

STRUČNI RAD / PROFESSIONAL PAPER

# Održivost uporabe ninskog peloida za primjenu u peloterapiji

## *The sustainability of Nin peloid use in pelotherapy*

Denis Vadlja<sup>1\*</sup>, Tonči Rezić<sup>2</sup>, Antonio Starčević<sup>2</sup><sup>1</sup>Institut Ruđer Bošković, Bijenička 54, 10000 Zagreb, Hrvatska<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

\*Corresponding author: denis.vadlja@gmail.com

### Sažetak

*Evolucijski gledano, znanstveni dokazi upućuju da je život nastao u pretečama vodenih ekosustava kao nakupinama toplog blata bogatog hranjivim tvarima i mineralima. Ove vrste blata, također zvane peloidi, nastaju nakupljanjem organskih tvari i njihovim miješanjem sa anorganskim tvarima iz gline. Miješanje pospješuju slatka i morska voda bogate mineralima. Nalazišta peloida su često plitke i zatvorene lagune, stalno izložene visokom UV zračenju, koncentraciji soli i temperaturi, zapravo ekstremna okruženja za život brojnih mikroorganizama. Mikroorganizmi koriste minerale iz okoliša, razlažu organske tvari, dakle ostatke biljaka i drugih makro i mikroorganizama i prilikom prilagodbe na okolišne uvjete sintetiziraju široku paletu primarnih i sekundarnih metabolita s ciljem obrane i prilagodbe na ekstremne uvjete okoliša. Na ovaj način sintetizirani metaboliti imaju brojno i raznoliko djelovanje, a svoju potencijalnu primjenu pronalaze u biotehnološkoj, kozmetičkoj i farmaceutskoj industriji. Unatoč dva tisućljeća stare i dokazane uporabe u ljekovite i medicinske svrhe, ali i jake turističke i medijske promocije, u modernom je razdoblju mali broj znanstvenika svoje znanje i sposobnost okušao u istraživanju ljekovitosti i dokazivanja dobrobiti ili pak štetnosti uporabe i terapije ninskim peloidom na ljudsko tijelo. Studija temeljena na znanstvenom istraživanju, zajedno sa sastavljanjem racionalnog i održivog plana uporabe ninskog peloida kao prirodnog resursa, bila bi temelj potencijalne komercijalizacije nalazišta i njegove primjene u medicinskoj, farmaceutskoj i biotehnološkoj industriji.*

*Ključne riječi: peloidi, peloterapija, fizikalno-kemijska svojstva, održivost*

### Abstract

*From an evolutionary point of view, scientific evidence suggests that life arose in the forerunners of aquatic ecosystems as accumulations of warm mud rich in nutrients and minerals. These types of mud, also called peloids, are formed by the accumulation of organic substances and their mixing with inorganic substances from clay. Mixing is accelerated by fresh and sea water rich in minerals. Peloid deposits are often shallow and closed lagoons, constantly exposed to high UV radiation, salt concentration and temperature, in fact extreme environments for the life of numerous microorganisms. Microorganisms use minerals from the environment, break down organic substances, i.e., the remains of plants and other macro- and micro-organisms, and when adapting to environmental conditions, they synthesize a wide range of primary and secondary metabolites with the goal of survival and adaptation to extreme environmental conditions. The metabolites synthesized in this way have numerous and diverse effects, but find their potential application in the biotechnological, cosmetic and pharmaceutical industries. Despite two millennia of proven use for healing and medical purposes and strong tourism and media promotion, a small number of scientists research the healing properties and benefits of the therapy of Nin mud on the human body. Scientific research of Nin mud, together with the creation of a rational and sustainable plan for the use of Nin mud as a natural resource, could be the basis for the potential commercialization of the site and its application in the medical, pharmaceutical and biotechnological industries.*

*Keywords: peloids, pelotherapy, physical-chemical properties, sustainability*

### Uvod

Ostaci hramova i instalacija termalnih kupki diljem grada Nina, ali i dokazi sačuvani u Muzeju ninskih starina, upućuju na stoljetnu tradiciju uporabe nalazišta ljekovitog ninskog peloida (Slika 1.). Više od dvije tisuće godina je prošlo od prve zabilježene uporabe ninskog ljekovitog peloida (ninski mulj) u antičkom vremenu do prvog znanstvenog istraživanja početkom 20. stoljeća koje su proveli znanstvenici Medicinskog fakulteta u Beču za vrijeme Austro-Ugarske Monarhije. Pozitivni rezultati tadašnjeg istraživanja potakli su gradsku i državnu vlast na ideju izgradnje lječilišta što se do danas nije ostvarilo.



Slika 1. Ruke namazane ninskim ljekovitim peloidom (peloid je u fazi sušenja).

Figure 1. Hands smeared with Nin peloid mud (the peloid is in the drying phase).

Prva ozbiljnija ispitivanja uporabe ninskog peloida za primjenu u talasoterapiji<sup>1</sup>, a samim time i u peloterapiji<sup>2</sup>, proveli su domaći znanstvenici pod vodstvom Stanka Miholića, 1953. godine (Miholić, 1953.). Prvi kontrolirani terapijski tretmani bolesnika započeli su 1965. godine. Sveukupan broj do sad provedenih in vitro i in vivo istraživanja na ninskom peloidu je izrazito malen. Stručne literature i digitalnih zapisa gotovo i nema, podaci su ograničeni i nalaze se samo kao pisani zapisi, najčešće iz 60-ih i 70-ih godina prošlog stoljeća. Iz novijeg razdoblja (posljednjih 10-ak godina) postoji mnoštvo novinskih članaka i web-lokacija gdje se navode pozitivne karakteristike ninskog peloida u svrhu turističke promocije te popularizacije peloida i njegove primjene u terapiji, ali bez znanstvenog dokaza. Rijedak povijesni zapis istraživanja ninskog peloida pod nazivom "Ispitivanja peloidnih nalazišta u Ninskoj laguni" ustupio je dipl. ing. Radovan Čepelak, koji je, u trenutku pisanja ovog stručnog rada, bio u radnom odnosu na Odjelu za balneoklimatologiju, Zavoda za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada, Škole narodnog zdravlja "Andrija Štampar". Gospodin Čepelak je zajedno sa svojom kolegicom mr. ph. Renatom Novak 1967. i 1968. godine izradio balneološko ispitivanje peloida u Ninskoj laguni sukladno zahtjevu i dopisu br. 010/67. kojeg je Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu pod predstojništvom doc. dr. Veljka Mandića zaprimio 23. listopada 1967. godine od Ambulante u Ninu, Medicinskog centra Zadar.

U navedenom je istraživanju dan terenski pregled Ninske lagune sa kemijskom analizom sastava ninskog peloida koji je ujedno i dopuna analizi mehaničkog sastava ninskog peloida u istraživanju Stanka Miholića iz 1953. godine (Miholić, 1953.). Nadalje, na temelju provedenih analiza, peloid je okarakteriziran uz ocjenu medicinske vrijednosti i moguće uporabe u peloterapiji.

Nalazište peloida je sondirano 3. i 4. studenog 1967. godine uz dnevnu maksimalnu temperaturu zraka od 17,7 do 19,0 °C i temperaturu mora

1 Talasoterapija (grč. θάλασσα: more + terapija) je medicinska primjena svih ljekovitih čimbenika mora i primorja koji su podijeljeni u tri skupine: termijsko-higrični sklop (morska voda i zrak, vjetrovi, sunčevo zračenje), aktinički sklop (bioaktivno zračenje IR, UV i Vis zrakama sunčevog spektra), aerični sklop (odsutnost štetnih tvari u zraku, uz prisutnost aerosola).

2 Peloterapija je sinonim za pojam 'terapija blatom' i uključuje vanjsku uporabu peloida (blata) u terapijske i kozmetičke svrhe (njega kože) (Veniale i sur., 2004.).

između 15,5 i 15,9 °C. Ustanovljeno je kako su razvedeni dijelovi obale pretežito obrasli močvarnim biljkama sitom, rižinom i blitvinom, dok su muljne naslage u morskome dnu prekrivene morskome travom (*Posidonia oceanica*) (Slika 2.).

Sondiranje je dokazalo kako su muljne naslage duboke od 1 na više metara, dok se mulj mogao podijeliti u tri glavne skupine (crni, sivi i smeđi mulj). Crni i sivi mulj (i njihova mješavina) su najpogodniji za medicinsku uporabu, dok je smeđi mulj, zbog mehaničkog sastava i prisutnosti ostataka školjaka, biljaka, pijeska i kamenja najmanje pogodan za primjenu u peloterapiji (čestice koje bi prilikom nanošenja peloida na kožu djelovale abrazivno). Naslage crnog i sivog peloida su u prosjeku deblje od 2 metra. Nadalje, znanstvenici su izvadili i balneološkoj analizi podvrgnuli tri uzoraka peloida: sivi peloid (uzorak 1), tamno-sivi peloid (uzorak 2) i crni peloid (uzorak 3). Na navedenim su uzorcima analizirana senzorska svojstva (Tablica 1.) i kemijski sastav peloida (Tablica 2.).



Slika 2. *Posidonia oceanica* uz nalazište ljekovitog ninskog peloida.

Figure 2. *Posidonia oceanica* next to the Nin peloid mud site.

Tablica 1. Rezultati senzorskog ispitivanja ninskog peloida iz 1967. godine (Čepelak i sur., 1968.).

Table 1. Sensory testing results of Nin peloid mud from 1967 (Čepelak et al., 1968).

Organoleptičko svojstvo	Uzorak 1 (uzorak peloida sive boje)	Uzorak 2 (uzorak peloida tamno-sive boje)	Uzorak 3 (uzorak peloida crne boje)	
Miris uzorka	Pri vađenju	Sumporovodik	Sumporovodik	Sumporovodik
	Pri stajanju	Nema	Nema	Nema
Boja uzorka	Siva	Tamno-siva	Gotovo crna	
Bestrukturan	Ne	Ne	Da	
Jednolik	Ne	Ne	Da	
Sitnozrnat	Da	Da	Da	
Pjeskovit (sitni pijesak)	Da	Da	Da	
Grudičast	Ne	Ne	Ne	
Plastičan	Da	Ne	Ne	
Kašast	Ne	Da	Da	
Maziv	Da	Da	Da	
Ljepljiv	Da	Da	Da	
Mastan	Ne	Malo	Da	
Ostaci kamenja	Malo	Da	Ne	
Zeleni organski ostaci	Da	Da	Ne	
Drveni ostaci	Ne	Ne	Ne	
Ostaci morskih organizama	Da	Da	Malo	



Tablica 2. Rezultati kemijske analize uzoraka ninskog peloida iz 1967. godine (Čepelak i sur., 1968.).

Table 2. Chemical analysis results of Nin peloid mud from 1967 (Čepelak et al., 1968).

