

# XÁC ĐỊNH BIẾN LOẠI CỦA FELDSPAR TRONG PEGMATIT GRANIT MINH TIẾN, LỤC YÊN

NGUYỄN THỊ MINH THUYẾT, NGUY TUYẾT NHUNG

E-mail: [nguyen.thuyet@gmail.com](mailto:nguyen.thuyet@gmail.com)

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

Ngày nhận bài: 9 - 10 - 2010

## 1. Mở đầu

Lục Yên được biết đến là vùng mỏ giàu tiềm năng đá quý như ruby, saphir, spinel và tourmaline. Những năm gần đây, cùng với việc tìm thấy tourmalin chất lượng ngọc trong một số thân pegmatit còn phát hiện một biến loại của khoáng vật microcline là amazonit. Thân pegmatit chứa amazonit được thấy ở xã Minh Tiến, huyện Lục Yên [10-12].

Cho đến nay mới chỉ có một công bố về tourmalin Minh Tiến, Lục Yên đã nhắc tới amazonit vùng này [14]. Tuy nhiên, tác giả cho rằng amazonit là loại amazonit-orthoclas (nghĩa là amazonit không điển hình). Vì vậy, bài báo sẽ đề cập đến các đặc điểm tinh thể, thành phần hóa học, màu sắc của feldspar trong pegmatit Minh Tiến và đối sánh với các đặc điểm của amazonit từ Madagaskar, Nigeria, Namibia nhằm làm sáng tỏ biến loại của feldspar vùng nghiên cứu có phải là amazonit thực sự hay không?

## 2. Khái quát về các biến loại của feldspar

Feldspar là nhóm khoáng vật aluminosilicat, cấu trúc khung, được biểu diễn dưới dạng công thức hóa học như sau:  $XAl(Al,Si)Si_2O_8$ . Đá mặt trăng - moonstone, đá mặt trời - sunstone và đá amazon - amazonit là ba biến loại chính được sử dụng làm đồ trang sức của nhóm khoáng vật này.

Đá mặt trăng là biến thể của orthoclas (thuộc dãy K-feldspar, công thức hóa học là  $KAlSi_3O_8$ , kết tinh trong hệ một nghiêng) có các màu trắng, vàng, cam hoặc xám, mờ đục và có ánh ngọc trai [2], truy cập website: [<http://www.wisegeek.com/what-is-moonstone.htm>].

Đá mặt trời là biến thể của labrado, oligocla (thuộc dãy plagiocla, có công thức hóa học  $(Na,Ca)Al(Al,Si)Si_2O_8$ , kết tinh trong hệ ba nghiêng), không màu. Nhưng khi có ánh sáng chiếu vào từ các hướng khác nhau thì xảy ra hiệu ứng quang học làm cho nó rực rỡ, đặc biệt là khi chúng có chứa các vảy hematit [2].

