Neobvyklá lamprofyrická hornina od Dobrého v podhůří Orlických hor

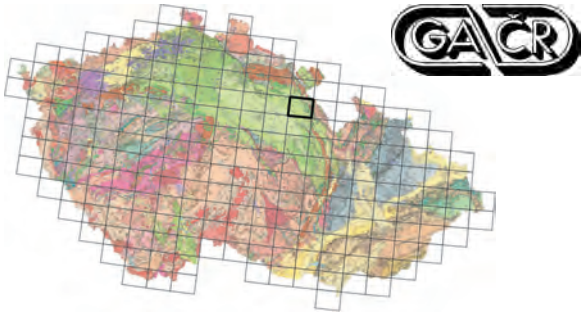
Peculiar lamprophyric rock from Dobré, Orlické hory Piedmont

František V. Holub

Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav petrologie a strukturní geologie, Albertov 6, 128 43 Praha 2; frholub@natur.cuni.cz

Key words: *Orlické hory Mts., vaugnerite, minette, whole-rock chemistry, spherulitic crystallization*

Abstract: An ultrapotassic lamprophyric rock from NE vicinity of Dobré displays some textural features typical of plutonic vaugnerites and other typical of subvolcanic rocks. Early plutonic crystallization was suddenly disrupted perhaps due to explosion in a shallow level of the small-volume magma system. Release in pressure of volatile constituents leading to a strong undercooling is recorded in very fine granophyric and spherulitic crystallization. Subsequently, increasing concentration of water in the residual melt caused late magmatic, relatively coarse crystallization of albite and quartz. The following hydrothermal stage of evolution resulted in quartz and calcite infilling of vughs and in a pervasive hydrothermal alteration of the whole rock (namely albitization and formation of hydrobiotite).



(14-11 Nové Město nad Metují)

Studovaná lokalita leží v lese Jankov, 2,7 km sv. od středu obce Dobré, 0,8 km vjv. od kapličky v osadě Rovné, asi 13 km s. od Rychnova nad Kněžnou. Jde o silně zarostlý a částečně zatopený zbytek polojámového lůmku s několika mírně zaoblenými horninovými bloky (až 2 × 1,5 m) a jen malým reliktem silně navětralé stěny, lokalizovaný v mírném svahu při v. straně travnaté lesní cesty asi 100 m v. až vjv. od kóty 632 (N 50° 16,90´, E 16° 17,77´). Lokalita byla zaznamenána v Soupisu lomů ČSSR č. 55 pod číslem 271 (Fajst – Holásek 1961) a hornina, popsaná jako středně zrnitá, špinavě hnědočerná s růžovými skvrnami, byla se zjevnou nejistotou označena jako „mineta?“. Tento výskyt mafické magmatické horniny není uveden v žádné geologické mapě a chybí i v rukopisných mapách 1 : 25 000, uložených v archivu České geologické služby, které byly podkladem pro Přehlednou geologickou mapu Orlických hor (Opletal – Domečka 1983).

Fajst a Holásek (1961) uvedli rozměry jámového lomu 20 m na délku i šířku s možností dalšího rozšíření a domnívali se, že hornina tvoří „menší peň nebo mocnou, ale krátkou žílu“. Velikost a tvar tělesa se vzhledem k charakteru terénu nedá snadno zjistit a je pravděpodobné, že už v době sbírání podkladů pro soupis lomů zašlost této lokality kvalifikovaný odhad velikosti tělesa znemožňovala. V okolí nebyl horninový materiál tohoto charakteru nikde zjištěn kromě sporadických drobných bloků při lesní cestě j.-jv. od lokality, které jsou spíše dokladem transportu vytěženého materiálu po této cestě než indikací pokračování magmatického tělesa. Okolními horninami jsou fylitické metadroby až fylity novoměstského krystalinika. Metadroby vystupují jako skalky v blízkém okolí, např. na dílčí elevaci hřbetu ca 100 m v. od lůmku, a tvoří také skelet na okolních svazích.

Petrografie

Základní hornina je velmi tmavá, masivní, středně zrnitého vzhledu, bohatá na tmavou slídu a obsahující drobné narůžovělé skvrnky živců. Ojediněle se v ní vyskytují žilkovité a nepravidelně naduřující leukokratní segregace mocnosti až 10 cm, středně až hrubě zrnitého vzhledu, nápadně růžové barvy, často s vyvětralými nepravidelnými dutinkami, situovanými hlavně v blízkosti nerovného a v detailu neostrého kontaktu se základní horninou.

