

GEOLOŠKI VJESNIK	44	161 - 172	3 Tab.	1 Sl.		ZAGREB 1991
-------------------------	----	-----------	--------	-------	--	-------------

GORNJOKREDNE BAZALTOIDNE I PIROKLASTIČNE STIJENE IZ VOĆINSKE VULKANSKE MASE NA PAPUKU (SLAVONIJA, SJEV. HRVATSKA)

Jakob PAMIĆ

Ključne riječi: Starost vulkanita, polifazni vulkanizam, alkalijsko-feldspatski rioliti, bazalti, metabazalti (spiliti) vulkanske breče, tufovi, kemizam bazalta, bimodalna vulkanska asocijacija.

Key words: age of volcanic rocks, polyphase volcanism, alkali-feldspar rhyolite, basalt, metabasalt (spilite), volcanic breccia, tuff, chemical composition of basalts, bimodal volcanic association.

U radu se daje geološki i petrološki prikaz bazaltnih i piroklastičnih stijena iz voćinske vulkanske mase. One imaju jednako veliko rasprostriranje kao i prostorno udruženi alkalijsko feldspatski rioliti. Starost voćinskih vulkanita je gornjokredna, dok su vulkanske i piroklastične stijene šire okolice Voćina miocenske starosti. Bazični vulkaniti iz voćinske vulkanske mase predstavljaju su količinski podređenim svježim bazaltima i znatno češćim metabazaltima (spilitima). Piroklastiti su zastupljeni aglomeratima i tufovima bazaltnog sastava. Gornjokredni voćinski vulkaniti predstavljaju bimodalnu (bazalt-riolitnu) vulkansku asocijaciju koja se može pozitivno korelirati s bimodalnom vulkanskom asocijacijom obližnje Požeške gore, koja je također gornjokredne starosti.

In the paper are presented geological and petrological data on basaltoid and pyroclastic rocks from the Voćin volcanic mass. They are as widespread as the associated alkali-feldspar rhyolites. Basalts from the Voćin volcanic mass are of Upper Cretaceous age as distinguished from volcanic and pyroclastic rocks from the neighbouring areas which are of Bedenian age. Basic volcanic rocks from the Voćin volcanic mass are represented mostly by metabasalts (mainly spilites) and subordinate fresh basalts. Pyroclastic rocks are represented by basaltic agglomerates and tuffs. Upper Cretaceous volcanic rocks from the Voćin volcanic mass represent in fact a bimodal (basalt-rhyolite) volcanic association which shows a positive correlation with the Upper Cretaceous bimodal volcanic association of the neighbouring Mt. Požeška Gora.

1. UVOD

Voćinska vulkanska masa, koja je jedna od najvećih u Hrvatskoj, dosad je u više navrata privlačila pažnju i geologa i petrografa. Sumirajući sve dosad raspoložive podatke, može se reći da je voćinska vulkanska masa miocenske starosti i izgrađena pretežno od različitih varijeteta albitnih riolita i andezita (JAMIČIĆ et al., 1987 i 1989).

U okviru radova na radiometrijskom datiranju vulkanskih stijena u području Savsko-dravskog međuriječja, koje se izvodi kroz kooperativni američko-jugoslavenski istraživački projekt (ugovor JF 936), izvršena su sistematska uzorkovanja voćinske vulkanske mase. Rezultati petrološke obrade sakupljenog materijala pokazuju da se u njoj često javljaju, pored ostalog, i velike mase različitih piroklastičnih i bazaltnih stijena koje nisu dosad bile petrološki izučavane. Cilj je ovog rada da se daje geološko-petrološki prikaz bazaltnih i piroklastičnih stijena koje, zajedno s alkalijsko-feldspatskim riolitima, izgrađuju najveći dio voćinskog vulkanskog tijela. Vulkanska aktivnost, koja se odigrala za vrijeme gornje krede, imala je izraziti polifazni karakter; neizmjenične izljeve bazalta i riolita prate velike mase tufova i vulkanskih breča. Bazaltna stijena su predstavljene različitim varijetetima neizmijenjenih ofitnih bazalta i češćim metabazaltima (uglavnom spilitima). Voćinske vulkanske stijene imaju sve karakteristike

bimodalne (bazalt-riolitne) vulkanske asocijacije koja se u geološkom i petrološkom pogledu može pozitivno korelirati s gornjokrednom bimodalnom vulkanskom asocijacijom susjedne Požeške gore.

1.1. PREGLED LITERATURNIH PODATAKA

STUR (1861, p. 291 i 292) je prvi odredio voćinske vulkanske stijene kao trahite, a iza toga KIŠPATIĆ (1887 i 1916) kao porfirne augitne andezite. Dugo nakon toga je TAJDER (1956 i 1960) među njima detaljno obradio albitni riolit, egirinski albitni riolit i labrador-augitni andezit; albite smatra primarnim mineralima. Njegovi su podaci inkorporirani u regionalno-petrološki rad o spilit-keratofirskom magmatizmu Slavonije (MAJER & TAJDER, 1982).

Na Osnovnoj geološkoj karti je voćinska, geološki jedinstvena vulkanska masa označena u svojim istočnim dijelovima, na listu Orahovica, kao albitni riolit, a u zapadnim dijelovima, na listu Daruvar, kao andezit (JAMIČIĆ et al., 1987 i 1989). Oni još spominju i piroklastične stijene i bazalte, no o njima nema nikakvih petrografskih podataka.