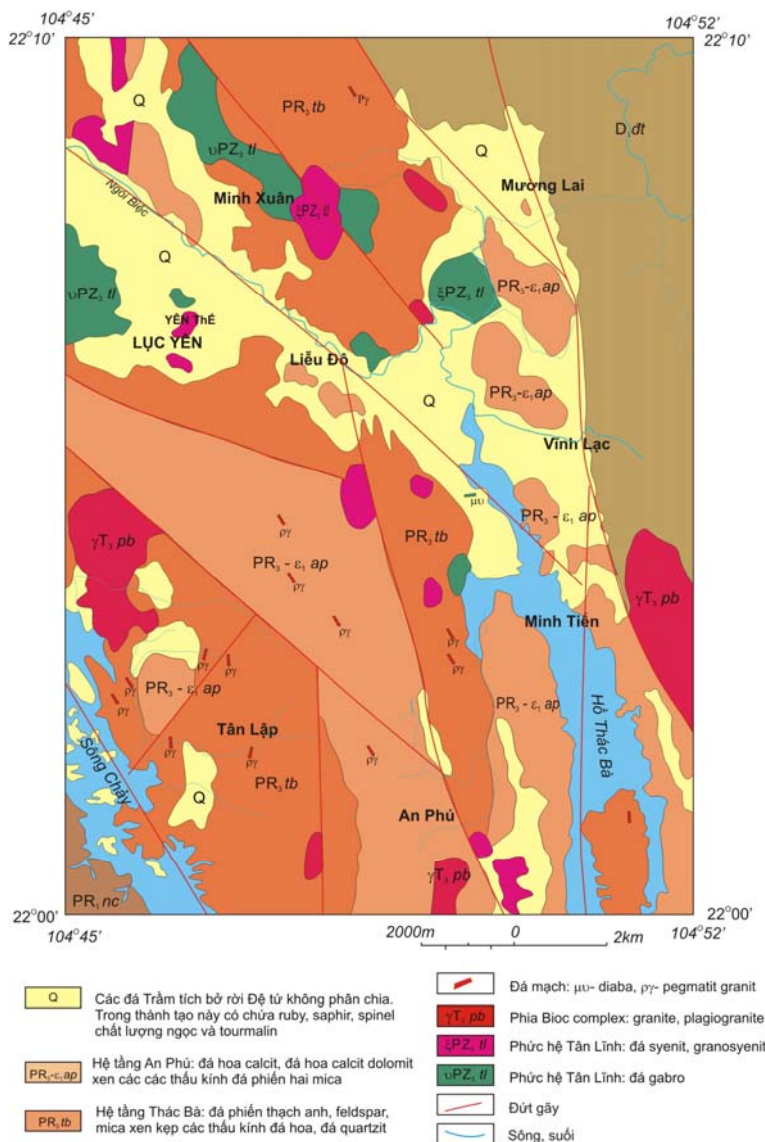
Amazonit hay còn gọi là “đá amazon” được xác định là biến loại màu xanh của feldspar kali  $KAlSi_3[Si_2O_8]$  và kết tinh trong hệ ba nghiêng (nghĩa là biến thể của khoáng vật microcline). Năm 1971, Cech và những người khác [3] đã mở rộng xác định này và cho rằng, amazonit bao gồm cả orthoclas. Cho đến trước 1985, nguyên nhân gây màu của amazonit còn là điều bí ẩn. Nhiều người đã cho rằng amazonit có màu xanh là do chứa đồng (Cu) bởi vì các hợp chất của đồng (Cu) thường có màu xanh dương hoặc màu xanh lá cây. Những kết quả nghiên cứu của Hofmeister và Rossman [5, 6] đã tìm ra nguyên nhân gây màu của amazonit là do nguyên tố chì (Pb) và nước trong cấu trúc của tinh thể feldspar. Có hai cách để nguyên tố Pb tham gia vào cấu trúc của feldspar kali:  $Pb^{2+} + Al^{3+}$  thay cho  $K^+ Si^{4+}$  và  $Pb^{2+} + \square$  thay cho  $2K^+$  tạo ra lỗi cấu trúc (defect structure). Tuy nhiên,  $Pb^{2+}$  không gây màu mà do  $Pb^{3+}$ .  $Pb^{3+}$  được hình thành do sự phân ứng của  $Pb^{2+}$  với sản phẩm phân ly của nước bao quanh cấu trúc. Vì vậy, nhóm tác giả này đã đề nghị mở rộng amazonit bao gồm các biến loại feldspar có màu tương tự. Theo nhóm nghiên cứu này, có bốn kiểu màu khác biệt: (i) màu lam (blue) kiểu B - Microcline perthit thấp Pb (PbO nhỏ hơn 0,2%); (ii) Màu lục (green) kiểu G - orthoclas cao Pb (PbO lớn hơn 1%, thậm chí tới 1,8%); (iii) kiểu D - microcline chứa hàm lượng Pb trung bình;

(iv) kiểu T với màu lam như turquoise. Sau đó, nghiên cứu của Ivan Petrov và những người khác (1993) chỉ ra rằng cặp  $[Pb-Pb]^{3+}$  là nguyên nhân gây màu và đặc trưng của amazonit loại microcline, mà loại orthoclas hoặc plagioclas không có [7]. Tâm  $[Pb-Pb]^{3+}$  thường được hình thành trong feldspar trật tự (ordered feldspar). Vì vậy, Ivan Petrov đề nghị amazonit điển hình chỉ là biến loại của microcline. Năm 1998, A. Julg chỉ ra rằng màu xanh lục của amazonit (biến loại của microcline) là do  $Pb^+$  còn màu lam là do  $Pb^{3+}$  [1].