Podle mikroskopického výzkumu tvoří lamprofyrickou horninu flogopit až Mg-bohatý biotit, K-živec, albit, v menší míře obsahuje křemen, z akcesorií je zdaleka nejhojnější tence sloupkovitý apatit, sporadicky se vyskytuje rovněž allanit a často hematitizované opakní minerály. Místy hojné jsou světle zelené fylosilikáty a kalcit.

Tmavé slídy jsou hypautomorfní a zčásti až téměř automorfní, dosahují největšího rozměru kolem 0,5–3 mm. Největší tabulky, často mírně zprohýbané (obr. 1), jsou zřetelně zonální se světlejšími jádry (Y, Z – světle okrová) a s převažujícími partiemi červenohnědými (obr. 1a, b). Odpovídají flogopitu s mg = 100Mg/(Mg + Fe) mezi 80 a 69. Tenké lemy flogopitových lupínků jsou jenom zřídka nápadně tmavší jako v typických lamprofyrech. Většinou jsou naopak světlejší a nazelenalé, připomínající chlorit, stále však se středním dvojlomem; podle výrazně sníženého K_2O a sumy

Tabulka 1. Celkové chemické složení magmatických hornin z lesa Jankov u Dobrého (hlavní oxidy v hmot. %, vybrané stopové prvky v ppm)

	1	2	3
SiO_2	52,01	53,89	73,15
TiO_2	0,86	0,799	0,064
Al_2O_3	11,70	11,95	13,17
Fe_2O_3 celk.	(7,19)	6,51	0,88
Fe_2O_3	1,43	–	–
FeO	5,19	–	–
MnO	0,122	0,112	0,033
MgO	8,88	7,78	0,41
CaO	6,31	5,04	1,41
Li_2O	0,011	–	–
Na_2O	1,75	2,09	6,07
K_2O	4,38	4,35	2,03
P_2O_5	0,676	0,70	0,03
CO_2	3,4	–	–
H_2O^+	2,05	–	–
F	0,189	–	–
S	0,017	–	–
H_2O^-	0,26	–	–
ztráta žíháním	–	5,79	1,68
odpočet	–0,084	–	–
suma	99,24	99,01	98,93
K_2O/Na_2O	2,5	2,08	0,33
mg	71,0	70,3	48,0
V	120	139	8
Cr	460	580	14
Co	27	31	4
Ni	110	140	11
Rb	296	266	42
Sr	243	269	407
Y	29	27,2	18,3
Zr	140	162	159
Nb	10,0	10,9	7,8
Cs	11,7	10,4	0,6
Ba	1000	1070	1941
Ce	62,4	57,8	68
Hf	4,1	4,1	4,4
Ta	0,7	0,79	1,1
Th	11,4	13,4	20,4
U	5,3	7,62	5,49