Voćinski vulkaniti dosad su se smatrali produktom miocenske vulkanske aktivnosti. Prvi je STUR (1861) iznio to mišljenje na osnovi navodnog utvrđivanja kontaktnog metamorfizma na okolnim litotamnijskim vapnencima. KOCH (1919, p. 232) decidirano tvrdi :

“Erupcija augitskog andezita dogodila se prema tome u gomjenu miocenu.” I POLJAK (1938) je istog mišljenja jer voćinski vulkaniti “probijaju miocenske naslage”. Prema podacima Osnovne geološke karte (JAMIČIĆ et al., 1989, p.33) “Neogenska vulkanska aktivnost..... započinje u helvetu i s prekidima traje kroz cijeli miocen”.

2. GEOLOŠKI PODACI

Voćinska vulkanska masa, koja je smještena na sjevernim obroncima Papuka, može se pratiti na dužini od oko 7 km, tako da s prosječnom širinom od oko 1.5 km, pokriva površinu od oko 10 km² (Sl. 1).

2.1. ODNOS S OKOLNIM STIJENAMA

Na brojnim, dobrootvorenim izdancima zapaža se da voćinski vulkaniti probijaju migmatite što dokazuje da su mlađi od migmatita. To naročito lijepo ilustriraju metarske žile bazaltnih i riolitnih stijena koje probijaju migmatite u kamenolomu u Đedovici i njegovoj okolini, u dolini Omerovca i drugdje.

Kontakti trijaskih i gornjokrednih sedimenata s voćinskim vulkanitima su tektonskog karaktera (JAMIČIĆ et al., 1987 i JAMIČIĆ et al., 1989). Odnosi voćinskih vulkanita s okolnim neogenskim sedimentima su, prema istim podacima, različiti: vulkaniti probijaju helvetske sedimente, dok tortonski sedimenti stoje s njima u tektonsko-erozijskom odnosu ili je pak taj kontakt tektoniziran. Dakle, vulkanska aktivnost, koja je dala voćinsku efuzivnu masu, odigrala se nakon taloženja helvetskih, a prije taloženja tortonskih sedimenata.

U toku terenskog rada kontakt između voćinskih vulkanita i okolnih neogenskih sedimenata mogao se osmatrati na novoizgrađenoj šumskoj cesti što ide iz Voćina preko Rakovca do Turskog potoka. Tu preko sjeveroistočnih rubnih dijelova voćinske vulkanske mase naliježu badenski lapori i vapnenjački grebenski areniti i ruditi; često sadrže fragmente stakla, feldspata i biotita i imaju jasan tufni karakter.

Sjeverozapadni rubni dijelovi voćinske vulkanske mase ispod Kuzminskog kma leže preko slabovezanih i sitnozrnih konglomerata koji najvjerojatnije pripadaju otnangu i/ili karpatu (PIKIJA, usm. saopć.), a koji na Osnovnoj geološkoj karti u ovom području nisu ni izdvojeni.

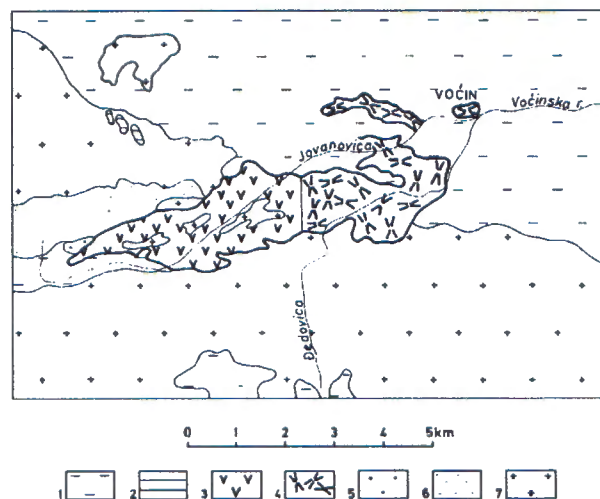
No u oba slučaja izravni kontakti s navedenim otnang-karpatkim i badenskim sedimentima nisu otkriveni, pa se onda ne može izvlačiti neki pouzdaniji zaključak o međusobnom odnosu.

2.2. RASPROSTIRANJE BAZALTOIDNIH I PIROKLASTIČNIH STIJENA

Unutar voćinske vulkanske mase često se nailazi na izmjenjivanje različitih varijeteta bazalta, alkalijsko-feldspatskih riolita, aglomerata i tufova što dokazuje da je voćinska vulkanska masa stratificirana, odnosno da predstavlja reliktni složenog stratovulkana.

Stratifikacijske površine su unutar pojedinačnih vulkanskih izljeva kontrolirane preko vrlo često izraženog sistema konformnih kompresijskih pukotina, koje se naročito lijepo ističu u riolitnim izljevima. Odnos stratifikacijskih površina i konformnih kompresijskih pukotina u vulkanitima i piroklastičnim stijenama najčešće je diskordantan u odnosu na pružanje samog vulkanskog tijela koje teče približno zapadsjeverozapad-istokjugoistok (Sl. 1).

Mada je veći dio površine voćinske vulkanske mase jako pokriven, ipak se u pojedinim dijelovima nailazi



Slika 1. Schematizirana geološka karta okolice Voćina prema podacima JAMIČIĆA et al., (1987 i 1989).
Fig. 1. Schematized geological map of the area of Voćin, according to data published by JAMIČIĆ et al., (1987 and 1989).

