

**Joanna Kowalczyk**

## **Larimar – skarb Dominikany pod lupą geologa**

AGH – Akademia Górniczo - Hutnicza , Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska,

Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii, 30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30;

e - mail: joanna.j.kowalczyk@gmail.com

### **Wprowadzenie**

Larimar, to nazwa handlowa kamienia ozdobnego występującego na świecie jedynie w Sierra de Bohoruco w Prowincji Barahona, w południowo-zachodniej części Republiki Dominikany. Wyjątkowy charakter tej mineralizacji, oprócz rzadkości jego występowania, wynika również ze różnicowanych cech strukturalno-teksturalnych, złożonego składu mineralnego oraz zmienności barwy zaznaczającej się w odcieniach bieli, niebieskiej i zielonej (Woodruff & Fritsch, 1989; Marcuello & Guinea, 1990).

Obecnie w Republice Dominikany larimar pozostaje bardzo dochodowym towarem w obrocie komercyjnym, przynoszącym gospodarce kraju duże korzyści. Biorąc pod uwagę aspekt naukowy, to pod względem petrograficznym, mineralogicznym oraz geochemicznym nie został on jak dotychczas szczegółowo rozpoznany. Potwierdzeniem tego faktu jest chociażby nieliczna literatura światowa, głównie hiszpańsko- i anglojęzyczna, obejmująca zaledwie kilkanaście pozycji (patrz poniżej). Wydaje się zatem celowe nie tylko uzupełnienie, ale przede wszystkim zaktualizowanie stanu wiedzy z zakresu mineralogii niebieskiego pektolitu (głównego składnika larimaru) i innych minerałów mu towarzyszących, możliwych czynników wpływających na barwę tego minerału oraz procesów, w jakich doszło do powstania tej unikatowej mineralizacji.

### **1. Dotychczasowy stan wiedzy nt. larimaru**

Larimar zbudowany jest głównie z włóknistego pektolitu, któremu towarzyszą: kalcyt, natrolit, chalcedon, hematyt, apatyt, tytanit, prenit, danburyt, datolit, chalkozyn, miedź rodzima. Zawiera również duże ilości materii organicznej (Woodruff & Fritsch, 1989; Marcuello & Guinea, 1990; Woodruff & Fritsch, 1989). Pektolit, pod względem mineralogicznym, jest krzemianem wapnia i sodu  $\text{NaCa}_2\text{Si}_3\text{O}_8(\text{OH})$  z grupy wollastonitu (Bolewski & Manecki, 1993). Często zawiera domieszki  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Krystalizuje w układzie trójskośnym, tworząc kryształy o pokroju igiełkowym, rzadziej tabliczkowym, niekiedy też w formie radialnie ułożonych włókien. Najczęściej kryształy te są białe, szarawe, żółtawe, a także bezbarwne. Minerał ten wykazuje doskonałą łupliwość wzdłuż płaszczyzn [100] oraz [001]. Jego twardość wynosi 4,5 do 5 w skali Mohsa. Pod względem optycznym jest to minerał anizotropowy, dwuosiowy (+), o współczynnikach załamania światła:  $n_\alpha = 1.594 - 1.610$ ;  $n_\beta = 1.603 - 1.614$ ;  $n_\gamma = 1.631 - 1.642$ ;

dwójłomności  $\Delta = 0.037$ . Bardzo często tworzy asocjacje z zeolitami, datolitem i prehnitem (Anthony et al., 1995). Spotykany jest m.in. w: Polsce, USA, Kanadzie, Włoszech (Włodyka et al., 1999).