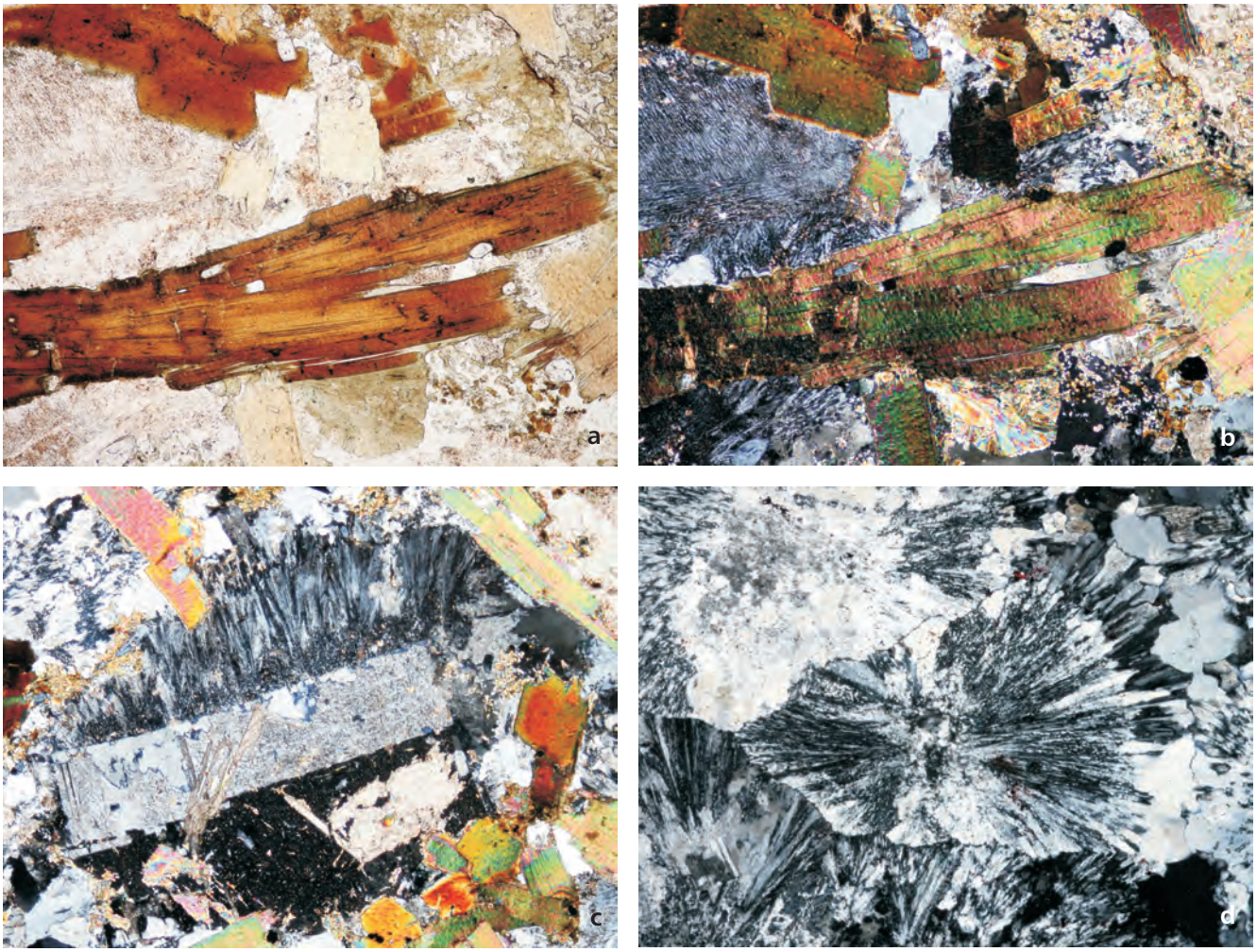
1, 2 – lamprofyrická hornina (vaugnerit až mineta), 3 – leukokratní segregace;
hlavní prvky ve sloupci 1: kompletní silikátová analýza, laboratoř České geologické služby, Praha;
hlavní prvky ve sloupcích 2 a 3 a všechna stanovení stopových prvků – Activation Laboratories, Ltd., Ancaster, Ontario (hlavní prvky ICP, stopové prvky ICP-MS). *mg* = 100 Mg/(Mg + Fe)

mikrosondových analýz odpovídají hydrobiotitu (fylosilikátu se smíšenou strukturou biotitu, resp. flogopitu a vermikulitu). Nahnědle světle zelený hydrobiotit tvoří také šupinkovité až vějířkovité agregáty, jejichž větší shluky připomínají pilitické pseudomorfózy a patrně alespoň zčásti nahrazují nějaký primární mafický minerál. Největší shluky hydrobiotitu mohou mít v centru jemný monominerální agregát chloritu (s nízkým dvojlomem a anomálně šedozelenými interferenčními barvami). K-živec, albit a podružně i křemen tvoří zčásti samostatná zrna velikosti až do 6 mm, zcela běžně uzavírající velké tabulky flogopitu. Velká albitová zrna obsahují hojné šupinky sekundárních slíd a často drobná individua kalcitu, vypovídající o vzniku tohoto albitu z původního běžného plagioklasu. Na tato zrna místy velmi ostře nasedají velmi jemné křemen-živcové symplektity, které se sferoliticky rozrůstají do okolí a tvoří souvislé lemy tloušťky 0,8–1 mm kolem zrn světlých minerálů všude tam, kde jim v růstu nepřekážely jiné krystaly (obr. 1c). Zbylé prostory pak vyplňuje zrnitý křemen, místy též hnízda hrubozrnného kalcitu. Pokud se kalcit stýká se zrnitým křemenem, je křemen vůči němu automorfní. Na kalcit jsou vzácně vázány droboučké agregáty sulfidů, mezi nimiž byl pomocí elektronové mikrosondy identifikován vedle pyritu také sfalerit a v něm zarostlý galenit.