- 1 tercijarni i kvartarni sedimenti (Tertiary and Quaternary sediments)
- 2 dijabazi (diabases)
- 3 andeziti (andesites)
- 4 rioliti (rhyolites)
- 5 gornjokredni sedimenti (Upper Cretaceous sediments)
- 6 trijaski sedimenti (Triassic sediments)
- 7 migmatiti i graniti (migmatites and granites).

na dobrootvorene profile pogodne za sistematska uzorkovanja i izradu lokalnih stupova. Sjeverni dijelovi vulkanske mase naročito su lijepo otvoreni u usjecima novoizgrađene šumske ceste koja ide iz doline Rakovca do izvorišta Jovanovice. Južni dijelovi vulkanskog tijela dosta su dobro otvoreni u dolini Đedovica, a naročito u njenim desnim pritokama Omerovcu i Koscu.

Lokalni stup za područje Omerovac-Dedovica (Sl. 2A) uključuje tri petrografske različite paketa. U najvišim se dijelovima ističe oko 200 m debeli izljev u kojem su interstratificirani bazaltni vulkanski aglomerati. Ispod toga dolazi oko 300 m debeli paket izgrađen pretežno od riolita, koji se izmjenjuju s tanjim izljevima bazalta i proslojcima bazaltnih aglomerata. U najnižim (najužnijim) dijelovima pojavljuju se magmatski zahvaćena tijela granita, migmatita i amfibolita čija se količina postupno povećava idući na jug u pravcu kontakta s okolnim migmatitima. U ovim posljednjim,

u prikontaktnom području dolaze dosta često žile i žilice alkalijsko-feldspatskih granitporfira, a u udaljenijim područjima i metarske žile dijabaza.

Lokalni stup (Sl. 2B) za područje gornjih tokova Jovanovice i novoizgrađene šumske ceste ilustrira odnose u sjevernim dijelovima voćinske vulkanske mase. Na njemu se jasno ističu tri jasno individualizirana paketa. Donji je paket bazaltni, no u njemu je, u stvari, više bazaltnih aglomerata i tufova negoli samih bazalta; debljina mu je oko 250 m. Preko toga slijedi paket u

tufove. Gornji dijelovi tog središnjeg paketa, debljine oko 150 m, izgrađeni su od bazalta koji se u donjim dijelovima proslojavaju s tufovima. U najvišem paketu, debljine oko 200 m, prevladavaju bazaltni aglomerati.

Dakle, bazalti i prateći bazaltni aglomerati i tufovi imaju veliko rasprostiranje unutar voćinske vulkanske mase. Te su stijene naročito česte u sjevernim dijelovima vulkanske mase gdje su rioliti sasvim podređeni. U južnim dijelovima vulkanskog tijela također dolaze bazalti i bazaltne piroklastične stijene no, uz njih, i veće mase riolitnih stijena. Bazaltoidne se stijene javljaju, također, i u središnjim, inače znatno pokrivenijim dijelovima voćinske vulkanske mase na padinama Obrova i Mavrine kose, gdje se izmjenjuju s riolitnim izljevima.

Dakle, bazaltoidi i bazaltne piroklastične stijene izgrađuju veliki dio voćinske vulkanske mase i one su, izgleda, jednako tako često kao i prateći alkalijsko-feldspatski rioliti.

2.3. STAROST VOĆINSKIH VULKANITA

Kao što je naprijed sumirano, svi dosadašnji istraživači voćinske vulkanske mase, počevši od STURA (1861) pa do autora Osnovne geološke karte (JAMIČIĆ et al., 1987 i 1989), smatraju da je ona miocenske starosti. To se mišljenje temelji uglavnom na navodnoj kontaktnometamorfnoj izmijenjenosti okolnih litavskih vapnenaca, a naročito na proslojavanju piroklastičnih stijena i okolnih miocenskih sedimentata.

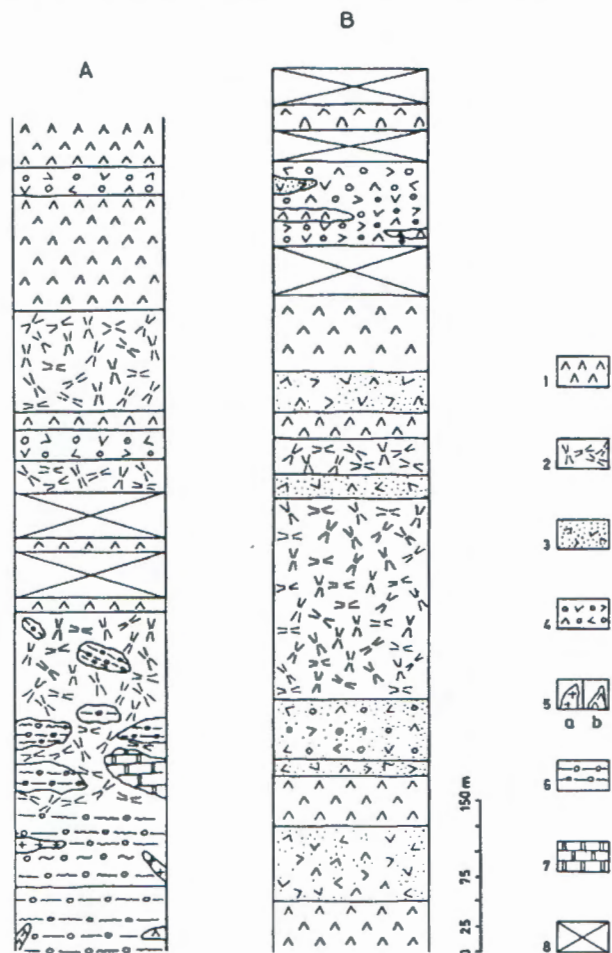
Za procjenjivanje geološke starosti voćinskih vulkanita, koji su prikazani na priloženoj geološkoj karti (Sl. 1), važne su slijedeće činjenice:

(1) Nigdje se u kontaktnim područjima između voćinskih vulkanita i okolnih miocenskih sedimenta nije moglo naići na kontaktnometamorfno izmijenjene litotamnije vapnence.

(2) Vulkansko tijelo je jasno stratificirano, a stratifikacijske površine i prateće konformne kompresijske pukotine lučenja stoje najčešće diskordantno u odnosu na njegovo pružanje.

(3) U području ušća Jovanovice u Voćinsku rijeku, ispod ruševine Starog grada, otkriven je u škarpi napuštene šumske pruge dekametarski paket riolita s interstratificiranim aglomeratima u kojima dolaze, pored vulkanita, i rijetki fragmenti crvenkastih mikrita, dok se s okolnim brečastim, jastučastim lavama miješaju crvenkasti šejlovi. Pored toga, u aglomeratima iz sjevernih dijelova vulkanskog tijela javljaju se, doduše rijetko, i fragmenti prigrebenskih vapnenaca koji sadrže rotalidne foraminifere i primitivne orbitoide karakteristične za donje dijelove senona (Paleontološke odredbe uradili su I. Gušić i I. Vlahović na čemu im mnogo hvala). Dakle, radi se o sedimentima koji se često javljaju u gornjokrednim sedimentima iz sjeverozapadnih rubnih dijelova same voćinske vulkanske mase. Nigdje unutar voćinskog vulkanskog tijela nisu dosad zapaženi okolni miocenski sedimenti.

(4) Duž sjeverozapadnog ruba vulkanskog tijela



Slika 2. Lokalni geološki stupovi u voćinskoj vulkanskoj masi za područja: A - Đedovica-Omerovac i B - gornjih tokova Jovanovice.

Fig. 2. Partial geological columns in the Voćin volcanic mass for the areas:

- A- Đedovica-Omerovac and
B- upper parts of the River Jovanovica.
- 1 bazaltoidi (basaltoids)
 - 2 rioliti (rhyolites)
 - 3 bazaltni tufovi (basaltic tuffs)
 - 4 bazaltne vulkanske breče (basaltic volcanic breccias) 5a alkalijsko-feldspatski granitporfiri (alkali-feldspar graniteporphyries)
 - 5b dijabazi (diabases)
 - 6 migmatiti (migmatites)
 - 7 amfiboliti (amphibolites)
 - 8 pokriveno (covered).

čijim nižim dijelovima, debljine oko 300 m, dolaze pretežno alkalijsko-feldspatski rioliti, uz podređene

javlja se uska zona gornjokrednih rudistnih vapnenaca. Njihov se međusobni odnos nije mogao promatrati zbog pokrivenosti kontaktnih područja.

(5) U debljim paketima piroklastita na desnoj obali središnjih tokova Jovanovice, u kojima se izmjenjuju aglomerati i tufovi, u ovim posljednjim se nailazi, doduše ne baš tako često, na centimetarsko-decimetarske proslojke laminiranih, smeđih i zelenih muljevaca (mudstone), koji se inače javljaju kao litološki član u gornjokrednim sedimentima susjednih dijelova sjevernih Dinarida.

Na osnovi navedenih terenskih podataka može se pretpostaviti da je voćinska vulkanska masa nastala kao produkt gornjokredne vulkanske aktivnosti. Ovu pretpostavku potkrepljuje i činjenica što se voćinska bazalt-riolitna vulkanska asocijacija može pozitivno korelirati s također bazalt-riolitnom vulkanskom asocijacijom susjedne Požeške gore za koju je gornjokredna starost pouzdano dokazana i geološkim i radiometrijskim metodama (PAMIĆ & ŠPARICA, 1983; PAMIĆ et al., 1988). Istina, na Požeškoj gori ima znatno više pratećih gornjokrednih sedimenata, koji su naročito često interstratificirani u bazaltima, dok je u voćinskoj vulkanskoj masi opet znatno više prisutno piroklastičnih stijena.

Izotopna starost voćinskih vulkanita određivana je K-Ar metodom na četiri uzorka voćinskih bazaltoidnih stijena¹.

Dobivene radiometrijske starosti variraju u rasponu od 73 do 52 milijuna godina, što u kronostratigrafskoj skali odgovara najvišim dijelovima gornje krede i najstarijem paleogenu.

Opće je poznata stvar da podaci K-Ar radiometrijskog određivanja zbog lakog gubljenja radiogenog argona ne označavaju vrlo često kristalizacijsku starost stijene već njenu minimalnu starost (DALRYMPLE & LANPHERE, 1969). Zbog toga se obično pristupa evaluiranju dobivenih K-Ar podataka.

