno.

Nikalj i kobalt. Za određivanje niklja i kobalta baždaren je aparat otopinom, koja je sadržavala 1 mg Ni i 1 mg Co u 10 ccm smjese od 17 g NH₃ i 53.5 g NH₄Cl u litri, te 0.005% želatine kao supresor. Kod osjetljivosti aparata 7 dobivena je, kod — 1.13 V, stepenica visoka 9.7 mm za Ni, a kod — 1.32 V stepenica visoka 16.5 mm za Co; kod osjetljivosti aparata 8 dobivena je za Ni stepenica visoka 7.2 mm za Ni, a za Co stepenica visoka 11.7 mm, a kod osjetljivosti aparata 9 dobivena je za Ni stepenica visoka 5.7 mm, a za Co stepenica visoka 6.2 mm. Pod istim uvjetima polarografirana je i otopina uzorka, pa je kod osjetljivosti 7 dobivena za Ni stepenica visoka 5.0 mm, a za Co stepenica visoka 8.5 mm, što čini 0.5 mg Ni i 0.5 mg Co u 24028.9 g vode. Kod osjetljivosti 8 dobivena je za Ni stepenica visoka 3.0 mm, a za Co stepenica visoka 5.0 mm, što čini 0.4 mg Ni i 0.4 mg Co u 24028.9 g vode; kod osjetljivosti 9 dobivena je za Ni stepenica visoka 2.0 mm, a za Co stepenica visoka 4.0 mm, što čini 0.3 mg Ni i 0.6 mg Co u 24028.9 g vode. Prosječna vrijednost iznosi 0.4 mg Ni i 0.5 mg Co u 24028.9 g vode ili 0.02 mg Ni i 0.02 mg Co u 1000 g vode.

Cinak i mangan. Za određivanje cinka i mangana baždaren je aparat otopinom, koja je sadržavala 0.5 mg Zn i 0.5 mg Mn u 10 ccm smjese jednakih dijelova destilirane vode i zasićene otopine kalijeva klorida. Kod osjetljivosti aparata 12 dobivena je kod — 1.06 V stepenica visoka 8.2 mm za Zn, kod — 1.53 V stepenica visoka 10.8 mm za Mn, a kod osjetljivosti aparata 14 dobivena je za Zn stepenica visoka 4.5 mm, a za Mn stepenica visoka 5.0 mm. Pod istim uvjetima polarografirana je i otopina uzorka, pa je kod osjetljivosti 12 dobivena za Zn stepenica visoka 1.3 mm, a za Mn stepenica visoka 20.5 mm, što čini 0.08 mg Zn i 0.95 mg Mn u 24028.9 g vode. Kod osjetljivosti aparata 14 dobivena je za Zn stepenica visoka 0.6 mm, a za Mn stepenica visoka 11.3 mm, što čini 0.07 mg Zn i 1.1 mg Mn u 24028.9 g vode. Prosječna vrijednost iznosi 0.07 mg Zn i 1.0 mg Mn u 24028.9 g vode ili 0.003 mg Zn i 0.043 mg Mn u 1000 g vode.

Kemijski sastav vode prikazuje analiza na str. 37.

Prema internacionalnoj klasifikaciji vodu kemijski karakterizira sastav: kalcij, natrij, hidrokarbonat. Ukupna koncentracija N/1000 = 86.7; Ca 16.9; Na 16.2; HCO₃ 24.8. Reakcija alkalična.

2. *Kiseljak.* Na desnoj obali potoka Grabovca nalazi se pokrita betonska kaptaza vanjskih dimenzija 2.15 × 3.35 m. Iz te kaptaze istječe voda na željeznu cijev u betoniran prostor 3.35 × 4.30 m, dubok 1.50 m, u koji se silazi stepenicama. Ispitivanje je izvršeno 29. rujna 1955. Temperatura vode bila je tada 15.9° C, slobodna ugljikova dioksida bilo je 1.584 g u litri, a radioaktivitet je iznosio 0.6430 Macheovih jedinica = 0.2341 nC/l. Količina vode iznosila je 0.033 l/sek.