Světlé segregace jsou složeny z alkalických živců, křemene a kalcitu s nepatrným množstvím chloritu, zirkonu a opakních minerálů. Jejich celkové složení odpovídá alkalickoživcovému leukogranitu, překvapující je ale hojná přítomnost sférolitů (obr. 1d). Zrn alkalických živců, která mohla být centry pro sférolitickou krystalizaci, je málo. Většina sférolitů je proto zhruba kulovitých o průměru kolem 2 mm, s dokonalou radiální stavbou a hrubnutím individuí v okrajových částech. Zbylé prostory mezi sférolity opět vyplňuje zrnitý albit, křemen a místy také kalcit. Tento křemen lokálně tvoří monominerální agregáty protáhlých zrn prakticky bez undulózního zhášení a má charakter křemene hydrotermálního; vůči kalcitu je omezen automorfně.

Chemické složení

Chemické složení lamprofyrické horniny je intermediální (po přepočtu na 100 % bez těkavých komponent dosahuje SiO_2 55,3–57,8 hmot. %) a vyznačuje se vysokými obsahy MgO a zároveň i K_2O (tab. 1). Vysoký obsah K_2O (kolem 4,35 hmot. %) i vysoký poměr K_2O/Na_2O (2,1–2,5) řadí tuto horninu mezi ultradraselné podle definice Foley et al. (1987). Obsahy K_2O jsou zhruba uprostřed mezi průměrnými hodnotami pro kersantit a minetu podle Rocka (1991), poměr K_2O/Na_2O je ale mnohem bližší minetě. Primitivní charakter horniny ukazuje vedle obsahu MgO kolem 7,8–8,9 hmot. % také vysoká *mg*-hodnota (70–71) a zvýšené koncentrace Cr a Ni. Vzorek z největší leukokratní segregace je acidní a má výraznou převahu Na_2O nad K_2O. Proti základní hornině jsou v něm zvýšené koncentrace Sr a Ba, ale velmi nízké obsahy tranzitních kovů a výrazně



Obr. 1. Mikrofotografie lamprofyrické horniny z lesa Jankov u Dobrého. a, b – zonální flogopit (a – s jedním nikolem, b – zkřížené nikoly); c – sférolitické obrůstání albitizovaného plagioklasu (zkřížené nikoly); d – leukokratní segregace se sférolitickou strukturou (zkřížené nikoly). Delší strana všech snímků odpovídá vzdálenosti 2,5 mm.

snížené také obsahy Rb a Cs, tj. prvků vázaných hlavně ve flogopitu mateřské horniny.

Diskuse

Mafickou horninu od Dobrého lze na základě petrografie a celkového chemického složení horniny považovat za přechodnou mezi vaugneritem jako plutonickým ekvivalentem kersantitů až minet a lamprofyrem. Celkové složení jednoznačně svědčí o původu magmatu v anomálním litosférickém plášti s obsahem flogopitu. Stáří intruze je s největší pravděpodobností variské, protože hornina nejeví známky regionální deformace a v celé oblasti Orlických hor je řada výskytů minet a také ultradraselných peralkalických žilných hornin variského stáří. Snížené obsahy K_2O a také Rb ve srovnání s minetami ze širší oblasti Orlických hor mohou být způsobeny pervazivní hydrotermální alterací, není však vyloučeno, že draslík zůstal fixován v hydrobiotitu a že jeho celkový obsah je blízký původnímu. Proti běžným minetám z Českého masivu jsou vedle draslíku snížené i obsahy řady dalších pro plášť inkompatibilních prvků jako je Ba, Zr, Nb, lehké vzácné zeminy apod. Makrochemismem nejbližší je hornina ze žíly v. od Nového Města nad Metují, jejíž analýzu (č. 37) uvádí Opletal et al. (1980) pod názvem syenodioritový porfyrit (ve skutečnosti ale jde o minetu).