Najveća K-Ar starost, koja odgovara gornjoj kredi, dobivena je na uzorcima svježih bazalta, dok su snižene izotopne starosti dobivene na uzorcima metabazalta, odnosno spilita. Ova je razlika sasvim razumljiva ako se ima u vidu da su spiliti nastali postmagmatskom albitizacijom primarnih bazalta. Naime, procesi hidrotermalne albitizacije bazalta i njegova pretvorba u spilit odigrava se u submarinskim uvjetima pri temperaturi od 150 do 400°C (WEDEPOHL, 1988). Pri tim temperaturama dolazi do gubljenja radiogenog argona što je i uvjetovalo sniženje K-Ar starosti na metabazaltima. No veoma je vjerojatno da je i mlađa miocenska vulkanska aktivnost, koja je izražena u okolici Voćina preko bazaltnih produkata, mogla i morala također mjestimice uvjetovati naknadno zagrijavanje, odnosno gubitak radiogenog Ar pa i sniženje K-Ar starosti.

Prema tome može se zaključiti da su rioliti, bazalti i piroklastične stijene voćinske vulkanske mase

gornjokredne starosti jer su navedeni geološki i radiometrijski podaci međusobno sukladni. One se, dakle, po svojoj starosti razlikuju od bazaltoidnih i piroklastičnih stijena koje se javljaju interstratificirane u miocenskim sedimentima okolice Voćina

3. PETROGRAFSKI PRIKAZ

3.1. BAZALTOIDNE STIJENE

Sve bazaltoidne stijene imaju na cijelom području pojavljivanja dosta ujednačene strukturno-teksturane karakteristike i mineralni sastav. **Struktura** im je porfirna, a rjeđe afirna. Najčešći su porfirmo-ofitni varijeteti s malo utrusaka, obično veličine 2 do 4 mm, rijetko do 6-7 mm, a više ofitne osnove. Ova posljednja ima najčešće veličinu zrna 0,2 do 0,5 mm, rijetko je sitnozrnatija (oko 0,1 mm) ili krupnozrnatija (0,5 do 0,7 mm). Količinski su podređeniji porfirmo-ofitni strukturni varijeteti s podjednakom količinom ofitne osnove i utrusaka koji su redovito krupniji (do 10 mm).

Tekstura bazalta je masivna, obično s promjenljivom količinom mandula. Najčešće sadrže umjerenu količinu mandula (10 do 20%), a rijetko i više. Mnogo su podređeniji teksturni varijeteti s malom količinom mandula, a izuzetno su rijetki bazalti bez mandula.

Mandule su ili sitne, promjera do 1 mm, ili krupnije, promjera do 5-6 mm. Obično su to okruglaste, pojedinačne mandule, no nailazi se i na ameboidna i grozdasta stapanja mandula.

Među bazičnim vulkanskim stijenama iz voćinske vulkanske mase odvajaju se bazalti i metabazalti između kojih postoje postupni prijelazi. Kako obje ove grupe stijena imaju iste strukturno-tektonske karakteristike, a i male razlike u mineralnom sastavu, to ih se ne može međusobno makroskopski, a često i mikroskopski razlikovati.

Bazalti, koji se dosta rijetko pojavljuju, sadrže utruske augita, idealno svježje, a češće plagioklas; obično je svjež ili malo potisnut sekundarnim mineralima: klinocozitom, sericitom (?) i zeolitom. Po kemijskom sastavu plagioklas pripada labradoru - An₅₅₋₆₄ (po optičkim određivanjima), odnosno An₅₆₋₆₇ (po normativnom sastavu). U ofitnoj osnovi također preteže plagioklas, a u intersticijama augit, obično potisnut promjenljivom količinom epidota i klorita; rijetko su intersticije izgrađene samo od klorita. Akcesorni sastojci su metalni mineral(i), apatit i titanit.

Metabazalti su mnogo češći od primarnih bazalta. I kod njih se augit vrlo rijetko pojavljuje kao utrusak. Mnogo su češći utrusci albita; rijetko su potpuno svježji i obično sadrže promjenljivu količinu sitnih, sekundarnih minerala (klorit i/ili pumpelit, sericit, prenit, kalcit i klinocozit). U albitnim utruscima metabazalta nailazi se na relikte primarnih bazičnih plagioklasa; u nekim primjercima izgrađuju jezgru utruska koja je obavijena

¹Radiometrijska određivanja voćinskih vulkanita obavio je kolega E. McKee iz Geološkog zavoda SAD u Menlo Parku (Kalifornija) na čemu mu mnogo hvala.

albitom u kojem su primiješani navedeni sekundarni minerali. Prema optičkim određivanjima albit sadrži najčešće 1,5 do 6,5 % An.

U ofitnoj osnovi također preteže albit koji je, u pravilu, s manje uklopaka navedenih sekundarnih sastojaka. Intersticijski augit je rjeđe potpuno svjež, a češće neravnomjerno potisnut sekundarnim kloritom i epidotom, uz manje leukoksena.

