



Chemical and Physical Properties Analysis of Carbonate Rocks from Vang Vieng, Lao PDR

Keositthiphone Chanthala*^{1,2}; Sengthong Bounyavong¹; Sounthone Singsoupho¹; Sackxay Sompaserth¹; Khamla Khanthavy^{1,2}, Khamphay Sanlasy³, Lemthong Lathdavong¹

Department of Physics, Faculty of Natural Sciences, National University of Laos, Lao PDR

*Correspondence: Keositthiphone

Chanthala, Department of Physics,

Faculty of Natural Sciences,

National University of Laos,

Tel: +856 20 55323710,

E-mail: keochanthala123@gmail.com

⁽¹⁾Department of Physics, Faculty of

Natural Sciences, National

University of Laos

⁽²⁾National Gifted Secondary School

of Laos

⁽³⁾Department of geology and

Mining

Article Info:

Submitted: November 20, 2025

Revised: December 10, 2025

Accepted: December 18, 2025

Abstract

The objective of this research was to analyze the chemical and physical properties of natural carbonate rocks from three distinct sampling locations in Vang Vieng District, Lao PDR. The study aimed to assess the potential of these rocks as soil amendment materials, specifically their capacity to supply essential magnesium (Mg) to acidic soils. Three individual natural rock specimens (DC1, DC2, DC3) and a commercial dolomite reference (DLM) were subjected to initial physical characterization, including hardness, density, and porosity. In addition, their chemical composition and mineral structure were analyzed using X-ray Diffraction (XRD) and X-ray Fluorescence (XRF) techniques.

The XRD analysis revealed that the natural carbonate rock samples under investigation were predominantly Limestone (Calcite), exhibiting the characteristic peak of Calcite at the $2\theta=29.4^\circ$ position. In agreement with the XRD data, the XRF results showed a very high Calcium Oxide (CaO) content of approximately 97% and a very low Magnesium Oxide (MgO) content about 1% in samples DC1 and DC2. This conclusively confirms that these rocks are not chemically classified as Dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Sample DC3-1 also showed a trace level of Phosphate (P_2O_5) at approximately 1.17%, which serves as an auxiliary nutrient for plants. Based on these results, the carbonate rocks from Vang Vieng are suitable for use as carbonate-based amendments to increase soil pH, but they are not a sufficient source of magnesium required for effective agricultural soil improvement.

Keywords: Carbonate rocks, Limestone, Dolomite, XRD, XRF

1. ພາກສະເໜີ

ວຽກງານຂະແໜງກະສິກໍາແມ່ນມີບົດບາດສໍາຄັນຢ່າງຍິ່ງ ໃນການປະກອບສ່ວນເຂົ້າໃນການພັດທະນາເສດຖະກິດ-ສັງຄົມ ຂອງລາວເຮົາ. ຢ່າງໃດກໍ່ຕາມ, ຄວາມພະຍາຍາມຂອງຊາວກະສິກໍາທີ່ຈະໃຫ້ໄດ້ຮັບຜົນຜະລິດທີ່ດີທີ່ສຸດ ແມ່ນໄດ້ຖືກທ້າທາຍຢ່າງຕໍ່ເນື່ອງ ດ້ວຍບັນຫາທີ່ພົບເຫັນຢ່າງກວ້າງຂວາງທີ່ກ່ຽວຂ້ອງກັບຄຸນນະພາບດິນ, ໂດຍສະເພາະ ຄວາມເປັນກົດຂອງດິນ. ເຊິ່ງຄວາມເປັນກົດນີ້ ກໍ່ໃຫ້ເກີດການນໍາໄປສູ່ຜົນກະທົບທີ່ເຮັດໃຫ້ ເກີດການຂາດທາດອາຫານທີ່ຈໍາເປັນຕໍ່ຜູ້ເຊັ່ນ: ແມກນີຊຽມ (Mg) ແລະ ຄວາມເປັນພິດຂອງອາລູມິນຽມ

(Al) ກໍ່ເພີ່ມຂຶ້ນ (Barrow, 2017 & Farm, 2020). ດັ່ງນັ້ນ, ການນໍາໃຊ້ປຸນຂາວຈຶ່ງເປັນສິ່ງທີ່ມີຄວາມຈໍາເປັນສໍາລັບການເພີ່ມຄ່າ pH ຂອງດິນໃຫ້ຢູ່ໃນລະດັບທີ່ເໝາະສົມຕໍ່ຜູ້, ຊ່ວຍເພີ່ມຄວາມສາມາດໃນການດູດຊຶມເອົາທາດອາຫານ ແລະ ປັບປຸງໂຄງສ້າງຂອງດິນເຮັດໃຫ້ດິນລະບາຍນໍ້າ ແລະ ອາກາດໄດ້ດີ.

ປະເທດລາວເຮົາ ມີຄວາມອຸ ດົມສົມບູນທາງດ້ານຊັບພະຍາກອນທໍາມະຊາດ, ໂດຍສະເພາະແມ່ນແຫຼ່ງຫີນຄາໂບເນັດ (Carbonate Rock) ເຊັ່ນ: ຫີນປຸນ (Limestone) ແລະ ໂຄໂລໄມ (Dolomite). ເຖິງແມ່ນວ່າຫີນເຫຼົ່ານີ້ ໄດ້ຖືກຊຸດຄົ້ນ ແລະ ນໍາໃຊ້ຢ່າງ

ກວ້າງຂວາງໃນອຸດສາຫະກຳພາຍໃນປະເທດເຊັ່ນ: ການກໍ່ສ້າງ, ການປູທາງ ແລະ ການຜະລິດປຸງຊີມັງ (KPL, 2023), ນອກນັ້ນ ຫີນຈຳພວກນີ້ ຍັງມີຄວາມເປັນໄປໄດ້ໃນການນຳໃຊ້ ເປັນວັດສະດຸປັບປຸງດິນໃນຂະແໜງກະສິກຳກໍ່ມີສູງ. ການນຳໃຊ້ຊັບຜະຍາກອນພາຍໃນປະເທດຈະເປັນການຫຼຸດຜ່ອນການນຳເຂົ້າວັດສະດຸປັບປຸງດິນຈາກຕ່າງປະເທດ, ເຊິ່ງເປັນການປະຢັດຕົ້ນທຶນ ແລະ ເປັນການສົ່ງເສີມການສະໜອງພາຍໃນໃຫ້ແກ່ພາກກະສິກຳ.

ຫີນຄາໂບເນັດ ເປັນຫີນປະເພດໜຶ່ງທີ່ກວມລວມເອົາ ຫີນປູນ (Calcite, CaCO_3) ແລະ ໂດໂລໄມ (Dolomite, $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) (Roberts, 1990). ເຖິງແມ່ນວ່າທັງສອງແຮ່ທາດຈະມີປະສິດທິພາບໃນການເພີ່ມຄ່າ pH ຂອງດິນສົ້ມ (Barrow, 2017), ແຕ່ຈະມີພຽງໂດໂລໄມເທົ່ານັ້ນ ທີ່ສາມາດສະໜອງທາດແມກນີຊຽມ (Mg) ໃນປະລິມານສູງ. Mg ແມ່ນທາດອາຫານຫຼັກທີ່ຈຳເປັນສຳລັບຜູ້, ໂດຍສະເພາະແມ່ນການສ້າງຄູໂຣຟິວ (Chlorophyll). ການສຶກສາຫຼ້າສຸດໄດ້ຊີ້ໃຫ້ເຫັນວ່າ ການຂາດ Mg ສາມາດສົ່ງຜົນກະທົບຕໍ່ຂະບວນການສັງເຄາະແສງ ແລະ ການຫຼຸດລົງຂອງຄຸນນະພາບໃບຜິດ (Wanli Guo, 2016), ໂດຍສະເພາະຢາສູບ (Yang et al., 2023). ດັ່ງນັ້ນ, ການນຳໃຊ້ໂດໂລໄມຈຶ່ງເປັນທາງເລືອກທີ່ດີ ແລະ ເປັນມິດຕໍ່ສິ່ງແວດລ້ອມ ໃນການແກ້ໄຂບັນຫາຄວາມສົ້ມຂອງດິນພ້ອມທັງສະໜອງທາດ Mg ໄປພ້ອມໆກັນ.