Vrsta uzorka → Vrsta analize ↓	Uzorak 1 (uzorak peloida sive boje)				Uzorak 2 (uzorak peloida tamno-sive boje)				Uzorak 3 (uzorak peloida crne boje)			
	Prirodno vlažan peloid	Suhi peloid	Anorganski dio	Pepeo	Prirodno vlažan peloid	Suhi peloid	Anorganski dio	Pepeo	Prirodno vlažan peloid	Suhi peloid	Anorganski dio	Pepeo
Specifična težina uzorka	1,47	2,3	-	-	1,35	2,29	-	-	1,37	2,5	-	-
Volumen sedimentacije uzorka	4,3	1,8	-	-	4,04	1,89	-	-	3,37	1,44	-	-
Stupanj bubrenja	2,4	-	-	-	2,1	-	-	-	2,3	-	-	-
pH	7	-	-	-	7	-	-	-	7	-	-	-
100 g peloida sadrži u g	Ca <sup>2+</sup>	1,51	4,05	4,98	13,85	11,69	14,93	26,94	4,31	10,91	14,21	25,19
	Mg <sup>2+</sup>	0,25	0,67	0,82	2,28	0,71	0,91	1,64	0,38	0,96	1,25	2,21
	Fe <sup>3+</sup>	1,06	2,86	3,52	9,79	2,71	3,46	6,25	1,96	4,97	6,47	11,44
	Al <sup>3+</sup>	1,59	4,26	5,24	14,58	4,52	5,77	10,42	1,45	3,66	4,77	8,45
	Na <sup>+</sup>	0,69	1,86	2,29	6,39	6,08	7,77	14,01	1,97	4,98	6,49	11,5
	K <sup>+</sup>	0,1	0,28	0,34	0,95	0,28	0,36	0,65	0,19	0,48	0,62	1,1
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,94	5,22	6,57	17,85	6,16	7,87	14,2	1,9	4,8	6,26	11,09
	S <sup>2-</sup>	0,002	0,005	0,006	0,017	0,008	0,010	0,019	0,033	0,083	0,108	0,191
	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	1,28	3,17	4,15	11,54	6,36	8,12	14,66	0,49	1,25	1,83	2,88
	Pepeo	10,87	29,22	35,96	-	43,4	55,42	-	17,12	43,3	56,42	-
	Pijesak	19,35	52,04	64,04	-	34,9	44,58	-	13,23	33,45	43,58	-
	Anorganske tvari	30,22	81,26	-	-	30,37	78,3	-	30,35	76,75	-	-
	Organske tvari	4,87	13,09	-	-	2,93	7,58	-	3,77	9,54	-	-
	Isparijivo	2,1	5,65	-	-	5,48	14,12	-	5,42	13,71	-	-
Suhi udio	37,19	-	-	-	38,78	-	-	39,54	-	-	-	
Vlažni udio	62,81	-	-	-	61,22	-	-	60,46	-	-	-	
U vodi topivo	2,21	5,94	-	-	2,66	6,87	-	2,63	6,66	-	-	

Znanstvenici (Čepelak i sur., 1968.) su dodatno za uzorak crnog peloida (uzorak 3) proveli mehaničku analizu po Atterbergu i usporedili ga s rezultatima Stanka Miholića (Miholić, 1953.). Prilikom provedbe mehaničke analize po Atterbergu se čestice peloida klasificiraju u skupine na temelju njihovog promjera. Svaka od navedenih skupina predstavlja određenu teksturnu oznaku (glina, prah, pijesak, šljunak, itd.). U konačnom se izvješću prikazuje postotni udio (zastupljenost) pojedine teksturne oznake u odnosu na čitav uzorak (Tablica 3., Slika 3.).

Sukladno rezultatima mehaničke analize (Tablica 3.), znanstvenici (Čepelak i sur., 1968.) su zaključili kako je uzorak crnog peloida (uzorak 3) sitnozmat i u njemu prevladavaju čestice promjera manjeg od 0,02 mm (64,5 %), sa visokim udjelom koloida (47,1 %). Udio čestica promjera većeg od 0,2 mm je 20,1 %. Na temelju svih rezultata balneološke analize, odnosno kemijskog i mehaničkog sastava te organoleptičkih svojstava, znanstvenici su došli do zaključka da je ninski peloid dobro razgrađen, sitnozmat i maziv sa dobrim koeficijentom bubrenja i udjelom vlage uz povoljan kemijski sastav za potrebe peloterapije.

Na temelju tablice 3 je u sklopu ovog stručnog rada izrađen granulometrijski dijagram (Slika 3.) ovisnosti promjera veličine čestica (teksturnih skupina) i njihovog postotnog udjela u analiziranim uzorcima peloida. Što je veći udio sitnozmatih čestica (glina i prah), to je uzorak peloida prikladniji za potrebe peloterapije. U dijagramu se nalaze rezultati mehaničke analize za uzorak crnog peloida (Uzorak 3) (Čepelak i sur., 1968.) te rezultati mehaničkog sastava crnog i sivog peloida iz 1953. godine (Miholić, 1953.). Rezultati su dodatno uspoređeni sa donjom i gornjom granicom mehaničkih vrijednosti peloida za potrebe peloterapije.

Uzorci crnog peloida iz 1953. i 1968. godine (Miholić, 1953.; Čepelak i sur., 1968.) sličnog su mehaničkog sastava te se nalaze iznad gornje granice, odnosno preporučenog mehaničkog sastava peloida za potrebe peloterapije. Unatoč manjem udjelu sitnozmatih čestica, uzorak sivog peloida iz 1953. godine (Miholić, 1953.) je i dalje pogodan za peloterapiju kako se nalazi između gornje i donje granice.

Uzorak crnog peloida iz 1968. godine (uzorak 3) (Čepelak i sur., 1968.) je zbog udjela sumpora bio najbolji. Rezultati analiza su ukazali na mogućnost uspješne uporabe ninskog peloida u svrhu peloterapije. Zaključeno je da za peloterapiju najpogodnijeg crnog peloida ima u najmanjoj količini, te bi se on trebao miješati sa sivim peloidom. Kako sivi peloid ima nešto veći udio grubljih čestica (ostaci školjaka i sitni kamenčići), isti bi se prije primjene u peloterapiji trebao pripremiti u bazenima za taloženje i potom pomiješati sa crnim peloidom.

Iz uvoda je vidljivo da je mali broj istraživanja proveden vezano uz ljekovitost i dokazivanja dobrobiti ili pak štetnosti uporabe i terapije

*Tablica 3. Rezultati mehaničke analize peloida po Atterbergu. Teksturne skupine klasificirane su prema promjeru veličine čestica. Analize su provedene na uzorcima crnog peloida (Miholić, 1953.; Čepelak i sur., 1968.) i uzorku sivog peloida (Miholić, 1953.). Tablicu su izradili Čepelak i sur., 1968. godine.*

*Table 3. Mechanical analysis results of peloid according to Atterberg. Textural groups are classified according to the particle size diameter. Analyzes were performed on samples of black peloid (Miholić, 1953; Čepelak et al., 1968) and sample of gray peloid (Miholić, 1953). The table was created by Čepelak et al. in 1968.*

Promjer veličine čestica [mm]	Teksturna oznaka	Uzorci podvrgnuti mehaničkoj analizi tla		
		Postotni udio prema raspodjeli promjera čestica u peloidu [%]		
		Crni peloid (Uzorak 3) (Čepelak i sur., 1968.)	Crni peloid (Miholić, 1953.)	Sivi peloid (Miholić, 1953.)
< 0,002	Glina	47,1	38,8	10,0
0,002 – 0,006	Prah	12,1	6,8	10,0
0,006 – 0,02		5,3	10,2	12,3
0,02 – 0,06		7,7	9,2	28,2
0,06 – 0,2	Pijesak	7,7	8,9	37,4
0,2 <		20,1	26,1	2,1

ninskim blatom na ljudsko tijelo. Stoga bi cjelovita studija ninskog blata kao prirodnog resursa, zajedno sa sastavljanjem racionalnog i održivog plana uporabe za čiju je ponovnu uporabu potrebno regeneracijsko vrijeme od 30 godina, mogla biti temelj potencijalne komercijalizacije nalazišta i njegove primjene u medicinskoj, farmaceutskoj i biotehnoškoj industriji.