Amazonit là một biến loại khá hiếm. Trước đây nó chỉ thấy ở khu vực Miass ở vùng núi Ilmen, cách Chelyabinsk, Nga 50 dặm về phía tây nam. Đến nay, amazonit đã được tìm thấy ở Hoa Kỳ, Australia, Madagascar, Namibia, Nigeria và Brazil,... Amazonit thường thấy trong pegmatit granit, cộng sinh cùng khoáng vật K-feldspar bình thường trong môi trường giàu Pb [3, 4, 5, 9, 13].

### 3. Đặc điểm địa chất vùng mỏ

Vùng mỏ Lục Yên bao gồm các thành tạo địa chất chủ yếu sau đây (hình 1):



Hình 1. Sơ đồ địa chất vùng Lục Yên [14]

- Các đá phiến thạch anh, feldspar, mica xen kẹp các thấu kính đá

hoa, đá quartzit của hệ tầng Thác Bà ( $\text{PR}_{3\text{tb}}$ );

- Đá hoa calcit, đá hoa calcit dolomit xen các thấu kính đá phiến hai mica của hệ tầng An Phú ( $\text{PR}_{3-\epsilon_1\text{ap}}$ ). Trong hệ tầng có chứa ruby, saphir và spinel chất lượng ngọc;

- Các đá trầm tích bờ rời Đệ Tứ không phân chia. Trong thành tạo này có chứa ruby, saphir, spinel chất lượng ngọc và tourmalin;

- Các đá gabro, syenit, granosyenit của phức hệ Tân Lĩnh ( $\text{v}\xi\text{PZ}_2\text{tl}$ );

- Các đá granit, plagiogranit của phức hệ Phia Bioc ( $\gamma\text{T}_{3\text{pb}}$ );

- Pegmatit granit, đai, mạch diaba không rõ tuổi.

### 4. Mẫu nghiên cứu, phương pháp phân tích

Mẫu nghiên cứu được thu thập từ thân pegmatit xã Minh Tiên (hình 2, 3, 4a, 4b), huyện Lục Yên có những đặc điểm sau: kích thước lớn, màu xanh lục - lục nhạt, đục, rất hiếm thấy bán trong; đi cùng thạch anh ám khói, tourmalin, lepidolit và cleavelandit. Ngoài ra, các tác giả còn phân tích một số mẫu amazonit điển hình do giáo sư Wolfgang Hofmeister cung cấp (amazonit Madagascar - hình 5; Namibia - hình 6; và Nigeria - hình 7) nhằm đối sánh với feldspar vùng nghiên cứu.



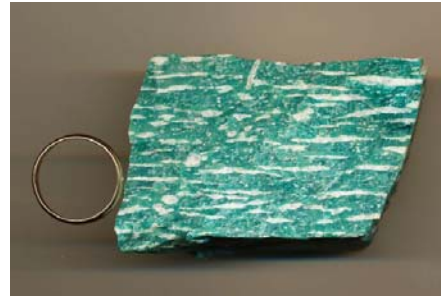
Hình 2. Thân pegmatit nguyên tố hiếm tại xã Minh Tiến



Hình 3. Feldspar (màu xanh lục nhạt) trong pegmatit Minh Tiến



Hình 4. Feldspar tinh thể vùng Minh Tiến



Hình 5. Amazonit Madagascar



Hình 6. Amazonit tinh thể (Namibia)