Mineralna parageneza mandula bazalta i metabazalta sadrži: kalcit, klorit i/ili pumpelit kao najčešće sastojke, te prenit, kvarc, zeolit (laumontit) i metalni mineral. U nekim su stijenama mandule izgrađene samo od kalcita ili samo od klorita i/ili pumpelita, no češće se navedeni minerali miješaju u promjenljivoj količini, pri čemu je dosta često kalcit iz središnjih dijelova mandule prstenasto obavijen kloritom i/ili pumpelitom. Obično su navedeni minerali izmiješani s promjenljivom količinom prenita, zeolita, kvarca i metalnog minerala. Rijetke su bazaltoidne stijene u čijim su mandulama laumontit i prenit najčešći sastojci.

3.2. PETROKEMIJSKE KARAKTERISTIKE

Kemijski sastav voćinskih bazalta i metabazalta prikazuju analize 1 do 12 u tabeli 1. Za uzorke koji sadrže kalcit u mandulama analize su preračunate i svedene na 100% uz prethodno odstranjivanje CO₂ i ekvivalentne količine CaO.

Kemijski sastav svježeg bazalta ilustrira analiza 2. Po sadržaju glavnih komponenti kemizam tog bazalta može se dosta dobro korelirati s kemizmom prosječnog bazalta. Analiza 1 ilustrira kemizam djelomice zeolitiziranog i albitiziranog bazalta što se odražava u nešto povećanom udjelu Na₂O. Inače, oba bazalta sadrže manje od 52% SiO₂ i odlikuju se visokim odnosom Fe₂O₃:FeO (do 2,8) i još višim odnosom CaO:Na₂O (do 4,2).

Kemijski sastav metabazalta ilustriraju analize 3 do 12 u tabeli 1. Njihov se kemizam jasno razlikuje od kemizma bazalta. Najizraženija je razlika u povišenom sadržaju Na₂O koji se kreće od 4,09 do 5,88% (nepreračunate analize), odnosno od 4,13 do 6,11% (preračunate analize). Povećan sadržaj Na₂O prati i smanjenje udjela CaO, tako da je odnos CaO:Na₂O kod metabazalta mnogo niži negoli u bazalta i kreće se najčešće od 0,8 do 1,4, a kod nekih čak pada i na 0,2. Sve ove razlike u kemizmu proizlaze iz činjenice što u bazaltima dolazi plagioklas kao bitan sastojak, a u metabazaltima je namjesto njega prisutan albit.

Strukturno-teksturni odnosi, mineralni i kemijski sastav pokazuju da su procesi albitizacije igrali presudnu ulogu u promjenama od bazalta u metabazalte, tako da ovi posljednji imaju najčešće sve karakteristike spilita. To se odražava u kemijskom sastavu metabazalta, pored navedenog, u povećanoj količini SiO₂ koja varira u rasponu od 49,81 do 56,45% (nepreračunate analize), odnosno od 52,35 do 59,09% (preračunate analize). Uzimajući u obzir samo taj sadržaj SiO₂ iz kemijske

analize, onda bi ove stijene, prema uobičajnom kriteriju da je 52% SiO₂ granica između bazičnih i neutralnih vulkanskih stijena (STRECKEISEN, 1967), išle u grupu neutralnih (trahitno-andezitnih) stijena. No taj povećani sadržaj SiO₂ metabazalta (uglavnom spilita) sasvim je pojmljiv ako se ima u vidu da su oni nastali od primarnih bazalta u kojima je feldspat predstavljen labradorom (koji sadrži 52 do 54% SiO₂), dok je u spililita predstavljen albitom (koji sadrži 64% SiO₂). Primjerice, 50% modalnog labradora dat će 26-27% SiO₂ u kemijskoj analizi bazalta, dok će 50% modalnog albita dati u kemijskoj analizi spilita 32% SiO₂. Dakle, radi se o razlici od 5-6% SiO₂, što i uvjetuje da je u kemizmu metabazalta povišena količina SiO₂ u odnosu na bazalte. Konačno, u nekim metabazaltima je sekundarni kvarc prisutan kao sastojak mandula, što također uvjetuje da je u kemijskoj analizi povećan sadržaj SiO₂. Taj sekundarni kvarc može uzrokovati povišen sadržaj SiO₂ i u kemijskim analizama svježih bazaltnih stijena. Baš zbog toga je veoma vjerojatno da i andeziti koje je petrografski obradio TAJDER (1957) i koji se spominju u tumaču (JAMIČIĆ et al., 1989) pripadaju, u stvari, bazaltima s malom količinom sekundarnog kvarca. S tim u vezi se postavlja pitanje - ima li unutar voćinske mase uopće andezita?

Budući da je najveći dio voćinskih bazaltoidnih stijena izmijenjen i da su na njima jasno izraženi znakovi privođenja (primjerice, Na) ili odvođenja (primjerice, Ca), to ih je teško razmatrati u okviru problematike vulkanskih serija stijena. To već najbolje ilustriraju sami bazalti. Potpuno svježiji bazalt (an. 2, tabela 1) odgovara, prema normativnom CIPW sastavu, toleitu, dok djelomice zeolitizirani bazalt (an. 1, tabela 1) pripada alkalijskom bazaltu. Većina voćinskih metabazalta odgovara olivinskim toleitima, a po dvije detaljno analizirane stijene normalnim toleitima i alkalijskim bazaltima. Alkalijski karakter voćinskih metabazalta uvjetovan je uglavnom prisustvom sekundarnog albita i zeolita.