## Peloidi i peloterapija

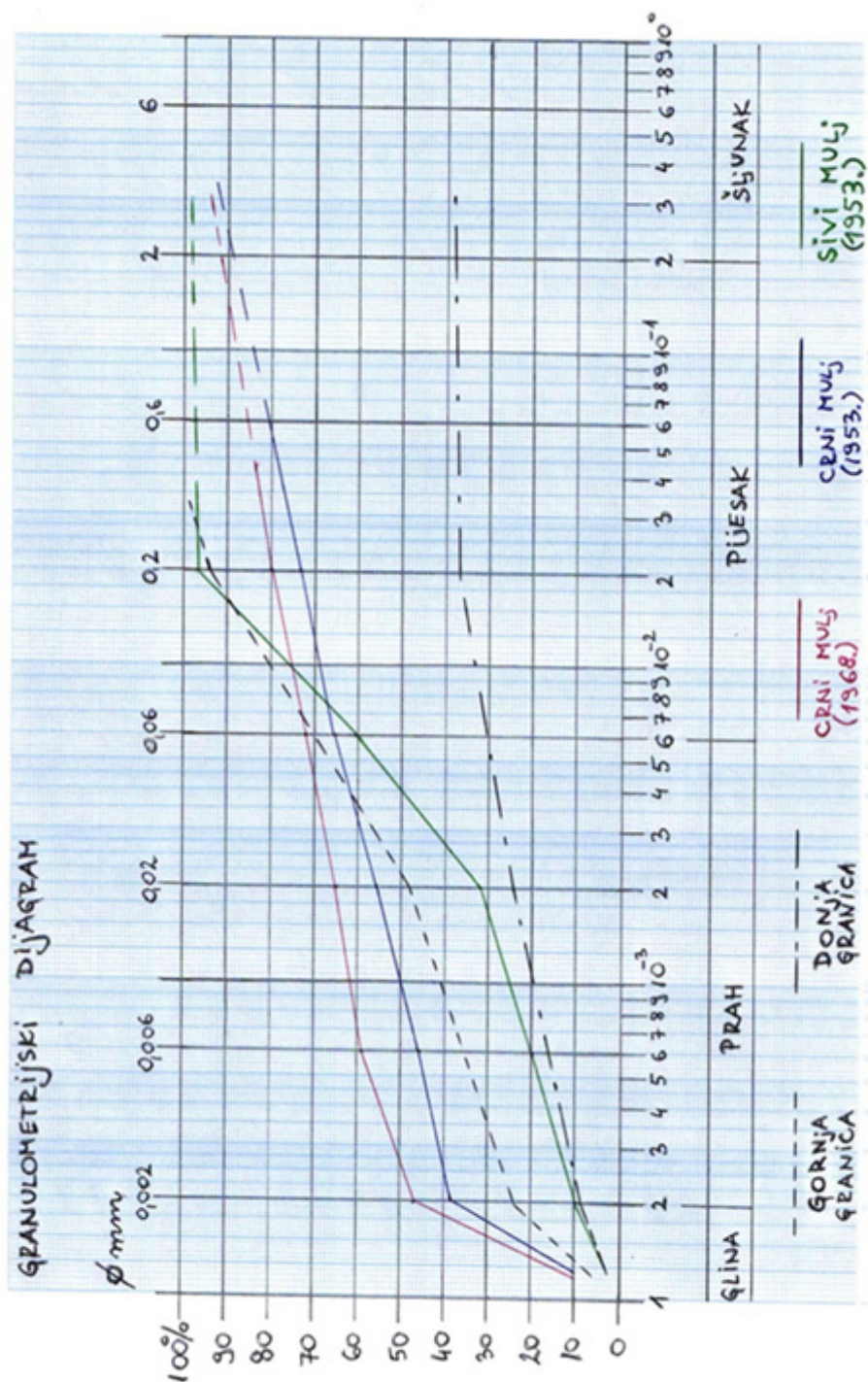
### Definicija i klasifikacija peloida

Definicija, klasifikacija, sastav i upotreba peloida predmet su istraživanja i proučavanja brojnih istraživača i znanstvenih skupina diljem svijeta. Činjenica da je od početka 20. stoljeća do danas došlo do velikog broja promjena u samoj definiciji (Tablica 4.) i klasifikaciji (Tablica 5.) peloida govori zapravo o napretku znanosti i metodologiji istraživanja, a samim time i usvajanju novih znanstveno-istraživačkih spoznaja vezanih uz ovu tematiku.

Najnovijom definicijom su peloidi definirani kao sazrijevi muljevi ili muljevite disperzije sastavljene od kompleksne mješavine finih zrnatih materijala geološkog i biološkog porijekla koje su pomiješane sa mineralnom ili morskom vodom (Gomes i sur., 2013.).

Klasifikacijom se peloidi dijele prema mjestu nastajanja i dozrijevanja. Osnovna podjela obuhvaća prirodne i umjetne peloidne. Prirodni peloidi sazrijevaju na mjestu gdje se i pojavljuju (Gomes i sur., 2013.). Njihovom sastavu pridonose godine, desetljeća, čak i nekoliko stoljeća blagih i oštrih vanjskih uvjeta okoliša i klime. Umjetnim peloidima smatramo muljeve koji nastaju i sazrijevaju u posebnim spremnicima s mineralnom ili morskom vodom pod kontroliranim uvjetima u znatno kraćem vremenskom roku.

Različite vrste organskih i anorganskih tvari (i njihova mješavina) dio su sastava peloida (Carretero i sur., 2013.). Ove tvari nastaju prilikom dozrijevanja peloida. Njihov se nastanak često potencira dodatkom kemijskih ili bioloških aditiva koji unapređuju fizikalno-kemijska svojstva peloida (Legido i sur., 2007., Gámiz i sur., 2009.) uz istovremeno pospješivanje mineralološkog sastava čvrste smjese (Carretero i sur., 2007.; Sánchez i sur., 2002.; Andrade i sur., 2011.). Skupine živih mikroorganizama, kao što su mikroalge, cijanobakterije,



Slika 3. Granulometrijski dijagram ovisnosti promjera veličine čestica i njihovog postotnog udjela u analiziranim uzorcima peloida (mulja). Dijagram je izrađen na temelju rezultata mehaničke analize po Atterbergu za uzorke crnog peloida (Miholić, 1953.; Čepelak i sur., 1968.) i uzorak sivog peloida (Miholić, 1953.). Minimalni zahtjevi mehaničkog sastava peloida za potrebe peloterapije označeni su krivuljama donje i gornje granice.

Figure 3. Granulometric diagram for dependence of particle size diameters and their respective percentage share in the analyzed peloid mud samples. The diagram was created based on the mechanical analysis results (according to Atterberg) for black peloid samples (Miholić, 1953; Čepelak et al., 1968) and gray peloid sample (Miholić, 1953). Minimum mechanical composition requirements of peloids for pelotherapy are indicated by the lower and upper limit curves.

Tablica 4. Evolucija definicije peloida kroz povijest.

Table 4. Evolution of the peloid definition throughout history.

Redni broj	Definicija peloida	Autori
1.	“Peloid je svaki prirodni proizvod jednolične mješavine fino usitnjene organske i anorganske tvari s vodom, pripremljen i primjenjiv u medicinskoj praksi kao obloga za vanjsko liječenje.”	Lewis, 1933.
2.	“Peloid je svaka tvar u fino podijeljenom stanju nastala u prirodi geološkim procesima. Peloid, pomiješan s vodom, nalazi primjenu u medicinskoj praksi u obliku kupki i peloidnih obloga.”	Benade, 1938.
3.	“Peloidi su prirodni lijekovi, rezultat i geoloških i bioloških procesa. Peloidi se miješaju s mineralnom vodom i koriste u kupkama ili oblogama.”	Massy i sur., 1949.
4.	“Peloidi su prirodni proizvodi koji se sastoje od mineralne vode (uključujući morsk vodu i vodu iz slanog jezera). Peloidi sadrže organsku i/ili anorgansku tvar iz geoloških i/ili bioloških procesa. Peloidi se koriste u terapijske svrhe u obliku peloidnih obloga ili kupki.”	Massy i sur., 1949.
5.	“Peloidi su hipertermalna terapijska sredstva dobivena iz primarne ili sekundarne mješavine čvrste komponente sastavljene od prirodnog geološkog ili fitološkog materijala s tekućim sadržajem u obliku ljekovite termalne ili slane vode te se u terapijske svrhe koriste u obliku peloidnih obloga ili kupki.”	Pisani, 1951.
6.	“Peloidi su fino granulirane anorganske ili organske tvari nastale geološkim procesima koji se u prirodi javljaju u suhom obliku ili pomiješani s vodom i nalaze primjenu u medicinskoj praksi u obliku kupke ili peloidnih obloga.”	Porlezza, 1965.
7.	“Peloidi su kontrolirani proizvodi, koji potječu od mineralne vode, odnosno više ili manje trajnog kontakta mineralne vode s materijalima dobivenim iz geoloških/bioloških procesa. Peloidi se koriste u terapijske svrhe u termalnim lječilištima.”	Rambaud, 1989.
8.	“Peloidi su heterogeni sustavi mješavine organskih i/ili anorganskih krutina suspendiranih u tekućoj vodenoj fazi. Anorganski i organski ioni ili molekule otapaju se u vodi.”	Armijo, 1991.
9.	“Peloidi su različite vrste sedimenta ili naslaga silikata (liskuna, glinenih minerala, feldspatova, itd.), karbonata, sulfata, sulfida i promjenjivih količina organskih tvari. Ti elementi tvore paste ili obloge ukoliko ih se pomiješa sa slanom, morskom ili drugom ljekovitom vodom.”	San Martín Bacaicoa, 1994.
10.	“Peloidi su hidrotermalne ili hidrotermalizirane paste nastale primarnim ili sekundarnim miješanjem (geo)materijala sa slanim termalnim i mineralnim vodama. Peloidi sadrže organski materijal koji nastaje biološko-metaboličkom aktivnošću mikroorganizama koji rastu tijekom takozvanog procesa sazrijevanja.”	Veniale i sur., 2007.
11.	“Peloidi su prirodni lijekovi. Polukruta konzistencija peloida rezultat je (an)organskih krutina u ljekovitoj mineralnoj vodi. Peloidi se pripremaju sukladno potrebama pacijenata i primjenjuju lokalno, što rezultira u biofizičkom ili biokemijskom djelovanju. Peloidi se koriste u terapiji za liječenje, prevenciju i korekciju bolesti.”	Viseras i sur., 2007.
12.	“Peloid je prirodna mješavina organskih i anorganskih materijala s morskom vodom, vodom iz slanog jezera ili mineralno-ljekovitom vodom. Peloidi prolaze proces sazrijevanja. Tako sazrijeli se u terapijske ili kozmetičke svrhe nanose na različite dijelove tijela ili na cijelo tijelo kao maske i obloge. Moguće je djelomično ili potpuno kupanje tijela u terapijske svrhe.”	Carretero i sur., 2010.
13.	“Peloidi su višekomponentni sustavi koji se sastoje od mineralne vode i minerala gline, organskih tvari i organo-mineralnih kompleksa s primjenom u postupcima liječenja.”	Tserenpil i sur., 2010.



Tablica 5. Evolucija klasifikacije peloida kroz povijest.

Table 5. Evolution of the peloid classification throughout history.

Redni broj	Klasifikacija peloida	Autori
1.	“Peloidi su razvrstani u nekoliko skupina, uključujući anorgansko i organsko blato, treset, miješane peloidne i umjetne peloidne.”	Scherbakov, 1937.
2.	“Klasifikacija peloida temeljena je na geološkom podrijetlu i sastavu. Dvije su glavne vrste peloida, organski i anorganski.”	Benade, 1938.
3.	“Klasifikacija peloida temelji se na podrijetlu i sastavu čvrstih i tekućih komponenata peloida.”	Maraver, 2006.
4.	“Peloidi se klasificiraju prema temperaturi tekuće faze (hipertermalni (> 38 °C), izotermalni (36 do 38 °C), hipotermalni (< 36 °C)) i prema mjestu gdje se odvija proces sazrijevanja peloida (prirodni (sazrijevanje u prirodi) i umjetni (na određenom mjestu van prirode)).”	Pisani, 1949.
5.	“Klasifikacija se sastoji od dvije vrste peloida. Čvrste komponente primarnih peloida mehanički se transportiraju kao dispergirane čestice i talože u mineralnoj vodi. Kod sekundarnih peloida su mineralna voda i čvrsti spojevi iz različitih izvora.”	Veniale, 1998.
6.	“Tri su glavne vrste peloida: eupeloidi (izvorni i neobrađeni), parapeloidi (zgnječeni, mljeveni, obrađeni), pelola apogones (peloidne tvari koje se proizvode dodavanjem tekućih nosača).”	Lüttig, 2004.
7.	“Dvije su glavne vrste peloida, odnosno blato i mineralna voda se miješaju sa ili bez procesa sazrijevanja (bilo prirodnim ili umjetnim načinom).”	Armijo i sur., 2005. Legido i sur., 2007.
8.	“Klasifikacija na temelju mineralnog i kemijskog sastava peloida: filo-peloidi (značajan sadržaj fosforilata), organo-peloidi (značajan sadržaj organske tvari), sulfo-peloidi (značajan sadržaj sumpora).”	Pozo i sur., 2009.
9.	“Klasifikacija peloida prema podrijetlu, primjeni i sastavu. Prema podrijetlu peloidne dijelimo na prirodne peloidne (lješovito blato što sazrijeva u prirodnom okruženju) i Sensu strictu peloidne (lješovito blato što sazrijeva u rezervoarima s mineralnom vodom). Prema primjeni peloidne dijelimo na medicinske peloidne (za proizvodnju lijekova) i kozmetičke peloidne (za dermatološku kozmetiku). Po sastavu, peloidi se dijele na anorganske, organske i miješane peloidne.”	Gomes i sur., 2013.

bakterije i protozoe, imaju izrazitu ulogu u procesu sazrijevanja i (an)organskim promjenama u kruto-tekućoj peloidnoj mješavini. Metabolički putevi prisutnih mikroorganizama ovise o dostupnim tvarima, pa se isti tako prilagođavaju anorganskom i organskom sadržaju peloida. Prilagodbom metaboličkih puteva mogu nastati metabolički proizvodi koji potencijalno poboljšavaju terapijsku upotrebu peloida (Galzinga i sur., 1995.; Tolomio i sur., 1999.; Vadjla i sur., 2022.).