W przypadku wystąpień w Sierra de Bohoruco w Republice Dominikanie pektolit krystalizuje głównie w żyłach oraz szczelinach spękań kredowo-eoceńskich bazaltoidów iniekujących wapienie krystalicznego podłoża, a także w strefie kontaktu zasadowego wulkanitu ze skałami węglanowymi. Unikatowym zjawiskiem jest występowanie larimaru we wnętrzu zatopionych w potokach lawowych fragmentów drzew, który wypełnia je całkowicie lub też zastępuje jedynie centralne, stwardniałe części drzewa, tym samym tworząc kolejną odmianę strukturalno-teksturalną larimaru (Espí & Pérez-Puig, 2009, Wagner et al, 2017).

Duże kontrowersje wzbudza barwa pektolitu, która zmienia się od niebieskiej poprzez zieloną (o różnym stopniu nasycenia barwy podstawowej), aż do białej. W literaturze światowej funkcjonuje pogląd, że za niebieską barwę odpowiadają domieszki miedzi (Woodruff & Fritsch, 1989), a także domieszki manganu, wanadu, ołowiu (Kloprogge & Wood, 2016) a nawet materii organicznej (Woodruff & Fritsch, 1989; Bente et al., 1991; Espí & Borrego, 2008). To zagadnienie wymaga dalszych specjalistycznych badań, co jest zamierzeniem autorki w najbliższym czasie.

Wytłumaczenia wymaga także różna twardość pektolitu występującego w larimarze. Według danych literaturowych (Woodruff & Fritsch, 1989) wielkość tego parametru, pomierzona na świeżej powierzchni drobnowłóknistej jego odmiany, zmienia się znacząco, osiągając wartość 5-6, a nawet 7 w skali Mohsa, co zasadniczo różni się od twardości pektolitu z innych wystąpień na świecie.

## **2. Wyniki badań**

Przedmiotem dotychczasowych badań były próbki larimaru przywiezione z Republiki Dominikany przez grupę polskich geologów w trakcie dwóch wypraw naukowych, które odbyły się w okresach 26.11–06.12.2013 oraz 1.02–14.02.2016. Oprócz larimaru, badaniom poddano także próbki skały macierzystej (bazaltoidu) oraz zlarimaryzowane fragmenty drzew. Były to: obserwacje makroskopowe, badania mikroskopowe przy zastosowaniu mikroskopu polaryzacyjnego do światła przechodzącego i odbitego oraz mikroskopu elektronowego skaningowego, badania dyfraktometryczne (XRD), katodoluminescencyjne (CL), a także analizy chemiczne w mikroobszarze (EPMA).

Na podstawie obserwacji makroskopowych wydzielono dwa typy larimaru, tj. centryczny (C) oraz niecentryczny (NC), a wśród nich 7 klas. Przy opisie cech strukturalno-teksturalnych poszczególnych odmian zastosowano terminologię podaną dla agatów (Rzymełka, 1990), tym samym podkreślając podobieństwo obu tych procesów mineralotwórczych, tj. pektogenezy i agatogenezy. Badania próbek skał macierzystych (bazaltoidów) wskazują na ich silne

przeobrażenie. W obrazie mikroskopowym skały te posiadają struktury porfirowe oraz tekstury bezładne. Ciasto skalne jest zrekrytalizowane; widoczne są w nim drobne słupki piroksenów i/lub amfiboli oraz tabliczki plagioklazów. Prakryształy są reprezentowane przez zserpentyinizowane oliwiny i/lub pirokseny, które uległy częściowej chlorytyzacji. Pojedyncze kryształy oliwinów zostały częściowo zastąpione przez iddingsyt. W próbkach najsilniej zmienionych widoczne są pseudomorfozy pektolitu po plagioklazach. Wyniki te potwierdzają również wykonane analizy XRD.