Nejzajímavější na lamprofyrické hornině od Dobrého není její složení, ale mikrostruktury svědčící o výrazných změnách podmínek v průběhu krystalizace. Sférolitické struktury jsou zcela odlišné od jemnozrnných přikontaktních partií minetových žil např. z oblasti středočeského plutonického komplexu, kde je vznik K-živcových sférolitů pozdním jevem a může být projevem devitrifikace intersticiálního skla během chladnutí žíly (Holub 2004). V mafické hornině od Dobrého a v jejích leukokratních segregacích vznikala před sférolitickou krystalizací velká zrna světlých minerálů, která neměla povahu přinesených fenokrystů, a po etapě sférolitické krystalizace pokračoval vznik hrubých individuí albitu, křemene a karbonátu.

Tento zvláštní vývoj je možné interpretovat jako níže popsaný sled dějů:

1. intruze lamprofyrického magmatu bohatého volatilními komponentami, nesoucího si rané fenokrysty zonálního flogopitu;
2. pokračuje vývoj magmatu plutonickou krystalizací in situ, při níž vzniká hornina charakteru vaugneritu;
3. v pokročilém stadiu krystalizace dochází k lokální segregaci leukokratní intersticiální taveniny bohaté vodou do podoby nepravidelných žilek a kapes;
4. při náhlém poklesu tlaku volatilních komponent, patrně způsobeném explozí ve svrchní části maloobjemového magmatického systému, se solidus taveniny posouvá k vyšším teplotám a zbývající tavenina se tím dostává do podmínek silného přechlazení;
5. vlivem vysokého stupně přechlazení dochází k rychlé heterogenní nukleaci alkalického živce s křemenem na krystalech živců a podružně také křemene z plutonického stadia krystalizace. Světlé minerály rostou velmi rychle s jemně granofyrickou až sférolitickou stavbou agregátů. V leukokratních segregacích s nedostatkem preexistujících krystalů je nukleace obtížnější a dochází ke vzniku úplných sférolitů;
6. ve zbývajících prostorech nevyplněných sférolity a granofyrickými agregáty roste koncentrace volatilních komponent. Míra efektivního přechlazení klesá, prudký růst sférolitů se zastavuje a vzniká omezené množství pozdně magmatického albitu a křemene.
7. Magmatická krystalizace při poklesu teploty přechází v hydrotermální stadium za vzniku hydrobiotitu a albitizace starších živců, ve zbývajícím „volném“ prostoru pak krystalizuje hrubozrnný křemen a kalcit s akcesorickými sulfidy.

Závěr

Lamprofyrická hornina z lesa Jankov přes banální složení mineralogické a chemické je velmi pozoruhodná svým krystalizačním vývojem. Jedinečným způsobem zaznamenává zvraty v podmínkách krystalizace, interpretované jako důsledek prudkých změn tlaku volatilních komponent při epizodické komunikaci malého magmatického systému s povrchem.

Poděkování. Tento výzkum byl umožněn díky podpoře Grantovou agenturou České republiky (grant č. 205/09/0630).

Literatura

FAJST, M. – HOLÁSEK, O. (1961): Soupis lomů ČSSR č. 55, list speciální mapy 1 : 75 000 Náchod 3856. – 153 s. Ústř. úst. geol., Praha.

FOLEY, S. F. – VENTURELLI, G. – GREEN, D. H. – TOSCANI, L. (1987): The ultrapotassic rocks: characteristics, classification, and constraints for petrogenetic models. – Earth Sci. Rev. 2, 81–134.

HOLUB, F. V. (2004): Sférolitické minety středních a jižních Čech. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2003, 105–106.

OPLETAL, M. et al. (1980): Geologie Orlických hor. – 208 s. Ústř. úst. geol., Praha.

OPLETAL, M. – DOMEČKA, K. (1983): Přehledná geologická mapa Orlických hor a situace geologicky významných objektů a chráněných přírodních oblastí 1 : 100 000. – Ústř. úst. geol., Praha.

ROCK, N. M. S. (1991): Lamprophyres. – 285 s. Blackie, Glasgow, London; Van Nostrand Reinhold, New York.