No, ponekad se prilikom sazrijevanja peloida mogu razviti i brojne štetne tvari koje oslobođene prilikom terapijske primjene mogu rezultirati brojnim zdravstvenim rizicima. Nanošenjem na kožu, štetni ioni i druge molekule dopijevaju u krvotok koji ih širi po čitavom tijelu. Stoga su detaljna i opsežna istraživanja određivanja i primjene ljekovitih komponenata peloida neophodna za izbjegavanje i sprječavanje mogućih oštećenja i štetnog djelovanja po ljudski organizam (Cara i sur., 2000.; Kikouama i sur., 2009.)

Prikupljanje informacija o fizikalno-kemijskim svojstvima peloida u kombinaciji sa mikrobiološkim zajednicama unutar peloida, njihovim metaboličkim putevima i proizvodima dovodi do boljeg razumijevanja i definiranja potencijalne i sigurne uporabe peloida u terapijske svrhe te medicinske i kozmetičke primjene.

### Genetska podjela ljekovitih peloida

Prema načinu nastajanja i kemijskom sastavu postoji nekoliko vrsta ljekovitih peloida. Prvenstveno, peloidi se dijele na podvodne i zemljane rahle sedimente. Kod podvodnih rahlih sedimenata razlikujemo tri vrste: treset, bituminozne muljeve i (lješovite) muljeve. Osnovna skupina zemljanih rahlih sedimenata su lješovite zemlje. Navedene glavne vrste peloida dijelimo u podvrste sukladno udjelu vlage te anorganskom i organskom sastavu (Tablica 6.).

Zbog navedene podjele, razumijevanja i usporedbe rezultata istraživanja važno je napomenuti kako je u ovom znanstvenom radu obuhvaćeno Ninsko blato, odnosno lješoviti peloid koji ubrajamo u skupinu podvodnih rahlih sedimenata, vrstu muljeva i podvrstu limana.

Ninsko blato → Lješoviti peloid → Podvodni rahli sediment → Mulj (vrsta) → Liman (podvrsta)

Prema načinu nastanka i sukladno geografskim čimbenicima, dakle pritoku slatke vode iz rijeke Jaruge i oborinskih voda te njihovim miješanjem slanom morskom vodom plimom i osekom u plitkoj Ninskoj laguni, nalazište ninskog peloida je limanskog karaktera u morskoj fazi nastajanja.



Tablica 6. Klasifikacija peloida sukladno genetskoj podjeli, procesu nastajanja i kemijskom sastavu (Čepelak i sur., 1968.).

Table 6. Peloid classification according to genetic division, formation process and chemical composition (Čepelak et al., 1968).

Genetska podjela peloida sukladno načinu nastajanja i kemijskom sastavu			Kemijski sastav peloida		
Skupina	Vrsta	Podvrsta	Udio vlage	Udio u suhom peloidu [%]	
			[%]	Anorganski	Organski
Podvodni rahli sedimenti	Treset Nastaje u mirnim jezerima taloženjem organske materije podvrgnute humifikaciji u kiselom mediju	Visoki treset	86 – 92	1 – 5	95 – 99
		Niski treset	75 – 90	1 – 70	30 – 99
		Tresetna zemlja	70 – 77	50 – 70	30 – 50
	Bituminozni muljevi Nastaju u mirnim stajaćicama podvodnim taloženjem organske materije podvrgnute saprofikaciji (gnjiljenju) u lužnatom mediju	Sapropel	70 – 90	54 – 80	20 – 46
		Gitja			
		(Ljekoviti) muljevi Nastaju podvodnim taloženjem i zamuljivanjem pretežito anorganskih tvari u mirnim i plitkim uvalama uz eventualnu saprofikaciju	Limani	30 – 70	70 – 98
		Morski i jezerski muljevi	30 – 70	96 – 98	2 – 4
		Muljevi termalnih, mineralnih i hladnih izvora	10 – 50	96 – 98	2 – 4
	Zemljani rahli sedimenti	Ljekovite zemlje Nastaju razgradnjom na zraku u lužnatom mediju	Pješčani lapor, pršnac, bigar, glina, ilovača, lapor	Ispod 10	Iznad 98

### Nastanak ljekovitih morskih peloida

Ljekoviti morski peloidi nastaju u plitkim morskim uvalama ili ušćima toplijih krajeva u koja utječe slatka voda potoka, rijeke i sl. Materijal koju donosi slatka voda se zajedno sa materijom slane, morske vode najprije taloži, zamuljuje i potom dozrijeva čitav niz godina.

Nastajanje morskih peloidnih nalazišta može se podijeliti u tri glavne faze: riječna, morska i jezerska. Riječna faza uključuje pritek slatke vode u plitku lagunu ili ušće u more. Slatka voda potoka ili rijeke snažnim i brzim protokom ispire korito čitavom duljinom prilikom čega sa sobom uzima brojne minerale, kamenje, glinu, pijesak, mulj, ione poput karbonata i kalcija, ali i manji dio flore i faune te ih nanosi do plitke lagune ili ušća. Riječni nanosi zamuljuju plitku lagunu ili ušće zajedno sa, na dnu već prisutnim, uginulim morskim organizmima. U drugoj, morskoj fazi more preplavljuje navedenu lagunu ili ušće i sa sobom donosi pijesak, kloride, spojeve sumpora, mnoštvo živih i uginulih biljnih i životinjskih makro i mikroorganizama, ali i produkte metabolizma i raspada. Prisutni mikroorganizmi započinju sa razgradnjom organske tvari. Mjesečeve mijene, plima i oseka, zajedno sa valovima pomažu u miješanju morske i slatke vode. U trećoj, jezerskoj fazi laguna ili ušće uslijed vremenskih ili geoloških prilika presušuje, muljne naslage dosežu površinu vode, a vjetar nanosi pijesak na njihovu površinu čime se stvara kopnena barijera. Peloid se razdvaja od mora. U navedenom plitkom zaljevu ili ušću uslijed visoke temperature u toplijim mjesecima dolazi do isparavanja mora, a samim time i fluktuacija u koncentracijama soli, organskih i anorganskih tvari. UV zrake, plitak teren, dotok svježe vode iz obližnjih vodotokova i oborinskih voda, promjena razine organskih i anorganskih tvari, mikrobnе zajednice te produkti njihovog metabolizma zajednički djeluju i utječu na sastav i dozrijevanje peloida. U posljednjem koraku uslijed plitkog morskog zaljeva započinje rast specifične flore i faune čime se formira ravnoteža rasta i razgradnje organske komponente koja u konačnici postaje dio peloida.

Navedeni razvoj peloida odvija se stotinama pa čak i tisućama godina, a na dinamiku i brzinu razvoja, a na kraju i sastav peloida, ponajviše utječu klimatske prilike (temperatura, kišna i sušna razdoblja, pritek kišnice, UV zračenje), geološka građa terena (sastav tla, rastresitost obale, podloge, itd.), geografski položaj i fizikalna svojstva lagune (dimenzije, dubina, položaj, izloženost plimi i oseci) te flora i fauna prisutna u svim fazama razvoja. Moguće je da se ostvare sve tri faze, ali je ujedno i moguće da razvoj peloida zastane u nekoj od faza. Ono što je sigurno je da se sastav peloida kroz faze mijenja. Izrazita muljevitost peloida u početnim fazama sazrijevanjem u posljednjoj fazi tako preraste u gustu, masnu smjesu bitumenskih karakteristika.

### Balneološke karakteristike ljekovitih morskih peloida

Balneološke karakteristike ljekovitih peloida su u ovisnosti o udjelu vlage, nabubrenosti i rahlosti materije, mehaničkim svojstvima te sastavu i omjeru organskih i anorganskih tvari. Vlažnost peloida utječe na stupanj bubrenja, tj. vrijednost bubrenja peloida. Računski se određuje kao kvocijent volumena sedimentacije prirodno vlažnog peloida i volumena sedimentacije tog istog, potpuno osušenog peloida. Što je veći stupanj bubrenja, to je veći udio vlage u peloidu. Stupanj bubrenja je najveći u tresetu i opada prema ljekovitim muljevima. Svojstvo bubrenja se gotovo u potpunosti gubi sušenjem peloida. Limane poput ninskog peloida odlikuje izrazito visok udio vlage (čak i do 70 %) sa jakim svojstvom bubrenja.

Vrste ljekovitih peloida se razlikuju u organskom i anorganskom sastavu. Organsku tvar sačinjavaju bilo nepromijenjeni ili biološkim procesima razgrađeni ostaci različitih biljaka ili životinjskih organizama. Udio ukupne koncentracije organskih tvari ovisan je o vrsti peloida. Izrazito visok udio organskih tvari karakterističan je za treset (više od 95 %). Za ljekovite muljeve, odnosno limane poput ninskog blata je karakterističan udio organskih tvari između 2 i 30 %.

Suprotno od udjela organskih tvari, udio anorganskih tvari je najmanji u tresetu te je njegova koncentracija najveća u ljekovitim muljevima (od 70 do



98 %). Sastav anorganskih tvari ovisan je o tlu iz kojeg je ljekoviti peloid nastao i/ili iz okolnih sedimenata koje su rijeka i/ili oborine doplavlile ili ih je donio vjetar. Anorganske tvari se dijele na pijesak (spojevi silicija, u kiselini netopivi dio žarenog ostatka) i na pepeo (u kiselini topivi dio žarenog ostatka). Za ljekovite peloidne je poželjan što manji maseni udio pijeska i sličnih čestica poput kamenčića, ostataka školjki, itd. koje su abrazivne i neugodne kod nanošenja peloida na kožu prilikom peloterapije.

Ljekovite peloidne karakterizira visok udio pepela koji sadrži u vodi topive i netopive tvari. Dok obični muljevi u sebi sadrže do 1 % u vodi topivih tvari, ovaj je udio kod ljekovitih peloida znatno veći te često nadmašuje 20 %. Najčešće u vodi topive anorganske mineralne tvari karakteristične za ljekovite peloidne su hidrokarbonati i sulfati kalcija i magnezija, kloridi zemnoalkalijskih metala (pretežno natrij i kalij), željezo i aluminij u malim količinama te jod i brom u tragovima. Na u vodi netopive mineralne tvari opada najveći dio anorganskog sastava ljekovitih peloida među kojima prevladavaju silikati aluminija, spojevi kalcija, željeza, sumpora, kvarc i spojevi zemnoalkalijskih metala.