3.3. PIROKLASTIČNE STIJENE

Piroklastične stijene, koje su unutar voćinske vulkanske mase podjednako česte kao i vulkaniti, a u njenim pojedinim dijelovima čak i češće, po svom sastavu odgovaraju prikazanim bazaltima. Piroklastične stijene su predstavljene aglomeratima i tufovima, kao i miješanim tufno-aglomeratnim stijenama.

3.3.1. BAZALJNI AGLOMERATI

Bazaltni aglomerati češći su od tufova, a javljaju se uglavnom u području pojavljivanja bazaltoidnih stijena. Nalaze se obično kao metarsko-dekametarski paketi koji se izmjenjuju s tufovima i bazaltnim, a rijetko i riolitnim izljevima različitih debljina.

Struktura aglomerata je psefitna, s fragmentima milimetarsko-centimetarskih dimenzija. Tekstura je masivna.

U sastavu aglomerata izrazito pretežu fragmenti različitih strukturno-teksturnih varijeteta bazalta. Najčešći

Tabela 1: Sadržaj makroelemenata i normativni CIPW sastav voćinskih bazalta i metabazalta

Table 1: Major element contents and CIPW norms of basalts and metabasalts

	1	1a	2	2a	3	3a	4	4a
SiO ₂	45.57	45.75	47.78	51.63	49.83	53.25	49.81	52.78
TiO ₂	1.17	1.17	1.75	1.85	1.39	1.49	1.31	1.36
Al ₂ O ₃	20.74	20.82	15.61	16.52	15.90	16.99	18.24	18.95
Fe ₂ O ₃	4.71	4.73	7.15	7.56	5.91	6.31	5.71	5.94
FeO	2.18	2.19	2.55	2.70	1.74	1.86	2.04	2.12
MnO	0.07	0.07	0.13	0.14	0.07	0.07	0.13	0.14
MgO	3.86	3.88	5.40	5.72	4.79	5.12	2.93	3.04
CaO	10.41	9.75	10.88	7.36	8.75	5.26	8.04	5.44
Na ₂ O	3.95	3.97	2.57	2.72	5.01	5.35	5.88	6.11
K ₂ O	1.63	1.64	1.07	1.13	1.24	1.33	1.06	1.10
P ₂ O ₅	0.17	0.17	0.31	0.33	0.18	0.19	0.26	0.27
H ₂ O	5.84	5.86	2.21	2.34	2.60	2.78	2.65	2.75
CO ₂	0.55	-	3.08	-	3.00	-	2.20	-
	100.85	100.00	100.48	100.00	100.41	100.00	100.26	100.00
Fe ₂ O ₃ :FeO	2.2	2.2	2.8	2.8	3.4	3.4	2.8	2.8
CaO:Na ₂ O	2.6	2.4	4.2	2.7	1.8	1.0	1.4	0.9

Normativni CIPW sastav (CIPW norms)

q	-	-	1.4	2.6	-	-	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-
or	10.2	-	6.5	6.9	7.5	8.1	6.4	6.7
ab	17.5	-	22.3	23.8	43.6	46.9	44.0	48.2
an	36.0	-	28.6	30.5	17.7	19.1	20.9	21.8
ne	9.6	-	-	-	-	-	4.0	2.9
diwo	5.7	-	2.0	2.1	2.6	2.8	1.7	1.8
dien	2.8	-	1.0	1.0	1.3	1.4	0.7	0.7
difs	2.9	-	1.0	1.0	1.2	1.3	1.1	1.1
hyen	-	-	12.8	13.7	1.1	1.1	-	-
hyfs	-	-	13.2	14.1	1.0	1.0	-	-
olfo	5.2	-	-	-	6.9	7.4	4.8	5.0
olfa	5.9	-	-	-	6.9	7.4	8.1	8.5
il	2.3	-	3.4	3.6	2.7	2.9	2.6	2.7
ap	0.4	-	0.8	0.8	0.4	0.5	0.6	0.7
cc	1.3	-	7.2	-	7.0	-	5.2	-
salic	73.4	-	58.7	63.7	68.9	74.1	75.2	79.5
femic	26.6	-	41.3	36.4	31.1	25.9	24.8	20.5
norm.Pl	An ₆₇		An ₅₇	An ₅₆	An ₂₉	An ₂₉	An ₃₂	An ₃₁

Nastavak table 1 (Table 1 continued)

	5	6	6a	7	7a	8	8a	9
SiO ₂	51.82	51.89	52.35	51.94	52.43	52.77	53.80	52.82
TiO ₂	1.92	1.69	1.71	2.21	2.23	1.30	1.33	1.71
Al ₂ O ₃	15.42	17.98	18.14	15.89	16.04	16.93	17.26	16.55
Fe ₂ O ₃	5.60	4.53	4.57	4.72	4.76	4.52	4.61	2.91
FeO	4.63	3.12	3.15	4.86	4.91	2.94	3.00	5.74
MnO	0.15	0.11	0.11	0.12	0.12	0.09	0.09	0.15
MgO	5.50	3.97	4.01	5.42	5.47	4.47	4.56	3.86
CaO	6.42	6.91	6.27	6.46	5.53	6.37	4.92	5.33
Na ₂ O	5.38	5.05	5.10	4.09	4.13	5.55	5.66	5.24
K ₂ O	0.56	1.30	1.31	1.10	1.11	0.40	0.41	2.52
P ₂ O ₅	0.29	0.29	0.29	0.39	0.39	0.19	0.19	0.31
H ₂ O	2.43	2.97	3.00	2.85	2.88	4.10	4.18	2.39
CO ₂	0.18	0.55	-	0.77	-	1.21	-	1.36
	100.12	100.36	100.00	100.82	100.00	100.84	100.00	100.91
Fe ₂ O ₃ :FeO	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.5	1.5	0.5
CaO:Na ₂ O	1.2	1.4	1.2	1.6	1.3	1.1	0.9	1.0