ການຄົ້ນຄວ້າໃນໄລຍະຜ່ານມານີ້, ໃນເຂດພາກພື້ນອາຊີຕາເວັນອອກສຽງໃຕ້ ໄດ້ນຳໃຊ້ການວິເຄາະດ້ວຍລັງສີ X (XRD) ເພື່ອຢັ້ງຢືນລັກສະນະຂອງໂດໂລໄມ. ຜົນໄດ້ຮັບສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ Dolomite ທີ່ເໝາະສົມສຳລັບດ້ານກະສິກຳຕ້ອງມີຄວາມບໍລິສຸດສູງ ແລະ ມີປະລິມານ MgO ທີ່ໃກ້ຄຽງກັບມາດຕະຖານໂມເລກຸນ (Salleh et al., 2006 & Ghasemi, 2019). ນອກຈາກນີ້, ຂໍ້ມູນລະດັບຄວາມແຂງຂອງຫີນປູນ ແລະ ໂດໂລໄມ (3-4) ຍັງເປັນຕົວຊີ້ບອກເຖິງຄວາມງ່າຍໃນການບົດລະອຽດ, ເຊິ່ງມີຄວາມສຳຄັນຕໍ່ປະສິດທິພາບການລະລາຍໃນດິນ. ຄວາມສາມາດໃນການລະລາຍຂອງປຸງຂາວ ແມ່ນມີການຜິວຜ່ນໂດຍກົງກັບຄວາມບໍລິສຸດ, ຂະໜາດຂອງອະນຸພາກ ແລະ ຄ່າຮູບຮ່າງປາກົດ (Apparent Porosity) ຂອງຕົວຢ່າງ (Magdolna et al., 2019).

ໃນ ສປປ ລາວ, ໂດຍສະເພາະເຂດເມືອງວັງວຽງ, ມີຂໍ້ມູນລາຍງານວ່າ ມີຫີນຄາໂບເນັດຈຳນວນຫຼາຍ, ເຊິ່ງມັກຈະຖືກຈັດເປັນຫີນປູນ-ໂດໂລໄມ (Limestone-Dolomite). ຢ່າງໃດກໍ່ຕາມ, ຍັງບໍ່ມີການຢັ້ງຢືນທາງວິທະຍາສາດທີ່ຊັດເຈນວ່າຫີນຄາໂບເນັດເຫຼົ່ານີ້ແມ່ນ Calcite ທີ່ມີ Mg ຕໍ່າ ຫຼື Dolomite ທີ່ມີ Mg ສູງ ຕາມມາດຕະຖານທີ່ສາມາດນຳໃຊ້ທາງດ້ານກະສິກຳໄດ້. ການຂາດຂໍ້ມູນທາງແຮ່ທາດ ແລະ ທາງເຄມີທີ່ຊັດເຈນ ແມ່ນອຸປະສັກໜຶ່ງຕໍ່ການພັດທະນາອຸດສາຫະ

ກຳວັດສະດຸປຸງຂາວພາຍໃນປະເທດ. ດັ່ງນັ້ນ, ການຄົ້ນຄວ້ານີ້ຈຶ່ງມີຄວາມຈຳເປັນຢ່າງຍິ່ງ ເພື່ອສະໜອງຂໍ້ມູນພື້ນຖານທີ່ເປັນວິທະຍາສາດ. ສະນັ້ນ, ຈຸດປະສົງຂອງການຄົ້ນຄວ້ານີ້: ເພື່ອສຶກສາຄຸນລັກສະນະທາງກາຍຍະພາບ (ຄວາມແຂງ, ຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ຮູບຮ່າງປາກົດ) ຂອງຫີນຄາໂບເນັດທຳມະຊາດຈາກເຂດເມືອງວັງວຽງ; ເພື່ອວິເຄາະອົງປະກອບທາງເຄມີ ດ້ວຍເຕັກນິກ XRF ແລະ ຍັງຢັ້ງຢືນອົງປະກອບທາງແຮ່ທາດດ້ວຍເຕັກນິກ XRD ເພື່ອສາມາດວິເຄາະຫີນຄາໂບເນັດເຫຼົ່ານີ້ແມ່ນ Calcite ຫຼື Dolomite.

2. ອຸປະກອນ ແລະ ວິທີການ

2.1 ອຸປະກອນ ແລະ ການເກັບຕົວຢ່າງໃນພາກສະໜາມ

ໃນການສຶກສານີ້ ແມ່ນການສຶກສາທີ່ໃຊ້ຕົວຢ່າງປະເພດຫີນຈາກທຳມະຊາດເຂົ້າໃນການທົດລອງ ເຊິ່ງໄດ້ກຳນົດພື້ນທີ່ເກັບຕົວຢ່າງຫີນໃນເຂດ ເມືອງວັງວຽງ, ແຂວງວຽງຈັນ ໂດຍອີງໃສ່ຂໍ້ມູນ ແລະ ແຜນທີ່ທໍລະນີສາດຂອງ ສປປ ລາວ ມາດຕາສ່ວນ 1:1,000,000 ປີ 1991 (Department of Geology and Mining Law of Lao PDR, 1991) ເພື່ອເປັນຂໍ້ມູນເບື້ອງຕົ້ນໃນການລົງທາງຕຳແໜ່ງ ດັ່ງຮູບພາບທີ 1 ສະແດງພື້ນທີ່ການລົງເກັບຕົວຢ່າງ ແລະ ການເກັບຕົວຢ່າງ. ການລົງເກັບຕົວຢ່າງຫີນຄາໂບເນັດທຳມະຊາດຄັ້ງນີ້ ໄດ້ນຳໃຊ້ວິທີການເດີນສຳຫຼວດຕົວຈິງ ໃນເຂດທີ່ກຳນົດໄວ້ໃນເບື້ອງຕົ້ນ. ໂດຍໃຊ້ອຸປະກອນດັ່ງຮູບພາບທີ 2, ລາຍການອຸປະກອນມີດັ່ງນີ້:

- (1) ເຄື່ອງວັດແທ້ຕຳແໜ່ງ (GPS) 1 ເຄື່ອງ
- (2) ຄ່ອນສຳຫຼວດທໍລະນີສາດ 1 ອັນ
- (3) ອາຊິດ ໄຮໂດຣຄໍລໍລິກ 1 ລິດ
- (4) ອຸປະກອນຢ່ອຍຕ່າງໆ (ປື້ມບັນທຶກ, ບິກ, ແລະ ອື່ນໆ)

ວິທີການເກັບຕົວຢ່າງແມ່ນໃຊ້ຄ່ອນ ທຸບເອົາຫີນກ້ອນ, ບັນທຶກຂໍ້ມູນຕຳແໜ່ງຈາກ GPS ແລະ ລົງລະຫັດຕົວຢ່າງເຂົ້າປື້ມບັນທຶກ. ເນື່ອງຈາກແຮ່ຫີນໂດໂລໄມ (CaMgCO_3) ເປັນກຸ່ມຫີນປະເພດດຽວກັນກັບຫີນປູນ (CaCO_3) ແລະ ມັກຈະພົບຢູ່ໄກ້ກັນ ເຊິ່ງມີຄວາມຄ້າຍຄືກັນ ດັ່ງນັ້ນ, ການເກັບຕົວຢ່າງໃນພາກສະໜາມໄດ້ນຳໃຊ້ ອາຊິດໄຮໂດຄໍລໍລິກ ເພື່ອທົດສອບ ເພື່ອສັງເກດປະຕິກິລາຍທີ່ເກີດຂຶ້ນ. ເຊິ່ງຫີນຄາໂບເນັດທີ່ມີຄວາມເປັນໂດໂລໄມທີ່ມີ Mg ຈະເກີດປະຕິກິລາຍຕໍ່າ ແລະ ຊ້າກວ່າຫີນປູນທີ່ມີ Ca ຈຳນວນຫຼາຍ.