Spojevi sumpora i željeza karakteristični su za ljekovite peloidne te sudjeluju u biološkom procesu njihovog nastajanja što je najčešće saprofikacija, tj. aerobna reduktivna razgradnja u jače ili slabije lužnatom mediju uz pomoć sumpornih bakterija. Pirit i markazit su za peloid izrazito značajni netopivi minerali sumpora i željeza koji, oksidacijom uz dovoljan pristup kisika, oksidiraju do ferosulfata koji je topiv u vodi i elementarni sumpor topiv u nepolarnim organskim otapalima (Čepelak i sur., 1968.).

Za nastanak bituminoznih muljeva najznačajnija je razgradnja organske tvari, u odnosu na limane gdje se pretežno razgrađuju sulfati. Postupkom saprofikacije nastaje sumporovodik koji peloidu daje karakterističan miris. Nastali sumporovodik sa željezom iz slatkovodnih nanosa potencira sintezu željezovog hidrosulfida, tj. voluminoznog koloida koji na sebe lako veže vodu i pri tome bubri. Nastali spoj omata čestice limana i daje im karakterističnu antracit do crnu boju, rahlost, vlažnost i nabubrenost. Općenito, veći udio sumpornih spojeva pridonosi rahlosti peloida i količini vezane vode.

Za ljekovite peloidne se očekivana pH vrijednost kreće u neutralnom do blago lužnatom rasponu, najčešće 7 do 9, dok se radioaktivnost obično drži u granicama ispod 0,5 nC/kg.

Specifična toplina peloida je količina topline potrebna da se 1 gram peloida zagrije za 1 °C. Označava se u gram kalorijama (1 gram kalorija iznosi 4,1687 J). Specifična toplina je kod svih peloida manja od 1.

Toplinski kapacitet peloida, odnosno specifična toplina jednog kubičnog centimetra peloida, je umnožak specifične topline i gustoće peloida. Vrijednost koeficijenta toplinskog kapaciteta smjese peloida za peloidnu kupku je usporediva sa vodom. Gustoća ponajviše ovisi o mineralnom sastavu peloida.

Toplinska provodljivost peloida je količina topline izražena u gram kalorijama koja u jednoj sekundi prođe kroz 1 centimetar kubični peloida i snižava temperaturu 1 cm visine nanesenog sloja peloida za 1 °C. Toplinskom provodljivosti je definirana brzina hlađenja peloida nakon što se isti nanese na tijelo prilikom postupka peloterapije.

Koeficijent zadržavanja topline je omjer toplinskog kapaciteta i toplinske provodljivosti peloida. Sukladno navedenom, proporcionalan je sa toplinskim kapacitetom peloida, a obrnuto proporcionalan sa koeficijentom toplinske provodljivosti peloida. Što je manja provodljivost topline, to je veći koeficijent zadržavanja topline peloida, i obrnuto. Ljekoviti peloidi poput treseta i bituminoznih muljeva imaju niske vrijednosti toplinske provodljivosti, najbolje zadržavaju toplinu, omogućuju dulje trajanje peloterapije i predstavljaju najbolji odabir za terapiju peloidom.

Općenito gledano, kod ljekovitih peloida su udio i sastav organskih tvari, udio vlage, volumen sedimentacije, stupanj bubrenja, količina koloidnih čestica i čestica manjih od 0,02 mm, specifična toplina, toplinski kapacitet i koeficijent zadržavanja topline veći, dok je toplinska provodljivost manja u usporedbi s običnim muljevima.

## Peloterapija

Peloterapija je sinonim za pojam 'terapija blatom' i uključuje vanjsku uporabu peloida u terapijske i kozmetičke svrhe (njega kože) (Veniale i sur., 2004.). Od davnina postoje dokazi o korištenju peloida u terapiji. Vjerovalo se da snaga prirodnih tvari u peloidima može potaknuti i olakšati prirodno ozdravljenje organizma. Svako je zdravstveno stanje pacijenta jedinstveno, baš kao i nalazište peloida. Sukladno tome, individualan pristup prilikom odabira ljekovitog peloida i njegovog usuglašavanja sa zdravstvenim stanjem i potrebama pacijenta presudni su za uspješnost terapije. Raspon potencijalne primjene ljekovitog peloida definiran je njegovim fizikalno-kemijskim svojstvima, organskim i anorganskim sastavom te termalnim svojstva. Nadalje, zadovoljavanje potreba peloterapije moguće je i miješanjem različitih vrsta i boja blata specifičnih svojstava, sastava, pH vrijednosti, ali i dodavanjem hidrosola, bilja, tinktura i eteričnih ulja koje pospješuju terapijska svojstva blata i pomažu u ostvarivanju sinergističkog učinka iscjeljivanja (Routh i sur., 1996.; Tateo i Summa, 2007.; Gomes, 2018.).

Dostupnost peloterapeutskih tretmana je čak i u novijoj povijesti bila ograničena na odlazak do samog nalazišta peloida ili kao usluga u specijaliziranim topicama. Razvoj moderne kozmetičke i farmaceutske industrije rezultirao je pojavom lako dobavljivih pripravaka na bazi peloida i proširio dostupnost peloterapeutskih tretmana na kozmetičke salone, privatne poliklinike, ali i na osobnu kućnu primjenu. Prirodni peloidi koji sazrijevaju izravno u prirodi ili umjetni gelovi i paste koje prolaze sličan proces sazrijevanja u posebnim spremnicima pod određenim uvjetima se pakiraju kao koncentrat i/ili dodaju u kreme, pilinge i druge formulacije za vanjsku primjenu u medicinske i kozmetičke svrhe (Halevy i Suenik, 1998.; Carretero i sur., 2007.; Carretero, 2020.).

Blagodati ljekovitih peloida leže prvenstveno u njihovim termičkim karakteristikama koje su u izravnoj korelaciji sa rahlosti i udjelu vlage unutar peloida. U odnosu na običnu i termomineralnu vodu, izražene termičke karakteristike peloida pogoduju sporim otpuštanjem topline iz peloidne kupke ili peloidne obloge na tijelo. Samim time je prilikom terapije moguće primijeniti višu temperaturu koja pak pogoduje liječenju kroničnih bolesti lokomotornog sustava (reumatskih oboljenja, posttraumatskih i postoperativnih stanja bolesti kostiju, zglobova i mekih tkiva), neuroloških i ginekoloških bolesti, odnosno bolesti koje zahtijevaju jaču termalnu proceduru prilikom terapije. Primjena ljekovitih peloida osvježava površinu kože, čisti, detoksicira i pomlađuje. Liječenje kožnih mrlja i uklanjanje celulita jasno su istaknuti navodi na pakiranju brojnih kozmetičkih proizvoda na bazi peloida. Primjenom ljekovitih peloida otrovne se tvari razrjeđuju, apsorbiraju i eliminiraju iz tijela. Nadalje, peloterapija djeluje povoljno na poremećaje poput zatvora, visokog krvnog tlaka, i problema s zadržavanjem vode. Tretmani rezultiraju boljom kvalitetom života, kliničkim poboljšanjima i smanjenom potrebom za lijekovima (Veniale i sur., 2004.; Forestier i sur., 2010.; Espejo-Antúnez i sur., 2013.). Uz abiotičke faktore, poput temperature i kemijskog sastava bogatog spojevima sumpora, tretmanu peloterapije pridonose organski spojevi biotičkog porijekla čija je prisutnost dokazana unutar peloida (Vadjla i sur., 2022.).

Peloterapija definirana kao tretman blatom zapravo je dio balneoterapije<sup>3</sup>, a sukladno lokalitetu peloidnih nalazišta istovremeno i dio, u uvodu navedene, talasoterapije. Ljekoviti morski peloidi dio su turističke ponude i važna karika u promociji medicinskog turizma našeg teritorijalnog područja Jadranske obale. Fluktuacija lokalnog stanovništva, domaćih i stranih turista na priobalnim nalazištima peloida najčešća je za vrijeme toplih, ljetnih mjeseci. Sukladno tome, najveći je interes za peloterapiju

<sup>3</sup> Balneoterapija (lat. balneum: kupelj + terapija) (kupališno liječenje), liječenje i rehabilitacija mineralnim vodama i muljevima u prirodnim lječilištima (topicama). Balneoterapija se primjenjuje kod bolesti i stanja nakon ozljeda organa za pokretanje, bolesti srca i krvnih žila, dišnih i probavnih organa, ženskih i kožnih a i nekih metaboličkih i živčanih bolesti.

Tablica 7. Literaturni pregled uporabe peloida u terapijske svrhe.

Table 7. Literature review of peloid use for therapeutic purposes.