Hình 7. Amazonit Nigeria

Đặc điểm tinh thể của feldspar được xác định từ năm mẫu bột bằng phương pháp nhiễu xạ Ronghen (XRD); sử dụng máy Siemens 3000TT, ống đồng (Cu), góc  $2\theta$  quay từ 5 đến  $80^\circ$ , tốc độ quay là  $0,6^\circ/\text{phút}$ . Thành phần hóa học được xác định bằng phương pháp huỳnh quang tia X (XRF). Các nguyên tố chính được xác định từ đĩa thủy tinh, chuẩn bị bằng cách nghiền mẫu thành bột. Trộn đều 0,4g mẫu bột với 5,2g  $\text{LiBO}_4$ . Hỗn hợp này được đổ vào cốc (95% Pt-5% Au) và nung nóng ở  $1000^\circ\text{C}$  để tạo thành các đĩa thủy tinh. Các nguyên tố vi lượng, nguyên tố vết được xác định ở dạng đĩa bột, chuẩn bị bằng cách trộn đều 6g mẫu bằng sáp kết dính (Hoechst) sau đó đúc thành đĩa và nung khô. Các nguyên tố chính, nguyên tố vi lượng và nguyên tố vết được phân tích trong một phổ kế BRUKER SRS3000. Hai phương pháp, XRD và XRF, được tiến hành tại Viện Địa chất;

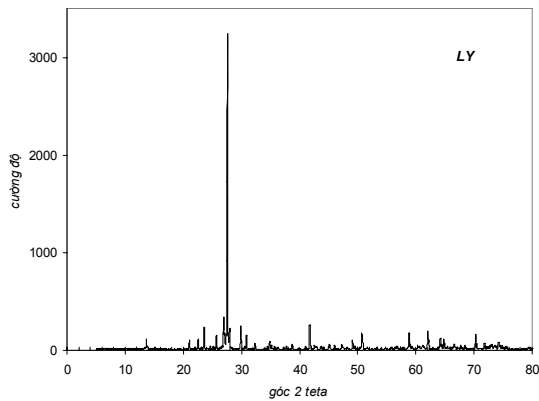
Khoa hóa, Dược và Khoa học Trái Đất, Trường Đại học Johannes Gutenberg, Mainz, CHLB Đức.

## 5. Kết quả và thảo luận

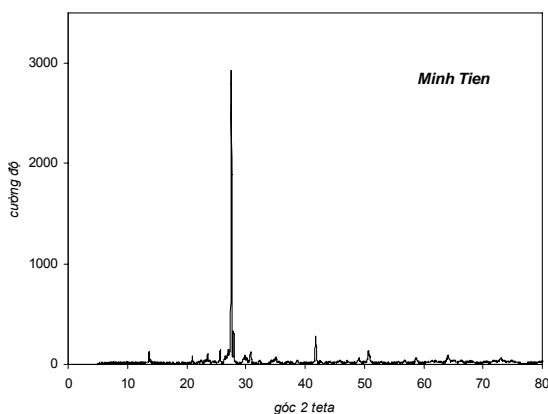
### 5.1. Đặc điểm tinh thể

Feldspar Minh Tiến có dạng tinh thể hoàn chỉnh đến tha hình, kích thước tương đối lớn (hình 3, 4a, 4b), có khi tới trên 10cm.

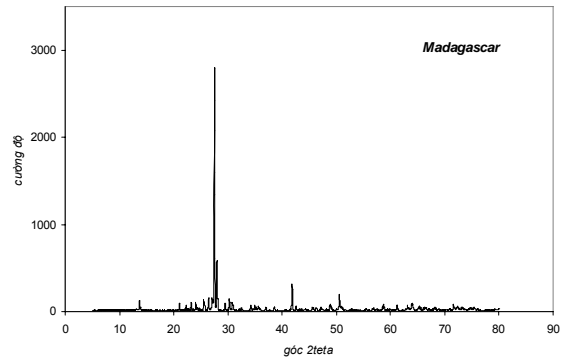
Từ kết quả nghiên cứu bằng phương pháp nhiễu xạ Ronghen (hình 8-12, bảng 1) feldspar Minh Tiến (hai mẫu Minh Tiến, LY) và các vùng đối sánh đều gồm các hợp phần microcline và albit. Tuy nhiên, mức độ trật tự của các hợp phần là khác nhau. Feldspar Minh Tiến gồm microcline trật tự trung bình và albit trật tự. Amazonit Madagascar gồm microcline trật tự và albit trật tự. Amazonit Nigierira gồm microcline trật tự trung bình và albit không trật tự. Amazonit Namibia gồm microcline trật tự và albit trật tự. Như vậy, feldspar Minh Tiến là khoáng vật microcline.