2.2 ການກຽມຕົວຢ່າງ ແລະ ການທົດລອງ

ການຄົ້ນຄວ້ານີ້ ມີເປົ້າໝາຍຫຼັກໃນການວິເຄາະຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບ ແລະ ອົງປະກອບທາງເຄມີຂອງຫີນຈາກທຳມະຊາດ, ດັ່ງນັ້ນ ຕົວຢ່າງຫີນທີ່ໄດ້ມາຈຶ່ງແຍກອອກເປັນ 2 ສ່ວນໃນການກະກຽມຄື: ການກຽມສ່ວນທີ່ເປັນກ້ອນເພື່ອທົດລອງຫາຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບ ແລະ ການກຽມສ່ວນທີ່ເປັນຜຸ່ນເພື່ອນຳໃຊ້ເຂົ້າໃນເຄື່ອງມືວິວິໄຈ.

2.2.1 ການທົດລອງຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບ

ການທົດທອງຫາຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບຂອງຕົວຢ່າງຫີນ ເຊັ່ນ: ຄວາມໜາແໜ້ນ ແລະ ຮູຜຸນ ໂດຍນໍາໃຊ້ຫຼັກການຂອງອາກຊີແມັດ (Emerson, 1990) ເຊິ່ງມີຂະບວນການ ແລະ ຂັ້ນຕອນດັ່ງນີ້:

- ການຫາມວນສານຂອງວັດສະດຸຕົວຢ່າງຄື: ມວນສານແຫ້ງ (M_{dry}) ແມ່ນມວນສານຂອງຕົວຢ່າງແຫ້ງ (ກ່ອນແຊ່ນໍ້າ), ມວນສານປຽກ (M_{sat}) ແມ່ນມວນສານຂອງຕົວຢ່າງທີ່ອີ່ມຕົວຈາກການແຊ່ນໍ້າ, ມວນສານໃນນໍ້າ (M_{sub}) ແມ່ນມວນສານຕົວຢ່າງທີ່ຜ່ານການສັ່ງຢູ່ໃນນໍ້າ.

- ການຄິດໄລ່ຫາບໍລິມາດລວມແບບອາກຊີແມັດ (V_b) ສາມາດຄິດໄລ່ໄດ້ຕາມສົມຜົນດັ່ງນີ້:

$$V_b = \frac{M_{sat} - M_{sub}}{D_w} \quad (1)$$

D_w ແມ່ນຄວາມໜາແໜ້ນຂອງນໍ້າ ($0.99821 \text{ gm/cm}^{-3}$)

- ການຄິດໄລ່ຄວາມໜາແໜ້ນແຫ້ງ (D_{bd}) ສາມາດຄິດໄລ່ໄດ້ຕາມສົມຜົນດັ່ງນີ້:

$$D_{bd} = \frac{M_{dry}}{V_b} \quad (2)$$

- ການຄິດໄລ່ຫາບໍລິມາດການດູດຊຶມ (V_i) ສາມາດຄິດໄລ່ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$V_i = \frac{M_{sat} - M_{dry}}{D_w} \quad (3)$$

- ການຄິດໄລ່ຮູຜຸນ (P_A) ສາມາດຄິດໄລ່ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$P_A = \frac{V_i}{V_b} \quad (4)$$

- ການຄິດໄລ່ຄວາມໜາແໜ້ນອານຸພາກ (D_g) ສາມາດຄິດໄລ່ໄດ້ດັ່ງນີ້:

$$D_g = \frac{M_{dry}}{(M_{dry} - M_{sub}) / D_w} \quad (5)$$

ຕົວຢ່າງທີ່ໃຊ້ແມ່ນຫີນທີ່ຕັດເປັນກ້ອນຂະໜາດເທົ່າກັນໂດຍປະມານ, ນໍາໃຊ້ຊິງຊັງດິຈິຕອນ ແລະ ອຸປະກອນເສີມເພື່ອສັ່ງມວນສານວັດຖຸໃນນໍ້າ. ອຸປະກອນ ແລະ ຂະບວນການທົດລອງດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 3.

2.2.2 ການທົດລອງດ້ວຍເຄື່ອງມືວິໄຈ

ໃນສ່ວນການທົດລອງທີ່ນໍາໃຊ້ເຄື່ອງມືວິໄຈທີ່ທັນສະໄໝໄດ້ມາດຕະຖານສາກົນ ເຊິ່ງມີເປົ້າໝາຍສຶກສາຂໍ້ມູນອົງປະກອບທາງເຄມີ ແລະ ປະລິມານຄວາມມີຢູ່ຂອງແຮ່ທາດໃນຕົວຢ່າງນັ້ນໆ. ຕົວຢ່າງທີ່ໃຊ້

ແມ່ນໄດ້ຜ່ານການບິດເປັນຝຸ່ນ ແລະ ໃຊ້ເຂິງຮ່ອນເບີ 200 ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຂະໜາດເມັດປະມານ $45 \mu\text{m}$.

- ການທົດລອງດ້ວຍ XRF

ການທົດລອງນີ້ ໄດ້ນໍາໄປທົດລອງດ້ວຍເຄື່ອງ XRD ຮຸ້ນ Rigaku Miniflex No.BD6900051-01 ໂດຍໃຊ້ລະດັບໄຟຟ້າ 40kV, 15mA; ມຸມສະແກນ 2θ , ໄລຍະສະແກນ $5-40^\circ$, ແລະ ຄວາມໄວຂອງການສະແກນ $10^\circ/\text{min}$ ທີ່ຟາກວິຊາວິສະວະກໍາວັດສະດຸສາດ, ຄະນະວິສະວະກໍາສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລສຸພານຸວົງ, ເຊິ່ງເປັນອຸປະກອນທີ່ທັນສະໄໝ ມີຄວາມຊັດເຈນ ແລະ ໃຫ້ຂໍ້ມູນທີ່ໜ້າເຊື່ອຖື ມີການນໍາໃຊ້ກວ້າງຂວາງເຂົ້າໃນງານວິໄຈຕ່າງໆ (Bounyavong et al., 2025).