Redni broj	Vrsta bolesti	Tema istraživanja	Autori
1.	Dermatološke bolesti	Spa terapija peloidom za kožne bolesti.	Halevy i Sukenik, 1998.
2.	Dermatološke bolesti	Balneoterapija u dermatologiji.	Katz i sur., 2012.
3.	Dermatološke bolesti	Balneoterapija u dermatologiji.	Matz i sur., 2003.
4.	Dermatološke bolesti	Spa terapija peloidnim mineralnim vodama za kožne bolesti.	Monasterio i sur., 2016.
5.	Dermatološke bolesti	Termalno liječenje blatom za kožne bolesti.	Ubogui i sur., 2007.
6.	Dermatološke bolesti	Termalno liječenje blatom za kožne bolesti.	Ubogui i sur., 2007.
7.	Gonartroza	Učinkovitost i podnošljivost radioaktivne fangoterapije u gonartrozi.	Fioravanti i sur., 2000.
8.	Gonartroza	Učinkovitost tretmana blatnim oblogama kod bolesti povezanih s gonartrozom.	Mika i sur., 2006.
9.	Osteoartritis	Balneoterapija i spa terapija za osteoartritis koljena.	Antonelli i sur., 2018.
10.	Osteoartritis	Terapija blatom u liječenju osteoartritisa koljena.	Bostan i sur., 2010.
11.	Osteoartritis	Terapeutski učinak spa terapije blatom i kratkovalne terapije kod osteoartritisa koljena.	Cantarini i sur., 2007.
12.	Osteoartritis	Učinci balneoterapije na osteoartritis koljena.	Cutović i sur., 2006.
13.	Osteoartritis	Klinička učinkovitost terapije blatom u osteoartritisu koljena.	Espejo-Antúnez i sur., 2013.
14.	Osteoartritis	Učinkovitost balneoterapije i terapije blatom kod bolesnika s osteoartritisom koljena.	Evcik i sur., 2007.
15.	Osteoartritis	Kratkoročni i dugoročni učinci spa terapije blatom u osteoartritisu koljena.	Fioravanti i sur., 2010.
16.	Osteoartritis	Balneoterapija u osteoartritisu.	Fioravanti i sur., 2017.
17.	Osteoartritis	Usporedba prirodnih pripravaka i blata s osiromašenim udjelom minerala u liječenju osteoartritisa koljena.	Flusser i sur., 2002.
18.	Osteoartritis	Spa terapija blatom u liječenju osteoartritisa koljena.	Forestier i sur., 2010.
19.	Osteoartritis	Spa terapija blatom i osteoartritis koljena.	Forestier i sur., 2016.
20.	Osteoartritis	Spa terapija blatom u liječenju osteoartritisa šake.	Fortunati i sur., 2016.
21.	Osteoartritis	Učinkovitost liječenja blatnim oblogama i mineralnom vodom kod osteoartritisa koljena	Fraioli i sur., 2011.
22.	Osteoartritis	Upalni odgovori primjenom peloida kod starijih bolesnika s osteoartritisom.	Gálvez i sur., 2018.
23.	Osteoartritis	Upalni odgovori primjenom peloida kod starijih bolesnika s osteoartritisom.	Gálvez i sur., 2020.
24.	Osteoartritis	Imunološki učinak sadržaja organskih peloida u liječenju osteoartritisa.	Hanzel i sur. 2019.
25.	Osteoartritis	Kratkoročni i dugoročni terapijski učinci termomineralnih peloidnih voda kod osteoartritisa koljena.	Harzy i sur., 2009.
26.	Osteoartritis	Terapija blatom za liječenje osteoartritisa koljena.	Kardes i sur., 2017.
27.	Osteoartritis	Učinak terapije blatom na ublažavanje boli kod bolesnika s osteoartritisom koljena.	Liu i sur. 2013.
28.	Osteoartritis	Učinak tretmana blatom kod osteoartritisa koljena.	Odabasi i sur., 2009.
29.	Osteoartritis	Protuupalni učinak peloida na osteoartritis.	Ortega i sur., 2017.
30.	Osteoartritis	Spa terapija blatom i balneoterapija za liječenje bolova u leđima.	Pittler i sur., 2006.



Tablica 7. Literaturni pregled uporabe peloida u terapijske svrhe. - Nastavak

Table 7. Literature review of peloid use for therapeutic purposes. - Continued

Redni broj	Vrsta bolesti	Tema istraživanja	Autori
31.	Osteoartritis	Liječenje artroze koljena u toplicama terapijom blata.	Salca i sur., 2015.
32.	Osteoartritis	Različite duljine toplinske terapije blatom za pacijente s osteoartritisom.	Vaht i sur., 2008.
33.	Osteoartritis	Terapija blatom u liječenju osteoartrisa koljena.	Xiang i sur., 2016.
34.	Reumatske bolesti	Balneoterapija kroničnih upalnih reumatskih bolesti.	Cozzi i sur., 2018.
35.	Reumatske bolesti	Protuupalno djelovanje peloida u terapijama za liječenje reumatskih bolesti	Fioravanti i sur., 2011.
36.	Reumatske bolesti	Protuupalno djelovanje peloida za liječenje reumatskih bolesti.	Giacomio i De Michele, 2007.
37.	Reumatske bolesti	Spa terapija blatom u liječenju reumatskih bolesti.	Katz i sur., 2012.
38.	Reumatske bolesti	Uloga mineralnih elemenata i drugih kemijskih spojeva iz blata koji se koriste u balneologiji.	Morer i sur., 2017.
39.	Reumatske bolesti	Spa terapija blatom u liječenju reumatskih bolesti.	Tenti i sur., 2007.
40.	Termoterapija	Upotreba peloida u termoterapiji.	Armijo, 1991.
41.	Termoterapija	Upotreba peloida u termoterapiji.	Carretero, 2020.
42.	Termoterapija	Upotreba peloida u termoterapiji.	Gomes 2018.
43.	Termoterapija	Učinkovitost balneoterapije i spa terapije blatom u liječenju kroničnih bolova u leđima.	Karagülle i Karagülle, 2015.
44.	Termoterapija	Peloidna termoterapija za mišićna, vaskularna i viskoelastična svojstva tkiva.	Maraver i sur., 2015.
45.	Termoterapija	Peloidna termoterapija za mišićna, vaskularna i viskoelastična svojstva tkiva.	Pastor Vega, 1998.
46.	Razne bolesti	Imunološki učinak organskog sastava peloida.	Calderan i sur., 2020.
47.	Razne bolesti	Imunološko djelovanje kemijskog sastava peloida.	Calin i sur., 2020.
48.	Razne bolesti	Imunološko djelovanje kemijskog sastava peloida.	Carretero i sur., 2010.
49.	Razne bolesti	Bakteriostatski i bakteriocidni učinak peloida.	Gomes i sur., 2020.
50.	Razne bolesti	Imunološki učinak organskog sastava peloida.	Martínez-Villegas i sur., 2020.
51.	Razne bolesti	Imunološko djelovanje kemijskog sastava peloida.	Morer i sur., 2017.
52.	Razne bolesti	Imunološki učinak organskog sastava peloida.	Nissenbaum i sur., 2002
53.	Razne bolesti	Imunološki učinak organskog sastava peloida.	Szabó i Varga, 2020.
54.	Razne bolesti	Imunološki učinak organskog sastava peloida.	Zampieri i sur., 2020.

upravo u tom razdoblju. Prirodni faktori poput primorske klime, sunca i mora pogoduju ne samo bolesnicima, već i osobama kojima je potreban aktivan odmor uz određenu dozu medicinskog tretmana. U tablici 7. je prikazan pregled literature o upotrebi peloida u terapijske svrhe.

### Priprema i primjena peloida u peloterapiji

Pravilna primjena ljekovitih peloida pozitivno utječe na postupak i rezultat peloterapije, neovisno da li se radi o klinici na otvorenom ili specijaliziranoj zdravstvenoj instituciji u zatvorenom. Kako bi peloterapija bila uspješna, najprije je potrebno izraditi detaljnu analitičko-mikrobiološku studiju i provjeru zdravstvene ispravnosti i prikladnosti nalazišta ljekovitog peloida i njegove uporabe u medicinske svrhe. Pozitivan rezultat i mišljenje oko medicinske primjene ljekovitog peloida otvaraju put njegovoj pripremi koja se odvija u dvije faze: usitnjavanje i grijanje.

Kod specijaliziranih zdravstvenih ustanova se u prvoj fazi materijal usitnjava mljevenjem ili drobljenjem. Ukoliko ustanova ne posjeduje

odgovarajuće uređaje, ljekoviti je peloid moguće istaložiti. Peloid se u posebnim bazenima miješa sa svježom morskom vodom i u potpunosti razmuljuje prilikom čega veće i teže čestice poput pijeska, kamenčića i ostataka školjki padaju na dno. Iste bi negativno djelovale na postupak peloterapije. Smjesa sitnih čestica ljekovitog peloida i morske vode se prepumpava u novi bazen gdje se ostavlja do desetak dana ili dok se u potpunosti ne istaloži. Bistro se more ili mineralna voda iznad njega dekantira. Usitnjen ili istaložen peloid spreman je za drugu fazu pripreme koja prethodi samoj peloterapiji, odnosno zagrijavanje. Za razliku od specijaliziranih zatvorenih ustanova, u klinici na otvorenom se peloid najčešće uzima iz samog nalazišta, bez prethodne pripreme u vidu usitnjavanja ili taloženja većih čestica.

Ukoliko se radi o specijaliziranim bolnicama i rehabilitacijskim centrima, usitnjeni ili istaloženi ljekoviti peloid se zagrijava u specijalnim kotlovima sa dvostrukom stijenkom u koju se uvodi vodena para ili vrela voda koja nježno podiže temperaturu peloida. Ugrađeno miješalo je potrebno zbog jednoličnog zagrijavanja ljekovite peloidne smjese. Ukoliko peloid ne sadrži dovoljno vlage ili postoji mogućnost njegovog presušenja prilikom

zagrijavanja, isti se razrjeđuje dodavanjem morske vode do ciljanog udjela vlage. Aparatura za pripremu peloida je dimenzionirana sukladno jednodnevnim potrebama klinike, lječilišta ili rehabilitacijskog centra. Transport ugrijanog peloida za primjenu u kupkama je kompliciraniji zbog volumena, dok su za transport pripremljenog ljekovitog peloida za oblaganje dostatne termos boce ili posude sa dvostrukim stjenkama koje zadržavaju toplinu. Ukoliko pak se radi o otvorenom lječilištu, peloid se zagrijava djelovanjem sunčeve topline i zraka što je ujedno i razlog provođenja klinika na otvorenom u toplijim mjesecima u godini.

Gustoća pripremljenog peloida razlikuje se ovisno o njegovoj konačnoj primjeni u kupkama ili oblogama. Za kupke je potreban manji maseni udio suhe tvari, a samim time i manja gustoća pripremljenog peloida koja se kreće od 1,30 do 1,70 kg na litru volumena uz veći udio i raspon vlage od 38 do 67 %. Temperatura peloidne kupke obično iznosi 47 do 52 °C. Za djelomično ili kompletno oblaganje tijela koriste se ljekoviti peloid u rasponu gustoće od 1,40 do 1,75 kg na litru volumena uz debljinu obloga od 4 do 5 cm i temperature u rasponu od 45 do 50 °C. Peloterapija se najčešće provodi kroz 14 dana uz aplikaciju peloida u trajanju od 20 do 30 minuta jednom ili dva puta dnevno.

Priobalno područje i topli vremenski uvjeti omogućuju primjenu peloterapije na otvorenom prostoru. Ovakav je pristup ekonomičan, ne zahtjeva posebne rehabilitacijske objekte ili skupe uređaje i opremu za pripremu peloida. Mana ovakvog pristupa je nemogućnost provedbe peloterapije u slučaju lošeg vremena i u hladnijim mjesecima. Pacijenti nanose peloid na čitavo tijelo ili na bolna mjesta, sunčaju se, peloid se osuši nakon čega se ispire plivanjem u toplom moru. Klinike na otvorenom su slične onima u zatvorenom. Prednost klinika u zatvorenom je mogućnost rada tokom čitave godine, a mane očigledne, a to su skupi tekući troškovi rada i održavanja. U oba slučaja, peloidi se ne nanose na glavu, već se glava štiti suncobranom i hladnim oblogama. Kod srčanih bolesnika se peloid često ne nanosi na prsni koš. Po završenoj terapiji, peloid je moguće reciklirati i regenerirati na način da se isti vrati na mjesto nalazišta. Regeneracija peloida je postupak koji traje i do 30-ak godina nakon čega je isti ponovno spreman za upotrebu, naravno, tek nakon provedbe nove analitičko-mikrobiološke provjere u vidu zdravstvene ispravnosti. Nadalje, potrebno je voditi detaljnu evidenciju, pristupiti odgovorno i racionalno prilikom usuglašavanja dinamike iskopa ljekovitog peloida sa kapacitetima nalazišta i regeneracijskim vremenom.