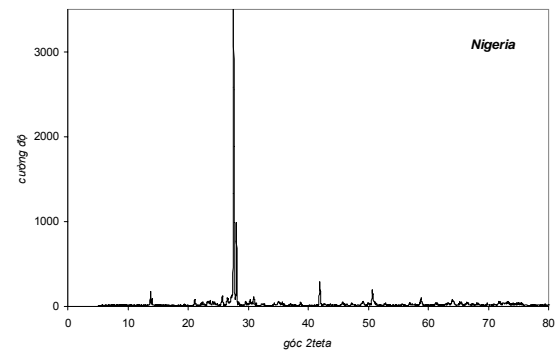
Hình 8. Phổ Ronghen của feldspar Minh Tiến (mẫu LY)



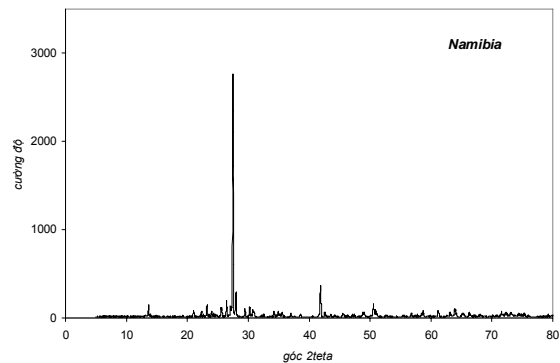
Hình 9. Phổ Ronghen của feldspar Minh Tiến (mẫu Minh Tiến)



Hình 10. Phổ Ronghen của amazonit Madagascar



Hình 11. Phổ Ronghen của amazonit Nigierira



Hình 12. Phổ Ronghen của amazonit Namibia

**Bảng 1. Hợp phần khoáng vật của feldspar Minh Tiến và các vùng đối sánh**

Mẫu	Microcline trật tự	Microcline Trật tự trung bình	Albit trật tự	Albit không trật tự
Minh Tiến		+	+	
LY		+	+	
Madagascar	+		+	
Nigeria		+		+
Namibia	+		+	

## 5.2. Màu sắc

Cơ chế gây màu trong amazonit là do tâm màu  $[Pb - Pb]^{3+}$  [1, 6, 8]; Điều kiện thuận lợi để hình thành các tâm màu là trong microcline trật tự và giàu các nguyên tố phóng xạ U, Th, Rb [8]. Như vậy, màu sắc của amazonit được quyết định bởi hàm lượng các nguyên tố Pb và một phần bởi các nguyên tố U, Th, Rb và cấu trúc tinh thể của chúng.

Feldspar Minh Tiến có màu xanh lục nhạt, bán trong suốt (hình 4a) đến đục (hình 4b), giống những đặc điểm của amazonit điển hình.

So với mẫu ở một số nơi có thể thấy chúng có màu nhạt hơn của amazonit Madagascar (hình 5) nhưng đậm hơn amazonit Namibia (hình 6) và Nigeria (hình 7). Đặc điểm này có thể do hàm lượng nguyên tố Pb trong amazonit Madagascar là cao nhất, tiếp đến là trong feldspar Minh Tiến, thấp nhất là amazonit Namibia.