- ທົດລອງດ້ວຍ SEM

ການທົດລອງນີ້ ໃຊ້ເຄື່ອງທົດລອງ Rigaku ຮຸ້ນ Supermini200 ທີ່ຫ້ອງຂອງ ຄະນະວິສະວະກໍາ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດລາວ. ຕົວຢ່າງທີ່ເປັນຜົງໄດ້ນໍາໄປອັດ ເຂົ້າເປົ້າວົງກົມ ດ້ວຍເຄື່ອງອັດໄຮໂດລິກ ໃຊ້ຄວາມແຮງປະມານ 12 Tons ເພື່ອໃຫ້ໄດ້ຕົວຢ່າງເປັນວົງກົມ ແລະ ສາມາດວາງເຂົ້າກັບຈັບຕົວຢ່າງຂອງເຄື່ອງ XDF ດັ່ງສະແດງໃນຮູບພາບທີ 4 ຂະບວນການກຽມຕົວ ແລະ ການທົດລອງດ້ວຍເຄື່ອງ XDF ຊະນິດ Rigaku ຮຸ້ນ Supermini200. ຜົງຕົວຢ່າງທີ່ນໍາໄປທົດລອງ ທັງໝົດ 4 ກຸ່ມຄື: DC1, DC2, DC3 ເຊິ່ງໄດ້ຈາກເຂດເມືອງວັງວຽງ ແລະ DLM ແມ່ນຜົງໂຄໂລໄມສໍາເລັດຮູບຈາກປະເທດເຜິ້ອນບ້ານ ເປັນຜະລິດຕະພັນຂາຍໃນທ້ອງຖະໜາດ.

3. ຜົນໄດ້ຮັບ

ຜົນການວິເຄາະຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບ ໃນເບື້ອງຕົ້ນຂອງຕົວຢ່າງຫີນຄາໂບເນັດທໍາມະຊາດ ກໍ່ຄືວິເຄາະໃນຮູບຮ່າງທີ່ເປັນກ້ອນກ່ອນການນໍາໄປບິດລະອຽດ ຜົນໄດ້ຮັບສະແດງຢູ່ໃນຕາຕະລາງທີ 1. ການວິເຄາະຄວາມແຂງຂອງຕົວຢ່າງທັງສາມ (DC1-1, DC2-1, ແລະ DC3-1) ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ມີຄ່າຄວາມແຂງຢູ່ໃນຊ່ວງປະມານ 3-4 ຕາມ Mohs Hardness Scale, ເຊິ່ງເປັນຄ່າປົກກະຕິຂອງກຸ່ມແຮ່ທາດຄາໂບເນັດ (Calcite ແລະ Dolomite). ຄວາມແຂງທີ່ຄ່າຍຄືກັນນີ້ ຊຶ່ງໃຫ້ເຫັນວ່າ ຫີນເຫຼົ່ານີ້ ຈະສະດວກໃນການບິດລະອຽດ ເພື່ອນໍາໄປກະກຽມເປັນເມັດຝຸ່ນຂະໜາດທີ່ຕ້ອງການ.

ໃນຜົນການທົດລອງຄວາມໜາແໜ້ນ, ຕົວຢ່າງ DC1-1 ແລະ DC3-1 ສະແດງຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນແຫ້ງ (Dry Bulk Density) ທີ່ສູງ (2.744 g/cm^3 ແລະ 2.754 g/cm^3) ແລະ ຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນເມັດ (Grain Density) ທີ່ໃກ້ຄຽງກັບ 2.76 g/cm^3 . ຄ່າເຫຼົ່ານີ້ ແມ່ນສອດຄ່ອງກັບຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນຂອງ Calcite ບໍລິສຸດ ($\approx 2.71 \text{ g/cm}^3$) (W.L. Roberts, 1990). ຄວາມໜາແໜ້ນຂອງ DC2-1 (2.659 g/cm^3) ເຊິ່ງມີຄ່າຕໍ່າກວ່າ, ນັ້ນອາດຈະກ່ຽວຂ້ອງກັບຄວາມ

ບໍລິສຸດຂອງມັນ. ນອກນັ້ນ, ຄ່າຮູບປາກົດ (Apparent Porosity) ຂອງຕົວຢ່າງ DC1-1 ແລະ DC2-1 ມີຄ່າຮູບປາກົດ (0.31% ແລະ 1.06%), ເຊິ່ງຊີ້ໃຫ້ເຫັນວ່າທຶນມີໂຄງສ້າງທີ່ກະທັດຮັດ ແລະ ແໜ້ນໜາ. ໃນທາງກົງກັນຂ້າມ, ຕົວຢ່າງ DC3-1 ມີຄ່າຮູບປາກົດສູງກວ່າຢ່າງຊັດເຈນ (2.29%). ໂດຍທົ່ວໄປ, ວັດສະດຸປະເພດນີ້ ເຊິ່ງທີ່ມີຮູບປາກົດສູງຈະມີອັດຕາການລະລາຍທີ່ໄວຂຶ້ນ ເມື່ອນໍາໄປໃຊ້ໃນດິນສົມ, ເຊິ່ງເປັນຄຸນລັກສະນະທີ່ສົ່ງຜົນຕໍ່ປະສິດທິພາບການປັບຄ່າ pH ໃນໄລຍະສັ້ນ. ດັ່ງນັ້ນ, ຜົນການວິເຄາະທາງກາຍຍະພາບນີ້ ໄດ້ສະໜອງຂໍ້ສັງເກດເບື້ອງຕົ້ນທີ່ສໍາຄັນກ່ອນທີ່ຈະເຂົ້າສູ່ການວິເຄາະອົງປະກອບທາງເຄມີ ແລະ ແຮ່ທາດຂອງຕົວຢ່າງ.

ຜົນການວິເຄາະ X-ray Diffraction (XRD) ໄດ້ສະແດງດັ່ງໃນຮູບພາບທີ 5, ເຊິ່ງສາມາດຍິ່ງຢືນຄວາມໝາຍຈາກຜົນ XRF ຢ່າງຊັດເຈນ. ຮູບແບບລັກສະນະຂອງ XRD ທີ່ມີ ໄດ້ເປີດເຜີຍລັກສະນະທາງແຮ່ທາດທີ່ແຕກຕ່າງກັນ ລະຫວ່າງຕົວຢ່າງທີ່ສຶກສາ. ຕົວຢ່າງໂດໂລໄມການຄໍາ (DLM) ເຊິ່ງມີເປົ້າໝາຍນໍາໃຊ້ເປັນຕົວຢ່າງອ້າງອິງ, ໄດ້ສະແດງຈຸດຝຶກສໍາຄັນທີ່ ສອດຄ່ອງກັບແຮ່ທາດໂດໂລໄມ ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) ຢ່າງຊັດເຈນ. ໃນທາງກົງກັນຂ້າມ, ຕົວຢ່າງທໍາມະຊາດ (DC1-1 ແລະ DC2-1) ມີລັກສະນະເດັ່ນ ດ້ວຍຈຸດຝຶກທີ່ສູງທີ່ຕໍາແໜ່ງມຸມ $2\theta \approx 29.4^\circ$ ແລະ 39.4° . ຕໍາແໜ່ງຝຶກດັ່ງກ່າວແມ່ນເປັນລັກສະນະສະເພາະຂອງ ແຄນໄຊ (Calcite, CaCO_3) (Roberts, 1990; Nash et al., 2014) ໃນຕົວຢ່າງ DC1-1 ແລະ DC2-1 ຂໍ້ມູນສໍາຄັນທີ່ສຸດໃນຜົນນີ້ແມ່ນ ບໍ່ມີສັນຍານຂອງໂດໂລໄມປາກົດຂຶ້ນ. ຜົນການຄົ້ນພົບນີ້ແມ່ນເປັນຫຼັກຖານທາງແຮ່ທາດທີ່ສໍາຄັນ ເພື່ອຍິ່ງຢືນການສະຫຼຸບວ່າທຶນຄາໂບເນັດຈາກຈຸດທີ່ເກັບຕົວຢ່າງ DC1 ແລະ DC2 ເມືອງວັງວຽງແມ່ນ ທຶນປູນທີ່ມີຄວາມບໍລິສຸດດ້ວຍແຄນໄຊ (Calcitic Limestone), ແລະ ບໍ່ແມ່ນໂດໂລໄມຕາມການຄາດຄະເນເບື້ອງຕົ້ນ.