Oprócz pektolitu, głównego składnika larimaru, stwierdzono również obecność: hematytu, natrolitu, apatyty, kalcytu, miedzi rodzimej (Kowalczyk et al., 2015), a także materii organicznej. Zaobserwowano ponadto zmienną mikroporowatość w różnych strefach barwnych larimaru (SEM), wyraźnie wyższą w odmianach białych, a malejącą w intensywnie niebieskich, co przypuszczalnie ma wpływ na twardość tych odmian pektolitu. Na podstawie wstępnych badań chemicznych różnych odmian barwnych pektolitu (ok. 300 analiz EPMA) udało się ustalić, że głównymi składnikami są:  $\text{Si}^{4+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ , natomiast dla odmian ciemnoniebieskich i niebieskich charakterystyczne są podwyższone udziały  $\text{Al}^{3+}$  i  $\text{Fe}^{2+}$ ; dla odmiany zielonej  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  a dla odmiany białej głównie  $\text{Mn}^{2+}$ . Zawartości Mg, Ti, Cu, P, Ni, Co są na poziomie progu detekcji. Właściwości katodoluminescencyjne (CL) zarejestrowano dla jasnoniebieskiej odmiany larimaru. Na widmach CL zarejestrowano pasma pochodzące od jonów  $\text{Mn}^{2+}$ , przy 610 nm (Gorobets & Rogojine, 2002) oraz 580 nm (Gaft et al., 2005). W przypadku dominikańskiego pektolitu jego intensywną luminescencję w barwach żółtych należy wiązać również z jonami  $\text{Mn}^{2+}$ , które wywołują linię emisyjną przy 577 nm.

### 3. Literatura

- Anthony J.W., Bideaux R.A., Bladh K.W., Nichols M.C., 1995, reprinted 2003. The Handbook of Mineralogy vol. 2.
- Bente K., Thum R., Wannemacher J., 1991. Colored Pectolites, so called „Larimar”, from Sierra de Bahoruco, Barahona Province, southern Dominican Republic. N. Jb. Min. Mh., vol. 1, s. 14-22.
- Bolewski A., Manecki A., 1993. Mineralogia szczegółowa. PAE, Warszawa.
- Espi J. A., Borrego A. G., 2008. Petrographic assessment of organic material associated to pectolite deposits in Dominican Republic, implications for its genesis. International Conference on coal and organic petrology ICCP – TSOP, Abstracts, Oviedo, Spain.
- Espi J.A., Pérez-Puig C., 2009. El proyecto sobre el estudio geológico u realización de infraestructuras de apoyo a la minería del Larimar en la República Dominicana. Publicación tecnológica y docente de la Escuela de Minas de Madrid, vol. 6, s. 102-113 [in Spanish].
- Gaft M., Reisfeld R., Panczer G, 2005. Luminescence spectroscopy of minerals and materials. Springer. Berlin.
- Gorobets B.S & Rogojine A.A, 2002. Luminescent spectra of minerals. Reference-book. PRC VIMS. Moskwa.

- Kloprogge J. Theo & Wood Barry J., 2016. X-ray Photoelectron Spectroscopy study of so-called "Larimar", blue pectolite from the Dominican Republic. *SDPR Journal of Earth Sciences & Environmental Studies*, vol. 1, nr 2, s. 1-5.
- Kowalczyk J., Natkaniec-Nowak L., Wachowiak J., 2015. Larimar – a unique pectolite rock from the Dominican Republic. *Geology, Geophysics & Environment*, vol. 41(1), s. 101-102.
- Rzymełka, J.A., 1990. Polskie zwyczajowe nazwy agatów (słownik), *Geologia*, 10/11: 116-129. Uniwersytet Śląski
- Wagner M., Wachowiak J., Kowalczyk J., Natkaniec-Nowak L., Heflik W., George C., 2017. Petrographic and mineralogical studies of fossil charcoal from Sierra de Bahoruco (Barahona Province, Dominican Republic), *International Journal of Coal Geology* vol. 173, 142–149.
- Włodyka R., Wrzalik R., Kapusta J., 1999. Pectolite from the Międzyrzecze dolerite sill, Bielsko-Biala vicinity. *Miner. Pol.*, vol. 30, s. 3-15.
- Woodruff R.E., Fritsch E., 1989. Blue Pectolite from the Dominican Republic. *Gems & Gemol.*, s. 216-225.