## 5.3. Thành phần hóa học

Thành phần hoá học (bảng 2) cho thấy feldspar Minh Tiến và các vùng đối sánh đều có hàm lượng tương tự (chỉ số Or đều từ xấp xỉ 80% đến trên 85%), chỉ số An rất thấp, không có sự xuất hiện

**Bảng 2. Thành phần hóa học (%) của feldspar Lục Yên (MT-LY1 và MT-LY2) và amazonit đối sánh (phương pháp XRF)**

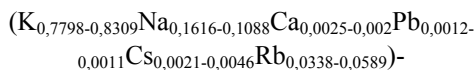
	Minh Tien	LY	Madagascar	Namibia	Nigeria
SiO <sub>2</sub>	64,44	63,90	64,21	64,10	64,85
TiO <sub>2</sub>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,18	18,32	18,32	18,11	18,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (t)	0,15	0,07	0,14	0,17	0,10
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,05	0,04	0,06	0,32	0,06
Na <sub>2</sub> O	1,79	1,20	1,95	1,13	2,33
K <sub>2</sub> O	13,13	13,93	13,36	14,40	13,11
PbO	0,0939	0,0896	0,1819	0,0048	0,0368
Cs <sub>2</sub> O	0,1073	0,2309	0,0424	0,0070	0,0153
Rb <sub>2</sub> O	1,2950	1,9608	0,5375	0,5409	0,2301
LOI	0,57	0,57	0,64	0,58	0,4
Tổng	99,82	100,32	99,45	99,37	99,66
Số cation theo 8 oxy					
Si	3,0002	2,9882	2,9920	2,9950	2,9930
Ti	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
Al	0,9975	1,0096	1,0060	0,9972	1,0073
Fe	0,0053	0,0025	0,0049	0,0060	0,0035
Mg	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ca	0,0025	0,0020	0,0030	0,0160	0,0030
Na	0,1616	0,1088	0,1762	0,1024	0,2085
K	0,7798	0,8309	0,7941	0,8582	0,7718
Pb	0,0012	0,0011	0,0023	0,0001	0,0005
Cs	0,0021	0,0046	0,0008	0,0001	0,0003
Rb	0,0388	0,0589	0,0161	0,0162	0,0068
Tổng cation	4,9892	5,0070	4,9958	4,9916	4,9950
% mol					
An	0,25	0,20	0,30	1,60	0,30
Ab	16,16	10,88	17,62	10,24	20,85
Or	77,98	83,09	79,41	85,82	77,18

của nguyên tố Mg, Mn hoặc hàm lượng thấp dưới ngưỡng phân tích.

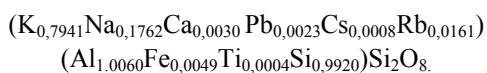
Đối sánh với các mẫu nghiên cứu có thể thấy điểm đặc biệt của feldspar Minh Tiến là có hàm lượng Pb, Rb và Cs cao và đặc biệt cao đối với nguyên tố Rb (lên tới xấp xỉ 1%). Tuy nhiên, điểm đáng lưu ý ở đây là hàm lượng nguyên tố Pb và Cu vì Pb là nguyên tố gây màu cho amazonit còn Cu cũng là nguyên tố thường tạo màu xanh cho nhiều khoáng vật. Kết quả phân tích cho thấy Pb trong amazonit Madagascar có hàm lượng cao nhất, tiếp đến là trong feldspar Minh Tiến, amazonit Nigeria và cuối cùng là amazonite Namibia. Đặc điểm này hoàn toàn phù hợp với đặc điểm màu sắc của chúng như đã đề cập trên. Còn đối với Cu có thể thấy rõ ràng là Cu ở mức hàm lượng chỉ vài ppm, không phải là nguyên nhân gây nên màu xanh của feldspar cũng như các mẫu amazonit nghiên cứu. Các nguyên tố Ga, Zr, Zn, Ni, Cr, Ba xuất hiện với hàm lượng thấp hơn.