ນອກຈາກນີ້, ຜົນ XRD ຂອງຕົວຢ່າງ DC3-1 ໄດ້ສະແດງລະດັບຈຸດຝຶກຂອງ Calcite ທີ່ຫຼຸດລົງ ແລະ ມີລັກສະນະຂອງຝຶກທີ່ກວ້າງຂຶ້ນ, ເຊິ່ງໝາຍເຖິງການມີຢູ່ຂອງທາດເຈືອປົນຈໍານວນຫຼວງຫຼາຍ. ການຄົ້ນພົບນີ້ແມ່ນ ສອດຄ່ອງກັບຜົນ XRF ທີ່ພົບປະລິມານ SiO_2 ສູງກວ່າ 83%. ດັ່ງນັ້ນ, ທັງ XRF ແລະ XRD ຈຶ່ງສະຫຼຸບເປັນເອກະພາບກັນວ່າ ຕົວຢ່າງທຶນຄາໂບເນັດເຫຼົ່ານີ້ບໍ່ສາມາດຖືກນໍາໃຊ້ເປັນແຫຼ່ງແມກນີຊຽມທີ່ມີປະສິດທິພາບສໍາລັບການປັບປຸງຄຸນນະພາບດິນທີ່ມີຄວາມຕ້ອງການແມກນີຊຽມໄດ້.

ຜົນການວິເຄາະອົງປະກອບທາງເຄມີດ້ວຍເຕັກນິກ X-ray Fluorescence (XRF) ດັ່ງຕາຕະລາງທີ 2 ສະແດງໃຫ້ເຫັນອົງປະກອບທາງເຄມີ ຂອງຕົວຢ່າງທຶນຄາໂບເນັດທໍາມະຊາດ (DC1-1, DC2-1, DC3-1) ແລະ ຕົວຢ່າງໂດໂລໄມການຄໍາ (DLM) ທີ່ໄດ້ຈາກການວິເຄາະດ້ວຍເຕັກນິກ XRF.

ຜົນການວິເຄາະທາງເຄມີສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ຕົວຢ່າງທຶນຄາໂບເນັດທໍາມະຊາດຈາກສອງຈຸດ (DC1-1 ແລະ DC2-1) ມີປະລິມານແຄນໄຊມອອກໄຊ (CaO) ສູງທີ່ສຸດ, ໂດຍມີຄ່າຢູ່ລະຫວ່າງ 97.8% ຫາ 98.0%. ໃນທາງກົງກັນຂ້າມ, ປະລິມານແມກນີຊຽມມອອກໄຊ (MgO) ແມ່ນຕໍ່າຫຼາຍ, ໂດຍສະເພາະ DC1-1 ມີປະມານ 0.879% ແລະ DC2-1 ບໍ່ສາມາດກວດພົບໄດ້. ຜົນການຄົ້ນພົບນີ້ ຊີ້ໃຫ້ເຫັນຊັດເຈນວ່າບໍ່ແມ່ນ ຄຸນລັກສະນະຂອງໂດໂລໄມບໍລິສຸດ. ດັ່ງນັ້ນ, ຜົນ XRF ຈຶ່ງຊີ້ບອກຢ່າງຊັດເຈນວ່າ ທຶນທີ່ໄດ້ຈາກເມືອງວັງວຽງ ແມ່ນທຶນປູນທີ່ມີຄວາມບໍລິສຸດສູງ ປະກອບດ້ວຍແຄນໄຊ (Calcitic Limestone), ບໍ່ແມ່ນໂດໂລໄມ. ສ່ວນຕົວຢ່າງ DC3-1 ສະແດງໃຫ້ເຫັນຄວາມແຕກຕ່າງຢ່າງຊັດເຈນ, ໂດຍມີປະລິມານ ຊີລິຄອນອອກໄຊ (SiO_2) ສູງເຖິງ 83.4%. ຄ່ານີ້ຊີ້ບອກວ່າຕົວຢ່າງນີ້ ມີການເຈືອປົນຂອງແຮ່ຊີລິກາ (Silica) ໃນປະລິມານຫຼາຍ, ເຊິ່ງອາດຈະເປັນຫຶນຄອກ (Quartz) ຫຼື ແຮ່ທາດຊີລິເກດອື່ນໆ, ແລະ ບໍ່ເໝາະສົມທີ່ຈະຈັດເປັນທຶນຄາໂບເນັດບໍລິສຸດ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍ່ຕາມ, ສັງເກດເຫັນວ່າ ໃນຕົວຢ່າງ DC3-1 ພົບມີແຮ່ P_2O_5 ໃນປະລິມານ 1.17%, ເຊິ່ງເປັນທາດອາຫານເສີມທີ່ດີ ແລະ ມີປະໂຫຍດຕໍ່ພືດ.

4. ວິພາກຜົນ

ຈາກການສັງລວມຜົນການທົດລອງ ແລະ ວິເຄາະຜົນ ໃນການທົດລອງທັງໝົດ ໂດຍການປຽບທຽບກັບການຄົ້ນຄວ້າໃນໄລຍະຜ່ານມາ ເພື່ອຍິ່ງຢືນຄວາມເໝາະສົມຂອງທຶນຄາໂບເນັດໃນເຂດ ເມືອງວັງວຽງ ໃນການນໍາໃຊ້ເປັນວັດສະດຸປັບປຸງດິນໃນຂະແໜງກະສິກໍາ. ຜົນການວິເຄາະເພດຂອງແຮ່ທາດ (XRD) ແລະ ອົງປະກອບທາງເຄມີ (XRF) ໄດ້ສະແດງໃຫ້ເຫັນຄວາມສອດຄ່ອງຄື ທຶນຄາໂບເນັດທີ່ເກັບຕົວຢ່າງຈາກເມືອງວັງວຽງ ແມ່ນທຶນປູນທີ່ອຸດົມດ້ວຍແຄນໄຊ (Calcitic Limestone), ເຊິ່ງໄດ້ເຫັນຈາກຈຸດທີ່ເດັ່ນຂອງ Calcite ທີ່ພົບໃນເສັ້ນສະແດງ XRD ແລະ ຕໍາແໜ່ງດັ່ງກ່າວມີການຍິ່ງຢືນຈາກນັກຄົ້ນຄວ້າຫຼາຍທ່ານໃນໄລຍະຜ່ານມາ (Blatt, 1992 & Nash et al., 2014) ຕໍາແໜ່ງພຶກດັ່ງກ່າວແມ່ນເປັນລັກສະນະສະເພາະຂອງແຄນໄຊ (Calcite, CaCO_3) (Roberts, 1990; Nash et al., 2014). ຈາກຜົນການວິເຄາະນີ້ເຫັນວ່າ ສອດຄ່ອງກັບຜົນຂອງວິເຄາະຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບເຊັ່ນ: ຄ່າຄວາມໜາແໜ້ນຂອງເມັດ (Grain Density) ທີ່ວັດແທກໄດ້ມີຄວາມໃກ້ຄຽງກັບມາດຕະຖານຂອງ Calcite ບໍລິສຸດ ເຊິ່ງສາມາດອ້າງອິງຈາກເອກະສານຂອງ Roberts (1990) ທີ່ໄດ້ຍົກໃຫ້ເຫັນຄວາມແຕກຕ່າງຢ່າງຊັດເຈນຈາກໂດໂລໄມ ທີ່ຕ້ອງມີຄວາມໜາແໜ້ນສູງກວ່າ. ນອກຈາກນັ້ນ, ການຄົ້ນຄວ້ານີ້ ເຫັນວ່າ ປະລິມານແມກນີຊຽມມອອກໄຊ (MgO) ທີ່ໃນປະລິມານຕໍ່າຫຼາຍ ຂອງຕົວຢ່າງທີ່ສຶກສາ. ຄວາມບໍລິສຸດຂອງ ໂດໂລໄມທີ່ເໝາະສົມຄວນມີປະລິມານ MgO ທີ່ສູງຫຼາຍຕາມສູດໂມເລກຸນຂອງມັນ (Ghasemi, 2019 & Salleh et al., 2006) ປະລິມານ MgO ທີ່ຕໍ່ານີ້ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ທຶນຄາໂບເນັດເຫຼົ່ານີ້ ບໍ່ສາມາດທີ່ຈະນໍາໃຊ້ເພື່ອແກ້ໄຂບັນຫາການຂາດທາດ Mg ໃນດິນສົມໄດ້ ເຊິ່ງສອດຄ່ອງກັບບົດຄວາມໃນການນໍາໃຊ້ແມກນີຊຽມທາງກະສິກໍາ (Industry