Klinike primjene ljekovitog blata na otvorenom i zatvorenom provode se uz stalni nadzor zdravstvenih radnika koji zaprimaju i otpuštaju pacijente, određuju terapiju i trajanje liječenja, debljinu obloga, koncentraciju, temperaturu te broj obloga i kupki. Suvremeni rehabilitacijski centri nude kompleksnu uslugu gdje je primjena ljekovitog peloida samo dio terapije koja često uključuje kupanje u termalnim i mineralnim vodama, hidrogimnastiku, medicinsku gimnastiku, masaže, fizioterapiju, posebnu prehranu i uporabu lijekova.

### ***Proračun održivosti uporabe ninskog peloida u peloterapiji***

Sondiranjem i mjerenjem površine, znanstvenici (Čepelak i sur., 1968.) su došli do zaključka kako se na lokalitetu Ninska laguna nalazi oko 30.000 m<sup>2</sup> crnog i sivog peloida pogodnog za peloterapiju, prosječne debljine sloja peloida od 1,5 m. Pristupačna područja Ninske lagune tako obiluju sa minimalno 45.000 m<sup>3</sup> mulja. Na temelju procjene ukupnog volumena crnog i sivog mulja, racionalnim i održivim pristupom je moguće provoditi do 50 cjelovitih obloga (čitavo tijelo) debljine 5 cm, i to svaki dan u godini u periodu od 30 godina koliko je potrebno za potpunu regeneraciju peloida.

### ***Proračun održive i racionalne uporabe peloida uz vrijeme potrebno za njegovu regeneraciju:***

- 17.500 cm<sup>2</sup> (prosječna površina ljudskog tijela) x 5 cm (debljina peloidne obloge) = 87.500 cm<sup>3</sup> (volumen peloida po oblogu)
- 87.500 cm<sup>3</sup> (volumen peloida po oblogu) x 50 (broj obloga dnevno) = 4,5 m<sup>3</sup> (volumen peloida za 50 cjelovitih dnevnih obloga)
- 4,5 m<sup>3</sup> (volumen peloida za 50 cjelovitih dnevnih obloga) x 365 (broj dana u godini) = 1.600 m<sup>3</sup> (godišnji volumen peloida)
- 1.600 m<sup>3</sup> (godišnji volumen peloida) x 30 (broj godina potrebnih za regeneraciju peloida) = 48.000 m<sup>3</sup> (volumen peloida za svakodnevno oblaganje do 50 cjelovitih obloga u razdoblju od 30 godina koje je potrebno za regeneraciju peloida prije ponovne uporabe)

### **Zaključci**

Ninsko je blato obećavajući prirodni resurs sa dugogodišnjom povijesnom terapijskom primjenom i potencijalom komercijalizacije u medicinskoj, farmaceutskoj i biotehnoškoj industriji. Rezultati proračuna ukazuju kako je pokretanje održive i racionalne uporabe peloida u zdravstvene svrhe, poštivajući vremensko razdoblje potrebno za regeneraciju peloida, moguće.



## Literatura

- Andrade F. A., Al-Qureshi H. A., Hotza D. (2011) Measuring the plasticity of clays: A review. *Applied Clay Science*, 51 (1-2) 1-7.
- Antonelli M., Donelli D., Fioravanti A. (2018) Effects of balneotherapy and spa therapy on quality of life of patients with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Rheumatology International*, 38 1807-1824.
- Armijo F. (1991) Propiedades térmicas de los peloides. *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, 6 151-158.
- Armijo F., Corvillo I., López L., Maraver F. (2005) Situación de la Peloidoterapia en Europa. *Boletín de la Sociedad Española de Hidrología Médica*, 2 48-50.
- Benade W. (1938) Die Nomenklatur der Heilsedimente und Heilerden. *Balneologe*, 4 49.
- Bostan B., Sen U., Günes T. (2010) Comparison of intra-articular hyaluronic acid injections and mud-pack therapy in the treatment of knee osteoarthritis. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 44 42-47.
- Calderan A., Carraro A., Honisch C., Lalli A., Ruzza P., Tateo F. (2020) Euganean therapeutic mud (NE Italy): Chlorophyll a variations over two years and relationships with mineralogy and geochemistry. *Applied Clay Science*, 185 105361.
- Calin M. R., Radulescu I., Ion A. C., Capra L., Almasan E. R. (2020) Investigations on chemical composition and natural radioactivity levels from salt water and peloid used in pelotherapy from the Techirghiol Lake, Romania. *Environmental Geochemistry and Health*, 42 513-529.
- Cantarini L., Leo G., Giannitti C. (2007) Therapeutic effect of spa therapy and short-wave therapy in knee osteoarthritis: A randomized, single blind, controlled trial. *Rheumatology International*, 27 523-529.
- Cara S., Carcangiu G., Padalino G., Palomba M., Tamanini M. (2000) The bentonites in pelotherapy: Chemical, mineralogical and technological properties of materials from Sardinia deposits (Italy). *Applied Clay Science*, 16 117-124.
- Carretero M. I. (2020) Clays in pelotherapy. A review. Part II: Organic compounds, microbiology and medical applications. *Applied Clay Science*, 189 105531.
- Carretero M. I., Gomes, C. S. F., Tateo F. (2013) Clays, Drugs, and Human Health. *Developments in Clay Science*, 5 711-764.
- Carretero M. I., Pozo M., Martin-Rubi J. A., Pozo E., Maraver F. (2010) Mobility of elements in interaction between artificial sweat and peloids used in Spanish spas. *Applied Clay Science*, 48 506-515.
- Carretero M. I., Pozo M., Sánchez C., García F. J., Medina J. A., Bernabé J. M. (2007) Comparison of saponite and montmorillonite behaviour during static and stirring maturation with seawater for pelotherapy. *Applied Clay Science*, 36 161-173.
- Čepelak R., Novak R., Mandić V. (1968) Ispitivanja peloidnih nalazišta u Ninskoj laguni. *Zavod za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu*.
- Cozzi F., Ciprian L., Carrara M., Galozzi P., Zanatta E., Scanu A., Sfriso P., Punzi L. (2018) Balneotherapy in chronic inflammatory rheumatic diseases. A narrative review. *International Journal of Biometeorology*, 62 2065-2071.
- Cutović M., Jović S., Konstantinović L. (2006) The effects of balneotherapy on knee osteoarthritis. *Medicinski Pregled*, 59 47-50.
- Espejo-Antúnez L., Cardero-Durán M. A., Garrido-Ardila E. M., Torres-Piles S., Caro-Puértolas B. (2013) Clinical effectiveness of mud pack therapy in knee osteoarthritis. *Rheumatology*, 52 659-668.
- Evcik D., Kavuncu V., Yeter A., Yigit I. (2007) The efficacy of balneotherapy and mud-pack therapy in patients with knee osteoarthritis. *Joint Bone Spine*, 74 60-65.
- Fioravanti A., Bisogno S., Nerucci F. (2000) Evaluation of the efficacy and tolerance of radioactive fango therapy in gonarthrosis. Comparative study versus short wave therapy. *Minerva Medicolegale*, 91 291-298.
- Fioravanti A., Cantarini L., Guidelli G. M., Galeazzi M. (2011) Mechanisms of action of spa therapies in rheumatic diseases: What scientific evidence is there?. *Rheumatology International*, 31 1-8.
- Fioravanti A., Iacoponi F., Bellisai B., Cantarini L., Galeazzi M. (2010) Short- and long-term effects of spa therapy in knee osteoarthritis. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89 125-132.
- Fioravanti A., Karagülle M., Bender T., Karagülle M. Z. (2017) Balneotherapy in osteoarthritis: Facts, fiction and gaps in knowledge. *European Journal of Integrative Medicine*, 9 148-150.
- Flusser D., Abu-Shakra M., Friger M., Codish S., Sukenik S. (2002) Therapy with mud compresses for knee osteoarthritis: Comparison of natural mud preparations with mineral-depleted mud. *Journal of Clinical Rheumatology*, 8 197-203.
- Forestier R., Desfour H., Tessier J. M., Françon A., Foote A. M., Genty C. (2010) Spa therapy in the treatment of knee osteoarthritis: A large randomised multicentre trial. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 69 660-665.
- Forestier R., Forestier F. B. E., Francon A. (2016) Spa therapy and knee osteoarthritis: a systematic review. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59 216-226.
- Fortunati N. A., Fioravanti A., Seri G., Cinelli S., Tenti S. (2016) May spa therapy be a valid opportunity to treat hand osteoarthritis? A review of clinical trials and mechanisms of action. *International Journal of Biometeorology*, 60 1-8.
- Fraioli A., Serio A., Mennuni G. (2011) A study on the efficacy of treatment with mud packs and baths with Sillene mineral water (Chianciano Spa Italy) in patients suffering from knee osteoarthritis. *Rheumatology International*, 31 1333-1340.
- Gálvez I., Torres-Piles S., Ortega E. (2018) Innate/inflammatory bioregulation and clinical effectiveness of whole-body hyperthermia (balneotherapy) in elderly patients with osteoarthritis. *International Journal of Hyperthermia*, 35 340-347.
- Gálvez I., Torres-Piles S., Ortega E. (2020) Effect of mud-bath therapy on the innate/inflammatory responses in elderly patients with osteoarthritis: A discussion of recent results and a pilot study on the role of the innate function of monocytes. *International Journal of Biometeorology*, 64 927-935.
- Galzigna L., Lalli A., Moretto C., Bettero A. (1995) Maturation of thermal mud under controlled conditions and identification of an antiinflammatory fraction. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 5 (6) 196-199.
- Gámiz E., Martín-García J. M., Fernández-González M. V., Delgado G., Delgado R. (2009) Influence of water type and maturation time on the properties of kaolinite-saponite peloids. *Applied Clay Science*, 46 117-123.
- Giacomino M. I., De Michele D. (2007) Es el fango un antiinflamatorio?. *Annals of Internal Medicine*, 24 352-353.
- Gomes C. S. F. (2018) Healing and edible clays: A review of basic concepts, benefits and risks. *Environmental Geochemistry and Health*, 40 1739-1765.
- Gomes C. S. F., Gomes J. H., Da Silva E. F. (2020) Bacteriostatic and bactericidal clays: An overview. *Environmental Geochemistry and Health*, 42 3507-3527.