Normativni CIPW sastav (CIPW norms)

q	-	-	-	-	-	-	-	-
c	-	-	-	-	-	-	-	-
or	3.4	7.9	8.0	6.7	6.8	2.5	2.5	15.2
ab	46.4	44.1	44.7	35.5	36.2	48.8	50.2	45.1
an	16.7	23.3	23.5	22.3	22.7	20.9	21.5	14.5
ne	0.2	-	-	-	-	-	-	-
diwo	5.4	2.7	2.8	1.2	1.3	1.1	1.2	0.7
dien	2.5	1.3	1.3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.3
difs	2.8	1.4	1.4	0.6	0.6	0.5	0.6	0.4
hyen	-	0.7	0.6	12.8	13.0	7.2	7.4	0.4
hyfs	-	0.7	0.7	12.6	12.8	7.0	7.2	0.5
olfo	8.1	5.8	5.9	0.3	0.3	2.7	2.8	6.4
olfa	9.7	6.8	7.0	0.3	0.3	2.9	3.0	9.4
il	3.7	3.3	3.4	4.3	4.4	2.6	2.6	3.3
ap	0.7	0.7	0.7	0.9	1.0	0.5	0.5	0.7
cc	0.4	1.3	-	1.8	-	2.9	-	3.1
salic	66.7	75.3	76.3	64.5	65.7	72.1	74.2	74.8
femic	33.3	24.7	23.7	35.5	34.3	27.9	25.8	25.2
norm.Pl.	An ₂₆	An ₃₅	An ₃₄	An ₃₉	An ₃₉	An ₃₀	An ₃₀	An ₂₁ N

Nastavak tabele 1 (Table 1 continued)

	9a	10	10a	11	11a	12	12a
SiO ₂	54.27	53.79	56.26	56.45	56.79	56.16	59.09
TiO ₂	1.74	1.49	1.56	1.16	1.17	1.93	2.02
Al ₂ O ₃	16.81	17.90	18.72	17.96	18.07	17.00	17.76
Fe ₂ O ₃	2.98	2.71	2.83	3.42	3.44	3.32	3.47
FeO	5.83	4.23	4.42	1.80	1.81	3.06	3.20
MnO	0.15	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12	0.13
MgO	3.92	3.63	3.80	2.77	2.79	2.03	2.12
CaO	3.66	4.08	1.29	6.04	5.42	4.01	0.92
Na ₂ O	5.32	4.85	5.07	5.50	5.53	5.09	5.32
K ₂ O	2.56	2.44	2.55	2.95	2.97	3.25	3.40
P ₂ O ₅	0.31	0.32	0.33	0.19	0.19	0.40	0.42
H ₂ O	2.43	2.90	3.03	1.71	1.72	2.07	2.16
CO ₂	-	2.24	-	0.51	-	2.46	-
	100.00	100.70	100.00	100.57	100.00	100.90	100.00
Fe ₂ O ₃ :FeO	0.5	0.6	0.6	1.9	1.9	1.1	1.1
CaO:Na ₂ O	0.7	0.8	0.2	1.1	1.0	0.8	0.2

Normativni CIPW sastav (CIPW norms)

q	-	4.7	4.9	-	-	6.7	7.5
c	-	6.0	6.3	-	-	4.5	4.8
or	15.6	14.8	15.6	17.7	17.9	19.5	20.6
ab	46.3	42.1	44.4	46.1	46.7	43.7	46.2
an	14.8	4.1	4.4	15.8	16.0	1.8	1.9
ne	-	-	-	0.6	0.6	-	-
diwo	0.7	-	-	4.2	4.2	-	-
dien	0.3	-	-	2.0	2.0	-	-
difs	0.4	-	-	2.1	2.1	-	-
hyen	1.4	9.3	9.8	-	-	5.1	5.4
hyfs	1.9	10.3	10.8	-	-	8.3	8.7
olfo	5.8	-	-	3.5	3.5	-	-
olfa	8.5	-	-	4.0	4.1	-	-
il	3.4	2.9	3.1	2.2	2.3	3.7	3.9
ap	0.8	0.8	0.8	0.5	0.5	1.0	1.0
cc	-	5.2	-	1.2	-	5.7	-
salic	76.7	71.6	75.5	80.3	81.2	76.3	80.9
femic	23.3	28.4	24.5	19.7	18.8	23.7	19.1
norm.Pl.	An ₂₄	An ₉	An ₉	An ₂₆	An ₂₆	An ₄	An ₄

1 slabo zeolitizirani bazalt (weakly zeolitized basalt); 2 neizmijenjeni bazalt (unaltered basalt); 3 do 12 varijeteti metabazalta (metabasalt varieties)

a-analize preračunate na 100% bez CaCO₃ (analyses recalculated to 100 per cent without CaCO₃)

U CIPW proračunu je sve željezo uključeno kao FeO u molekulama piroksena, olivina i ilmenita (In CIPW calculation, total iron is included as FeO in normative pyroxene, olivine, and ilmenite).