Information, 2025). ດັ່ງນັ້ນ, ຖ້າຫາກນໍາໃຊ້ຫີນປູນທີ່ມີ Mg ປະລິມານຕໍ່າ ເພື່ອທົດແທນໂດໂລໄມ ອາດຈະນໍາໄປສູ່ຄວາມສ່ຽງຂອງ ການຂາດທາດ Mg ໃນພືດ (Yang et al., 2023) ເຖິງແມ່ນວ່າມັນ ຈະມີປະສິດທິພາບສູງໃນການເພີ່ມຄ່າ pH ແລະ ແກ້ໄຂຄວາມເປັນພິດ ຂອງ Al (Barrow, 2017).

ນອກຈາກນີ້, ຍັງມີຂໍ້ສັງເກດກ່ຽວກັບທາດທີ່ເຈືອປົນໃນ ຕົວຢ່າງເຊັ່ນ: ຕົວຢ່າງ DC3-1 ໄດ້ສະແດງໃຫ້ເຫັນການມີຢູ່ຂອງ SiO₂ ໃນປະລິມານທີ່ສູງຫຼາຍ. ເຖິງຢ່າງໃດກໍຕາມ, ການຄົ້ນພົບ P₂O₅ ໃນ ປະລິມານທີ່ຜິດພາດໃນຕົວຢ່າງນີ້ ກໍ່ສະແດງໃຫ້ເຫັນວ່າ ອາດຈະມີ ທ່າແຮງໃນການສະໜອງຜອສຟັຣັດ ທີ່ເປັນອາຫານເສີມຂອງພືດ ເຊິ່ງ ເປັນຂໍ້ ມູນທີ່ດີ. ທາງດ້ານກາຍຍະພາບ, ຄ່າຮູບປາກົດທີ່ຕໍ່າຂອງ ຕົວຢ່າງ DC1-1 ແລະ DC2-1 ຊື່ໃຫ້ເຫັນວ່າ ອັດຕາການລະລາຍໃນ ດິນອາດຈະຊ້າກວ່າຫີນທີ່ມີຮູບສູງ (Magdolna et al., 2019), ເຊິ່ງ ເປັນບັດໄຈທີ່ຕ້ອງພິຈາລະນາໃນການກະກຽມຂະໜາດອະນຸພາກ ເພື່ອ ໃຫ້ໄດ້ຜົນໄວທີ່ສຸດ. ໂດຍລວມແລ້ວ, ຈາກຜົນການວິເຄາະຍືນຍັນເຖິງ ຄວາມຈໍາເປັນໃນການຄົ້ນຄວ້າຕໍ່ໄປ ເພື່ອຊອກຫາແຫຼ່ງໂດໂລໄມ ທ້ອງຖິ່ນທີ່ມີປະລິມານ Mg ສູງ ເພື່ອຮັບປະກັນໃນການນໍາໃຊ້ດັ່ງກ່າວ ສະດຸບັບປຸງດິນທີ່ຄົບຖ້ວນໂດຍອີງໃສ່ຊັບພະຍາກອນພາຍໃນປະເທດ, ເຊິ່ງຕາມມາດຕະຖານສາກົນຄວນມີປະລິມານ MgO ຢູ່ລະຫວ່າງ 20% ຫາ 23% ເພື່ອໃຫ້ເປັນໄປຕາມສູດໂມເລກຸນ CaMg(CO₃)₂ (Ghasemi, 2019 & Salleh et al., 2006).

5. ສະຫຼຸບ

ຫີນຄາໂບເນັດທໍາມະຊາດທີ່ສຶກສາຈາກແຫຼ່ງ DC1 ແລະ DC2 ແມ່ນ ຫີນປູນທີ່ອຸດົມດ້ວຍແຄນໄຊ (Calcitic Limestone) ທີ່ມີ ຄວາມບໍລິສຸດສູງ. ການຍິ່ງຍືນນີ້ ແມ່ນຍ້ອນການຄົ້ນພົບປະລິມານ ແຄນຊຽມອອກໄຊ (CaO) ໃນປະລິມານທີ່ສູງ ແລະ ປະລິມານ ແມກນີຊຽມອອກໄຊ (MgO) ທີ່ຕໍ່າຫຼາຍ, ເຊິ່ງຕໍ່າກວ່າປະລິມານ MgO ທີ່ຄວນມີໃນໂດໂລໄມບໍລິສຸດ.

ດັ່ງນັ້ນ, ສາມາດສະຫຼຸບໄດ້ວ່າ ຫີນຄາໂບເນັດຈາກເຂດສຶກສາມີ ຄຸນສົມບັດທີ່ເໝາະສົມສໍາລັບການນໍາໃຊ້ເປັນແຫຼ່ງປັບປຸງດິນ ທີ່ເນັ້ນ ການເພີ່ມຄ່າ pH ແລະ ສະໜອງສະເພາະທາດແຄນຊຽມ (Ca) ໃນ ປະລິມານສູງ. ຢ່າງໃດກໍຕາມ, ຍ້ອນມີປະລິມານ MgO ຕໍ່າ, ມັນຈຶ່ງບໍ່ ເໝາະສົມທີ່ຈະນໍາໃຊ້ເປັນວັດສະດຸ ເພື່ອແກ້ໄຂບັນຫາການຂາດທາດ ແມກນີຊຽມ (Mg) ໃນດິນສົ້ມ. ສໍາລັບຕົວຢ່າງ DC3-1 ໄດ້ສະແດງ ການເຈືອປົນຂອງຊີລິກາໃນປະລິມານທີ່ສູງ ແລະ ບໍ່ເໝາະສົມທີ່ຈະຈັດ ເປັນຫີນຄາໂບເນັດ.

6. ຂໍ້ຂັດແຍ່ງ

ຂ້າພະເຈົ້າໃນນາມຜູ້ຄົນຄວ້າວິທະຍາສາດ ຂໍປະຕິບາຍຕົນວ່າ ຂໍ້ ມູນທັງໝົດທີ່ມີໃນບົດຄວາມວິຊາການດັ່ງກ່າວນີ້ ແມ່ນບໍ່ມີຂໍ້ຂັດແຍ່ງ ທາງຜົນປະໂຫຍດກັບພາກສ່ວນໃດ ແລະ ບໍ່ໄດ້ເອົາປະໂຫຍດໃຫ້ກັບ

ພາກສ່ວນໃດພາກສ່ວນໜຶ່ງ, ກໍລະນີມີການລະເມີດ ໃນຮູບການໃດໜຶ່ງ ຂ້າພະເຈົ້າມີຄວາມຍິນດີ ທີ່ຈະຮັບຜິດຊອບແຕ່ພຽງຜູ້ດຽວ.