Từ thành phần hóa học (bảng 2) có thể tính công thức hóa học những mẫu nghiên cứu như sau:

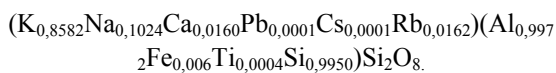
- Feldspar Minh Tiến:



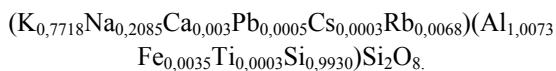
- Amazonit Madagascar :



- Amazonit Namibia:



- Amazonit Nigeria:



Kết quả phân tích hàm lượng nguyên tố vi lượng, nguyên tố vết trong feldspar trong khu vực Minh Tiến và amazonit Madagascar, Nigeria, Namibia (bảng 3) cho thấy mặc dù khác biệt nhưng chúng có những gần gũi nhau ở đặc trưng: Cr, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Zr, Cs, Ba, Pb.

**Bảng 3. Hàm lượng (ppm) nguyên tố vi lượng và nguyên tố vết của feldspar Lục Yên (Minh Tiến, LY) và amazonit đối sánh (phương pháp XRF)**

	Minh Tiến	Luc Yen	Madagascar	Namibia	Nigeria
Sc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
V	0,0	0,0	0,0	3,0	4,0
Cr	9,0	8,0	7,0	10,0	8,0
Co	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ni	12,0	19,0	8,0	5,0	0,0
Cu	5,0	7,0	6,0	6,0	4,0
Zn	11,0	7,0	9,0	9,0	7,0
Ga	67,0	61,0	76,0	97,0	49,0
Rb	6117,0	9262,0	2539,0	2555,0	1087,0
Sr	0,0	0,0	29,0	5,0	33,0
Y	0,0	0,0	35,0	9,0	7,0
Zr	22,0	19,0	21,0	18,0	18,0
Nb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cs	506,0	1089,0	200,0	33,0	72,0
Ba	7,0	27,0	83,0	22,0	159,0
W	0,0	0,0	10,0	1,0	0,0
Pb	872,0	832,0	1689,0	45,0	342,0
Th	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
U	0,0	0,0	0,6	1,2	0,2

## 6. Kết luận

Từ những kết quả nghiên cứu trên có thể đưa ra một số kết luận sau:

- Biến loại của feldspar Minh Tiến, Lục Yên, tỉnh Yên Bái, Việt Nam là amazonit điển hình.

- Amazonit Minh Tiến, Lục Yên có các đặc điểm sau: gồm các hợp phần microcline trật tự trung bình (intermediated microcline) và albit trật tự (ordered albite) với thông số 77.98 - 83.09; Ab = 16,12 - 10,88 và An = 0,25-0,2. Amazonit có kích thước lớn; màu xanh lục sáng, lục nhạt; hàm lượng Pb ở mức trung bình (832 - 872ppm), hàm lượng nguyên tố kiềm hiếm (Cs) cao: 506 - 1089, Rb đặc biệt cao: 6117 - 9262.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được thực hiện có sự hỗ trợ kinh phí của Đề tài nhóm B - ĐHQG Hà Nội, mã số QG-10-09; Dự án TRIG - ĐHQG Hà Nội; đặc biệt sự hỗ trợ phân tích và cung cấp mẫu của giáo sư Wolfgang Hofmeister. Tập thể tác giả xin bày tỏ sự cảm ơn tới tất cả những hỗ trợ và giúp đỡ quý báu trên.

## TÀI LIỆU DẪN

[1] A. Julg, 1998: A theoretical study of the absorption spectra of  $Pb^{2+}$  and  $Pb^{3+}$  insite  $K^{+}$  of

Microcline: application to the color of amazonit. *Phys Chem Minerals* 25, 229-233.

[2] *Brian Jackson*, 2006: Feldspar Group. Gems, their sources, descriptions and identification. Sixth Edition. Butterworth-Heinemann, Elsevier, 238-283.

[3] *Cech, F., Misar, Z., and Povondra, P.*, 1971: Agreen lead - containing orthoclase. *Tschermaks mineralogist and petrologist*, 213-231.