TABLICA I
 Analiza termalnog vrela Vrućice

Spec. težina: 1.00247 (kod 0°/0° C)
 Temperatura: 29.4° C

1 kg vode sadrži:				Preračunano u postocima krute tvari:	
jona:	grama:	milimola:	milivala:		
Kationa:				Na	15.45
Natrija (Na')	0.3719	16.17	16.17	K	1.216
Kalija (K')	0.02926	0.7484	0.7484	Ca	14.04
Kalcija (Ca'')	0.3379	8.431	16.862	Mg	4.838
Magnezija (Mg'')	0.1165	4.788	9.576	Sr	0.022
Stroncija (Sr'')	0.00053	0.0060	0.0120	Mn	0.002
Mangana (Mn'')	0.000043	0.0008	0.0016	Zn	
Cinka (Zn'')	0.000003			Cu	0.003
Bakra (Cu'')	0.000062	0.0010	0.0020	Ni	0.001
Niklja (Ni'')	0.00002	0.0003	0.0006	Co	0.001
Kobalta (Co'')	0.00002	0.0004	0.0008	Cl	14.72
			43.37	Br	0.001
Aniona:				J	
Klora (Cl')	0.3543	9.992	9.992	SO ₄	17.22
Broma (Br')	0.00003	0.0004	0.0004	CO ₃	30.87
Joda (J')	0.000008	0.0001	0.0001	SiO ₂	0.772
Sulfata (SO ₄ '')	0.4145	4.315	8.620	TiO ₂	0.001
Hidrokarbonata (HCO ₃ '')	1.511	24.76	24.76	Al ₂ O ₃	0.382
			43.37	Fe ₂ O ₃	0.457
Koloidno otopljenih oksida:					100.00
Silicijeva oksida (SiO ₂)	0.01858	0.3094		Salinitet (u 1000 dijelova vode):	
Titanova oksida (TiO ₂)	0.000028	0.0004			
Aluminijeva oksida (Al ₂ O ₃)	0.00919	0.0902			
Željeznog oksida (Fe ₂ O ₃)	0.0110	0.0689			
Ukupno:	3.175	69.68			2.407
Hidrokarbonati preračunati u barbonate:	2.407				
Isparni preostatak:	2.383				
Sulfatna kontrola:					
Računom:	2.979				
Nađeno analizom:	3.005				
Slobodan CO ₂	1.107				

Voda je bistra, bez boje i mirisa, ukusa kiselo-slana, reakcije jako alkalične (lakmus); pH = 8.5.

3. *Vrelo više Grabovca*. Na lijevoj obali potoka Grabovca, oko 5 m nad njegovim koritom, a oko 1.50 m ispod staze izvire vrelo u udubini u zemlji i stvara mali okrugli basen s promjerom od oko 0.80 m. Voda iz vrela otiče u potok. Basen i otok vode crvene se od izlučenog željeznog hidroksida. Ispitivanje je izvršeno 30. rujna 1955. Temperatura vode bila je tada 14.5° C, slobodna ugljikova dioksida bilo je 1.197 g u litri, a radioaktivitet je iznosio 0.6275 Macheovih jedinica = 0.2284 nC/l. Količinu vode nije bilo moguće izmjeriti, no ona je minimalna.

Voda je bistra, bez boje i mirisa, reakcije jako alkalične (lakmus); pH = 8.5.

Od teških metala preteže bakar, što upućuje na kaledonsku metalizaciju. Za postojanje kaledonskog orogena sjeveroistočno od bosanske serpentinske zone za sada nema jasnih geoloških dokaza, ali se množe geokemijski momenti, koji mu govore u prilog. Radioaktivitet je malen, kako to odgovara geološkim prilikama izvorišta (serpentin).

LITERATURA

1. S. Miholić i K. Mirnik, *Glasnik društva hemičara narodne rep. Bosne i Hercegovine* 6 (1957) 5.
2. S. Miholić, *Glasnik Hem. Društva, Beograd*, Jubilarni broj 1897 — 1947. Str. 163.
3. M. T. Leko, A. Ščerbakov i H. Joksimović, *Lekovite vode i klimatska mesta u Kraljevini SHS*. Beograd 1922. Str. 21.
4. L. Nenadović, *Banje, morska i klimatska mesta u Jugoslaviji*. Beograd 1936. Str. 256.
5. S. Miholić, *Apotekarski Vjesnik* 19 (1937) 589 i 629.
6. S. Miholić, *VSP* 2 (1936) 191.

ABSTRACT

**The Spa Vrućica in Bosnia
A Geochemical Study**

S. Miholić and K. Mirnik*

Two thermal waters which issue along the Northeastern border of the Bosnian Serpentine Zone have been investigated in detail: *Laktaši* (30.4° C) on which a paper has just been published and *Vrućica* (29.4° C) dealt with in the present paper. Their heavy metal content (metallization) is similar in spite of a different chemical composition and a different geological structure of the surrounding country thus confirming an earlier supposition, that the character of a mineral water depends on three factors: 1st, the metallization, which is due to regional tectonic conditions and often uniform over wide areas, 2nd, the mineralization depending on the geological character of the strata through which the water flows; it may be different over short distances, and 3rd, the radioactivity which depends on the surface formations and often on the sinter deposits formed by the water itself. It can vary considerably for the same water. An analysis of the water from Vrućica is given on p. 37.

INSTITUTE OF BALNEOLOGY AND CLIMATOLOGY
THE YUGOSLAV ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS
ZAGREB, CROATIA, YUGOSLAVIA

Received, July 22, 1957

*Present address: Chemical Institute, Faculty of Science, The University, Zagreb.