7. ຄໍາຂອບໃຈ

ທີມງານຄົ້ນຄວ້າ ຂໍສະແດງຄວາມຮູ້ບຸນຄຸນ ກອງທຶນພັດທະນາ ວິທະຍາສາດ ແລະ ເຕັກໂນໂລຊີ ປະຈໍາປີ 2024 (ເລກລະຫັດ: 1.3.13.17.37.21.24) ທີ່ໃຫ້ການສະໜັບສະໜູນ ແລະ ໃຫ້ງົບປະມານ ໃນການຄົ້ນຄວ້າດັ່ງນີ້, ຂໍຂອບໃຈ ຄະນະນໍາ ແລະ ຄູ-ອາຈານ ພາກວິຊາ ວິສະວະກໍາວັດສະດຸສາດ, ຄະນະວິສະວະກໍາສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລສຸ ພານຸວົງ ແລະ ຄະນະວິສະວະກໍາສາດ, ມະຫາວິທະຍາໄລແຫ່ງຊາດ ທີ່ໃຫ້ ຄວາມຊ່ວຍເຫຼືອທາງດ້ານການທົດລອງ ແລະ ນໍາໃຊ້ເຄື່ອງມືທີ່ທັນສະໄ ໝ.

8. ເອກະສານອ້າງອີງ

Barrow, N. (2017). The effects of pH on phosphate uptake from the soil. *Plant Soil*, 410, 401–410. <https://doi.org/10.1007/s11104-016-3008-9>

Blatt, M. R. (1992). *Sedimentary Petrology*, 2nd ed. New York: Oxford: W. H. Freeman & Co. Ltd. ISBN 0 7167 2273 9.

Bounyavong, S, Volachack, N., Souksomvang, P., Sackxay Sompasert, S., & Phakviseth, P. (2025). Physicals and Mechanical Properties of Geopolymer from Rice Hush Ash and Fly Ash. *Journal of Science and Teacher Education (JLSTE)*, 1(1), 196-204

Department of Geology and Mining Law of Lao PDR. (1991). *Geological and mineral occurrence map. 1:1000000 scale*. Vientiane: British Geological Survey and Department of Geology.

Emerson, D. (1990). Notes on Mass Properties of Rocks. *Exploration Geophysics*, 24(4), 209-216. <https://doi.org/10.1071/EG990209>

Farm, M. P. (2020). *How are lime or gypsum beneficial to soil?*. Retrieved from <https://www.mitrpholmodernfarm.com/news/2020/11/ປູນຫາວຮືອຍືນປັບປຸງດິນ-ມີປະໂຫຍດຫຼືບໍ່ດີນອື່ນຢ່າງໃດ>

Ghasemi, A. (2019). Comprehensive review on the characteristics of dolomite and its applications. *Journal of Engineering Science and Technology Review*, 12(4), 1-10.

KPL. (2023). *A cement factory that witnesses the friendship between China and Laos*. Retrieved from <https://kpl.gov.la/EN/detail.aspx?id=77740>

Magdolna, T., Andrea, K.B., Ágnes, O.Z., & Jáno, K. (2019). Dolomite and calcite treatments applying in melioration of an acidic sandy soil. *Natural Resources and Sustainable Development*, 9(2), 173-180, 174-181. DOI: 10.31924/nrsd.v9i2.034

Nash, M.C., Opdyke, B.N., Wu, Z., Xu, H., & Trafford, J.M. (2014). Simple X-Ray Diffraction Techniques To Identify MG Calcite, Dolomite, and Magnesite In Tropical Coralline Algae and Assess Peak Asymmetry. *Journal of Sedimentary Research*, 83, 1084-1098.

Industry Information. (2025). *Benefits of Using Magnesium Carbonate in Agriculture*. <https://www.magnesiumking.com/news/magnesium-carbonate-agriculture-benefits.html>

Roberts, G. R. (1990). *Encyclopedia of minerals*. Springer US.

Salleh, M.N., Kasim, F.H., Ismail, K.N., Ruzaidi Ghazali, C.H., Saad, S.A., & Daud, S. (2006). Characterization and Application of Dolomite Rock in Perlis. *the 1st International Conference on Natural Resources Engineering & Technology*. Perlis, Malaysia: Kolej Universiti Kejuruteraan Utara Malaysia. p. 465-470.

Wanli Guo, H. N. (2016). Magnesium deficiency in plants: An urgent problem. *The Crop Journal*, 4(2), 83-91.

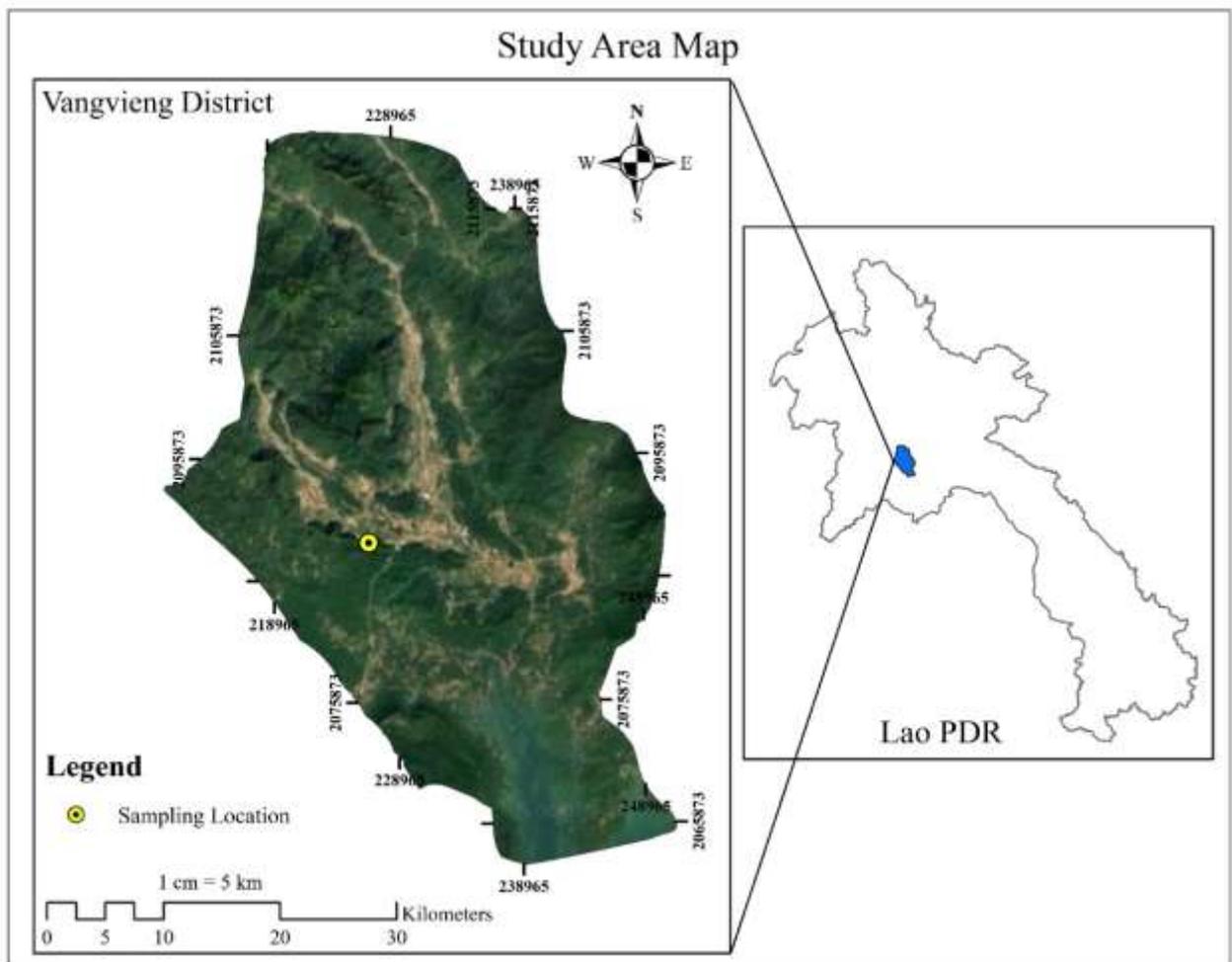
Yang, Y., Fu, Q., Yang, F., Rao, X., Wu, Z., Wu, Z., Fan, J., & Yu, Z. (2023). Effects of Mg on chlorophyll degradation and leaf chroma during the airing of cigar tobacco leaves. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 92(1), 1-13. <https://doi.org/10.5586/asbp/168235>