- Gomes C., Carretero M. I., Pozo M., Maraver F., Cantista P., Armijo F., Legido J. L., Teixeira F., Rautureau M., Delgado R. (2013) Peloids and pelotherapy: Historical evolution, classification and glossary. *Applied Clay Science*, 75-76 28-38.
- Halevy S., Sukenik S. (1998) Different modalities of spa therapy for skin diseases at the Dead Sea area. *Archives of Dermatology*, 134 1416-1420.
- Hanzel A., Berényi K., Horváth K., Szendi K., Németh B., Varga C. (2019) Evidence for the therapeutic effect of the organic content in Szigetvár thermal water on osteoarthritis: A double-blind, randomized, controlled clinical trial. *International Journal of Biometeorology*, 63 449-458.
- Harzy T., Ghani N., Akasbi N., Bono W., Nejjari C. (2009) Short- and long-term therapeutic effects of thermal mineral waters in knee osteoarthritis: A systematic review of randomized controlled trials. *Clinical Rheumatology*, 28 501-507.
- Karagülle M., Karagülle M. Z. (2015) Effectiveness of balneotherapy and spa therapy for the treatment of chronic low back pain: A review on latest evidence. *Clinical Rheumatology*, 34 207-214.
- Kardes S., Karagülle M., Karagülle M. Z. (2017) Comment on: Clinical efficacy of mudpack therapy in treating knee osteoarthritis: A meta-analysis of randomized controlled studies. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96 9-10.
- Katz U., Shoenfeld Y., Zakin V., Sherer Y., Sukenik S. (2012) Scientific evidence of the therapeutic effects of Dead Sea treatments: A systematic review. *Seminars in Arthritis and Rheumatism*, 42 186-200.
- Kikouama J. R. O., Konan K. L., Katty A., Bonnet J. P., Baldé L., Yagoubi N. (2009) Physicochemical characterization of edible clays and release of trace elements. *Applied Clay Science*, 43 135-141.
- Legido J. L., Medina C., Mourelle M. L., Carretero M. I., Pozo M. (2007) Comparative study of the cooling rates of bentonite, sepiolite and common clays for their use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 148-160.
- Lewis J. (1933) Semi-solid bath media or "peloids". *Archives of Medical Hydrology*, 8 181.
- Liu H., Zeng C., Gao S. G., Yang T., Luo W., Li Y. S., Xiong Y. L., Sun J. P., Lei G. H. (2013) The effect of mud therapy on pain relief in patients with knee osteoarthritis: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of International Medical Research*, 41 1418-1425.
- Lüttig G. (2004) Peloid therapy in Germany - a state of the art. U: Proceedings of the 3rd Symposium on Thermal Muds in Europe, 25-27 Novembre. Dax, Francuska, str. 16-22.
- Maraver F. (2006) Antecedentes históricos de la Peloterapia. *Anales de Hidrología Médica*, 1, 17-42.
- Maraver F., Fernández-Torán M. A., Corvillo I., Morer C., Vázquez I., Aguilera L., Armijo F. (2015) Pelotherapy, a review. *Medicina Naturista*, 9 38-46.
- Martínez-Villegas N., Muñoz M. S., González-Hernández P., Rodríguez C. M., Cossio J. B., Díaz R. H., Castillo J. R. F., Rudnikas A. G., López C. D., Pérez-Gramatges A. (2020) Inorganic and organic characterization of Santa Lucía salt mine peloid for quality evaluations. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 15944-15958.
- Massy M. M., Cazaux P., Traverse P. (1949) Sur la définition du terme "Péloide". U: Proceedings of the IVème Conférence Scientifique Internationale de Dax, 13-16 Octobre. Dax, Francuska, str. 107-109.
- Matz H., Orion E., Wolf R. (2003) Balneotherapy in dermatology. *Dermatology and Therapy*, 16 132-140.
- Miholić S. (1953) Mineral waters along the Eastern Adriatic Coast. U: Internacionalni kongres za hidroklimatizami talasoterapiju. Opatija, Hrvatska.
- Mika A., Dabal E., Mika L. (2006) The efficacy of mud pack treatment on ailments related to gonarthrosis. *Rehabilitacija Medyczna*, 10 49-54.
- Monasterio A. M., Armijo F., Maraver F. (2016) Therapeutic effects of the mineral waters from Copahue spa. U: Tassi, F., Vaselli, O., Caselli, A. (ed): *Active Volcanoes of the World*, str. 273-282. Springer, Berlin/Heidelberg, Njemačka.
- Morer C., Roques C. F., Françon A., Forestier R., Maraver F. (2017) The role of mineral elements and other chemical compounds used in balneology: Data from double-blind randomized clinical trials. *International Journal of Biometeorology*, 61 2159-2173.
- Nissenbaum A., Rullkötter J., Yechieli Y. (2002) Are the curative properties of 'Black Mud' from the Dead Sea due to the presence of bitumen (asphalt) or other types of organic matter?. *Environmental Geochemistry and Health*, 24 327-335.
- Odabasi E., Turan M., Erdem H. (2009) The effect of mud pack treatment in knee osteoarthritis. *Turkish Journal of Rheumatology*, 24 72-76.
- Ortega E., Gálvez I., Hinchado M. D., Guerrero J., Martín-Cordero L., Torres-Piles S. (2017) Anti-inflammatory effect as a mechanism of effectiveness underlying the clinical benefits of pelotherapy in osteoarthritis patients: Regulation of the altered inflammatory and stress feedback response. *International Journal of Biometeorology*, 61 1777-1785.
- Pastor Vega J. M. (1998) Termoterapia. U: Martínez, M., Pastor Vega, J. M., Sendra, F. (ed): *Manual de Medicina Física*, str. 73-90. Harcourt Brace, Madrid, Španjolska.
- Pisani S. (1949) A propos de la classification des boues (Fanghi). U: Proceedings of the IVème Conférence Scientifique Internationale de Dax, 13-16 Octobre. Dax, Francuska, str. 133-141.
- Pisani S. (1951) I Peloidi. U: Messini, M. (ed): *Trattato di Idroclimatologia Clinica II*, str. 1229-1374. Capelli, Bologna, Italija.
- Pittler M. H., Karagülle M. Z., Karagülle M., Ernst E. (2006) Spa therapy and balneotherapy for treating low back pain: Meta-analysis of randomized trials. *Rheumatology*, 45 880-884.
- Porlezza C. (1965) Considerazione sui fanghi terapeutici (peloidi). *Thermæ II*, 2-3 6-57.
- Pozo M., Carretero M. I., Maraver F., Pozo E., Medina J. A. (2009) Study of potential availability of trace elements from compositionally different therapeutic muds used in spas. U: *Book of Abstracts, International Symposium on Mineralogy, Environment and Health*. Pariz, Francuska, str. 32-33.
- Rambaud A. (1989) Les boues thermales. U: Hérisson, C. (ed): *Crénothérapie et Réadaptation*, str. 9-19. Masson, Pariz, Francuska.
- Routh H. B., Bhowmik K. R., Parish L. C., Witkowski J. A. (1996) Balneology, mineral water, and spas in historical perspective. *Clinics in Dermatology*, 14 551-554.
- Salca A., Stoica A., Dogaru G. (2015) Treatment of knee osteoarthritis in spa health resorts: Where do we stand?. *Balneo Research Journal*, 6 184-194.
- San Martín Bacaicoa J. (1994) Peloides en general: Características físicas, efectos biológicos e indicaciones terapéuticas. U: Armijo, M., San Martín, J. (ed): *Curas balnearias y climáticas, Talasoterapia y Helioterapia*, str. 315-331. Universidad Complutense, Madrid, Španjolska.
- Sánchez C. J., Parras J., Carretero M. I. (2002) The effect of maturation upon the mineralogical and physicochemical properties of illitic-smectitic clays for pelotherapy. *Clay Minerals*, 37 (3) 457-463.
- Scherbakov A. (1937) Peloids: L'action thérapeutique des limans. *Archives of Medical Hydrology*, 10 94.
- Szabó I., Varga C. (2020) Finding possible pharmacological effects of identified organic compounds in medicinal waters (BTEX and phenolic compounds). *International Journal of Biometeorology*, 64 989-995.
- Tateo F., Summa V. (2007) Element mobility in clays for healing use. *Applied Clay Science*, 36 64-76.
- Tenti S., Fioravanti A., Guidelli G. M., Pascarelli N. A., Cheleschi S. (2014) New evidence on mechanisms of action of spa therapy in rheumatic



diseases. TANG, 4 1-9.

Tolomio C., Ceschi-Berrini C., Moschin E., Galzigna L. (1999) Colonization by diatoms and antirheumatic activity of thermal mud. *Cell Biochemistry & Function*, 17 29-33.

Tserenpil S., Dolman G., Voronkov M. G. (2010) Organic matters in healing muds from Mongolia. *Applied Clay Science*, 49 55-63.

Ubogui J., Roma A., Garvier V., García F., Perrotta G., Monasterio A. (2007) Seguimiento clínico de pacientes con psoriasis en las Termas de Copahue (Neuquén-Argentina). *Anales de Hidrología Médica*, 2 75-84.

Ubogui J., Stengel F. M., Kien M. C., Sevinsky L., Lupo L. R. (1998) Thermalism in Argentina. *Alternative or complementary dermatologic therapy. Archives of Dermatology*, 134 1411-1412.

Vadjla D., Bujak M., Čož-Rakovac R., Roje M., Čižmek L., Horvatić A., Svetličić E., Diminić J., Rakovac S., Oros D., Žučko J., Starčević A. (2022) Bioprospecting for microorganisms in peloids - Extreme environment known for its healing properties. *Frontiers in Marine Science*, 9 822139.

Vath M., Birkenfeldt R., Ubner M. (2008) An evaluation of the effect of differing lengths of spa therapy upon patients with osteoarthritis (OA). *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 14 60-64.

Veniale F. (1998) Applicazioni e utilizzazioni medico-sanitarie di materiali argillosi (naturali e modificati). U: Morandi, N., Dondi, M. (ed): *Argille e minerali delle argille: Guida alla definizione di caratteristiche e proprietà per gli usi industriali*, str. 205-239. Corso di Specializzazione, Gruppo Itaiano AIPEA, Rimini, Italia.

Veniale F., Barberis E., Carcangiu G., Morandi N., Setti M., Tamanini M. (2004) Formulation of muds for pelotherapy: Effects of "maturation" by different mineral waters. *Applied Clay Science*, 25 135-148.

Veniale F., Bettero A., Jobstraibizer P., Setti M. (2007) Thermal muds: Perspectives of innovation. *Applied Clay Science*, 36 141-147.

Viseras C., Aguzzi C., Cerezo P., Lopez-Galindo A. (2007) Uses of clay minerals in semi-solid health care and therapeutic products. *Applied Clay Science*, 36 37-50.

Xiang J., Wu D., Li J. (2016) Clinical efficacy of mudpack therapy in treating knee osteoarthritis: A meta-analysis of randomized controlled studies. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95 121-131.

Zampieri R. M., Adessi A., Caldara F., Codato A., Furlan M., Rampazzo C., De Philippis R., La Rocca N., Valle L. D. (2020) Anti-inflammatory activity of exopolysaccharides from phormidium sp. ETS05, the most abundant cyanobacterium of the therapeutic Euganean thermal muds, using the Zebrafish model. *Biomolecules*, 10 582.