[4] *Foord, E.E., and Martin, R.F.*, 1979: Amazonite from the Pickes Peak Batholith. *Mineralogical Record*, 10, 373-382.

[5] *Hofmeister, A.M and Rossman, G.R.*, 1985: A spectroscopic study of irradiation coloring of amazonit: Structurally hydrous, Pb-bearing feldspar. *American Mineralogist*, Vol.70, 794-804.

[6] *Hofmeister, A.M and Rossman, G.R.*, 1986: A spectroscopic study of blue radiation coloring in plagioclase. *American Mineralogist*, Vol.71, 95-98.

[7] *Ivan Petrov, R. M. Mineeva, L. V. Bershov, Andreas Agel*, 1993: EPR of [Pb-Pb]<sup>3+</sup> mixed valance pairs in amazonit - type microcline. *American Mineralogist*, Vol.78, 500-510.

[8] *J.C.R. Mittani, N.F. Cano and S. Watanabe*, 2005: Use of [Pb-Pb]<sup>3+</sup> center of the amazonite for dating. *Applied Radiation and Isotopes*, Vol.62, Issue 2, 251-254.

[9] *Mikhail Ostrooumov and Arun Banerjee*, 2005: Typomorphic features of amazonitic K-feldspar from

the Keivy granitic pegmatite (Kola Peninsula, Russia). *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen* 85. 89-102.

[10] *Nguy Tuyet Nhung, Nguyen Thi Minh Thuyet, Vu Ngoc Anh, Nguyen Van Nam*, 2005: Gem tourmaline in Luc Yen rare metal pegmatite. *Proceeding of the International Symposium, Hanoi*, September 26 - October 2.

[11] *Nguy Tuyết Nhung, Nguyễn Thị Minh Thuyết*, 2005: Xác định các biến loại tourmalin chất lượng ngọc vùng Lục Yên bằng phương pháp nhiễu xạ rơnghen. *Tạp chí Địa chất, loạt A, số 289*, 42-50.

[12] *Nguy Tuyết Nhung, Nguyễn Thị Minh Thuyết, Nguyễn Ngọc Trường, Vũ Ngọc Anh, Nguyễn Văn Nam*, 2005: Đặc điểm thành phần khoáng vật của pegmatit chứa đá quý vùng Lục Yên. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học 60 năm Địa chất Việt Nam*, 713-722.

[13] *Robert F. Martin, Caterina De Vito, and Federico Pezzotta*, 2008: Why is amazonit K-feldspar an earmark of NYF-type granitic pegmatites? Clues from hybrid pegmatites in Madagascar. *American Mineralogist*, Vol.93, No.2-3, 263-269.

[14] *W. E. Wilson*, 2007: Tourmaline from the Minh Tien pegmatite, Luc Yen Mining District, Yenbai Province, Vietnam. *Mineralogical Record*, 2007, Vol.38, No.6, 453-457.

[15] *Địa chất và Khoáng sản, tỷ lệ 1:50.000 từ Yên Thế, nhóm từ Lục Yên Châu*, 1999: Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.

## SUMMARY

### To determine varieties of the k-feldspar of pegmatite from Minh Tien, LucYen

Amazonite or "amazon stone" is a bright to dark green (with some bluish hue) variety of microcline mineral. The results of XRD, XRF, and petrographic microscopy have confirmed appearance of amazonite in Luc Yen, North West of Vietnam. They are characterized by the variety of microcline that includes intermediate microcline and ordered albite with according parameters: Or = 77.97 to 83.08, Ab = 16.16 to 10.88 and An is 0.25 to 0.2. Moreover, the crystal of amazonite is in big size (usually greater than 1 cm even larger 10cm). They are pale and light green, opaque to semi-transparent. Especially, the content of Pb is medium (832 - 872ppm), the content of rare elements (Cs, Rb) are high that changed from 506 to 1089, 6117 to 9262 ppm respectively. All above characteristics imply that variety of Minh Tien K-feldspar is an usual amazonite.