ຕາຕະລາງທີ 1. ຜົນການທົດລອງຄຸນສົມບັດທາງກາຍຍະພາບ ແລະ ການຄິດໄລ່ຈາກສົມຜົນ (1-5)

Parameters	DC1-1	DC2-1	DC3-1
Dry Bulk Density (g.cm ⁻³)	2.744	2.659	2.754
Apparent Porosity	0.31	1.06	2.29
Wet bulk density (g.cm ⁻³)	2.747	2.670	2.776
Grain Density (g.cm ⁻³)	2.763	2.697	2.828

ຕາຕະລາງທີ 2. ຜົນການທົດລອງອົງປະກອບທາງເຄມີ ດ້ວຍເຕັກນິກ X-ray Fluorescence (XRF)

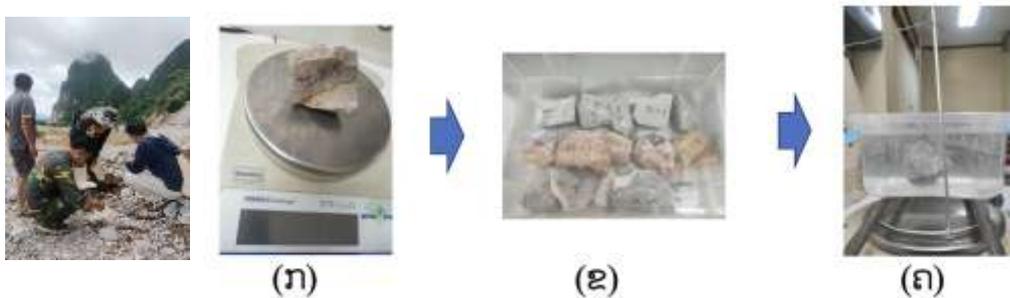
Component	Samples DC1-1	DC2-1	DC3-1	Commercial dolomite
CaO	97.8	98.0	12.6	88.1
MgO	0.879	n.d.	0.192	0.351
SiO ₂	0.341	1.12	83.4	6.78
Fe ₂ O ₃	0.271	0.226	1.56	2.28
Al ₂ O ₃	0.0871	0.0650	0.314	0.774
P ₂ O ₅	0.446	0.377	1.17	0.608
K ₂ O	0.0911	0.103	0.347	0.356
SO ₃	0.0202	0.0312	0.0541	0.214
TiO ₂	n.d.	n.d.	n.d.	0.548
SrO	0.0508	0.0454	0.0249	n.d.



ຮູບພາບທີ 1: ພື້ນທີ່ ແລະ ການເກັບຕົວຢ່າງຫີນຄາໂບເນັດ



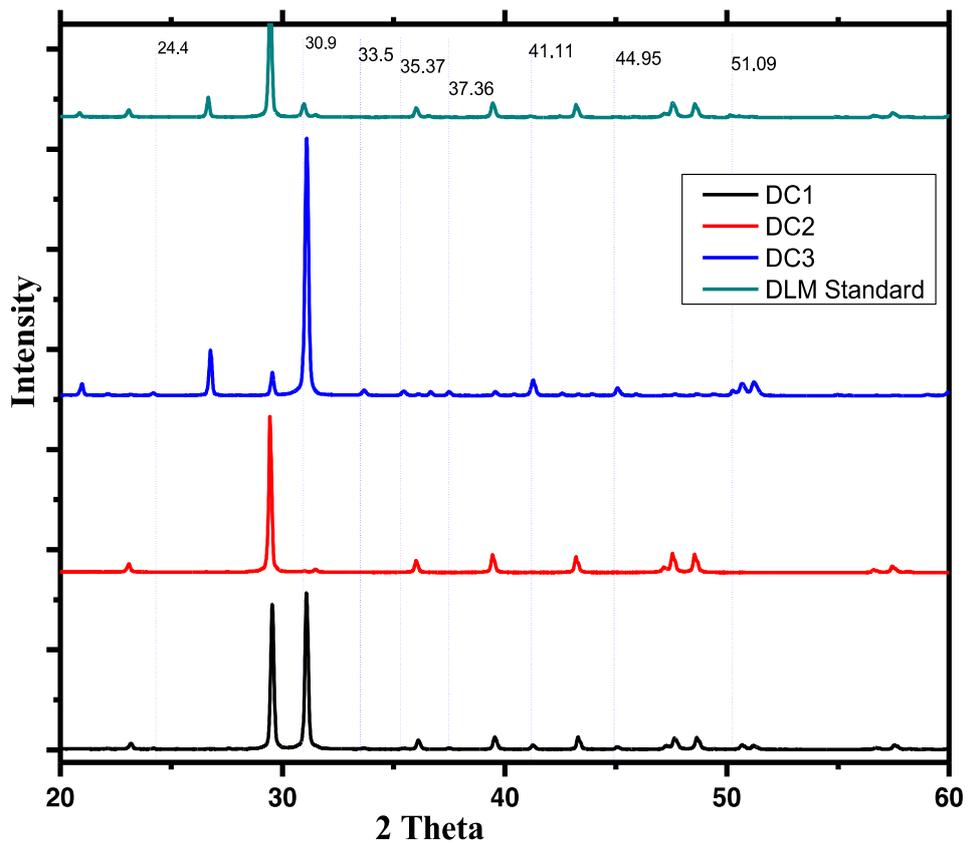
ຮູບພາບທີ 2: ອຸປະກອນລົງເກັບຕົວຢ່າງພາກສະໜາມ



ຮູບພາບທີ 3: (ກ) ການສັ່ງມວນສານກ່ອນຫີນຕົວຢ່າງ ແລະ (ຂ) ແຊຕົວຢ່າງຫີນໃຫ້ອົມຕົວ ແລະ (ຄ) ການສັ່ງມວນສານຫີນໃນນໍ້າ



ຮູບພາບທີ 4: ຂະບວນການກຽມຕົວຢ່າງ ແລະ ການທົດລອງດ້ວຍເຄື່ອງ XDF ຊະນິດ Rigaku ຮຸ້ນ Supermini200



ຮູບພາບທີ 5: ເສັ້ນສະແດງຜົນການທົດລອງ XRD ຂອງຕົວຢ່າງ DC1, DC2, DC3 (ຈາກທຳມະຊາດ) ແລະ DLM (ຈາກປະເທດເຜີ້ອນບ້ານ ເປັນຜະລິດຕະພັນຂາຍໃນທ້ອງຕະຫຼາດ)