ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT PHỤ GIA TỚI ĐỘ BỀN VÀ ĐỘNG THÁI NHẢ DINH DƯỠNG CỦA PHÂN BÓN KALI NHẢ CHẬM DẠNG VIÊN

Trần Quốc Toàn[1*], Ma Thị Bích Vân[2], Hoàng Việt Duy[2], Hoàng Như Ngọc[2]
[1]Trường Đại học Sư phạm – ĐH Thái Nguyên,
[2] Trường THPT Thành Phố - Tỉnh Cao Bằng

TÓM TẮT

Nghiên cứu này trình bày sự ảnh hưởng của chất phụ gia polyacrylamit và khoáng sét bentonit đến độ bền và động thái nhả dinh dưỡng của phân bón kali dạng viên. Polyacrylamit là polyme ưa nước, có khả năng kết dính tốt đã tương tác với bentonit và K_2SO_4 thông qua tương tác ion lưỡng cực, tương tác Van der Waals để tạo thành một mạng lưới vững chắc, tăng cường cấu trúc mạng tinh thể của nó. Độ bền của viên phân kali được tặng lên và tốc độ nhả dinh dưỡng của viên phân giảm khi thêm polyacrylamit vào hỗn hợp cho thấy vai trò quan trọng của polyacrylamit. Sự xâm nhập của polyacrylamit và K_2SO_4 vào giữa các lớp bentonit làm cho khoảng cách lớp cơ bản của bentonit tăng lên đáng kể. Với hỗn hợp có tỉ lệ khối lượng K_2SO_4: bentonit: PAM là 80:20:0,25 viên phân bón kali có độ bền lớn nhất.

Từ khóa: *ảnh hưởng, phụ gia, phân bón, kali, nhả chậm*

MỞ ĐẦU

Trong sản xuất nông nghiệp, phân bón có vai trò quan trọng trong việc nâng cao năng suất và chất lượng nông sản. Tuy nhiên, hiệu quả sử dụng phân bón của cây trồng hiện nay là rất thấp: hiệu quả sử dụng phân ure đạt 30%-45%, phân lân 40%-45%, kali 40%-50% [1], phần còn lại bị mất mát do nhiều nguyên nhân như do sự bay hơi của amoniac, sự biến đổi khí hậu, sự rửa trôi, xói mòn...Điều này làm tăng chi phí, giảm hiệu quả kinh tế và những ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường sinh thái và sức khỏe con người. Do đó, việc nâng cao hiệu quả sử dụng phân bón là rất cần thiết, thu hút sự quan tâm của các nhà khoa học, nhà sản xuất phân bón [2]. Phân bón nhả chậm là một giải pháp hữu hiệu, kĩ thuật tiên tiến nhất cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng. Khi các chất dinh dưỡng được đưa vào nền polyme hoặc bọc trong vỏ polyme, sau đó chất dinh dưỡng được nhả dần cho cây hấp thụ, đáp ứng nhu cầu dinh dưỡng của cây trồng, giảm thiểu sự mất mát phân bón, cải thiện hiệu quả sử dụng phân bón, bảo vệ môi trường [3].

Các nghiên cứu cho thấy, hầu hết các muối kali tan tốt trong nước ở điều kiện thường, để làm giảm tốc độ nhả dinh dưỡng của phân bón cần thêm vào các chất phụ gia ít tan hoặc không tan trong nước, có khả năng làm bền vật liệu [4]. Các chất phụ gia phân bón thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa hoc hiện nay đó là các polyme hữu cơ (Urea-Formaldehyde, polyme siêu hấp thụ nước...), khoáng sét tự nhiên (zeolit, bentonit...) thân thiện với môi trường. Đây là những chất có khả năng kết dính tốt, giúp các hạt nhỏ dễ bám dính thành các hạt phân bón lớn rắn chắc, chậm tan vào nước, từ đó làm chậm quá trình nhả dinh dưỡng của phân bón [4] [5] [6].

Bentonit là loại khoáng sét tự nhiên, thuộc nhóm smectit có thành phần chính là montmorillonit có tính dẻo, dính, dễ dàng cho quá trình tạo viên. Nhờ cấu trúc lớp với diện tích bề mặt và dung lượng trao đổi cation lớn, bentonit giúp cải thiện khả năng giữ nước và chất dinh dưỡng của đất. Ở Việt Nam, bentonit có trữ lượng lớn, đã được khai thác và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như xây dựng, xử lí môi trường, màng phủ, phụ gia trong sản xuất thức ăn chăn nuôi, phân bón...[1], [7].

Polyacrylamit (PAM) là polyme ưa nước, kết dính tốt, có có khả năng phân hủy sinh học. Trong sản xuất nông nghiệp, polyacrylamit

* *Tel: 0978 553908, Email: tranquoctoan@dhsptn.edu.vn*

được sử dụng để cải tạo đất, giữ ẩm, ngăn sự xói mòn… Ngoài ra PAM còn được ứng dụng trong xây dựng, sản xuất gốm, chất chống thấm, giấy vệ sinh, xử lí kim loại nặng...[8].

Trong bài báo này, chúng tôi nghiên cứu ảnh hưởng của chất phụ gia polyacrylamit và bentonit đến độ bền và động thái nhả dinh dưỡng của viên phân kali nhả chậm làm cơ sở chế tạo và ứng dụng phân bón kali nhả chậm.

THỰC NGHIỆM

Nguyên liệu và hóa chất

- Polyacrylamit (PAM) dạng hạt màu trắng có trọng lượng phân tử $3,8.10^5$ (g/mol), của Viện Hóa học- Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

- Khoáng sét Bentonit Tuy Phong - Bình Thuận (B), hàm lượng montmorillonit từ 49-51%, kích thước hạt < 20 μm, độ ẩm < 5%.

- K_2SO_4 dạng hạt màu trắng, hàm lượng $K_2O \geq 50\%$, $S \geq 17\%$, Trung Quốc.

Các phương pháp phân tích

Phổ hồng ngoại của mẫu phân bón được đo trên quang phổ kế hồng ngoại biến đổi Shimadzu IR prestige 21 trong vùng 4000-400cm^{-1} bằng kỹ thuật ép viên với KBr

Nhiễu xạ tia X của mẫu phân bón được ghi trên thiết bị nhiễu xạ Rơnghen D8 Advanced Brucker, ống phóng tia CuKα với cường độ phóng 0,01A, góc quét 2θ từ 0,5-20^0, U = 40 kV, I = 40mA.

Hàm lượng kali được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử (AAS) trên máy quang phổ hấp thụ nguyên tử AAS 630 Shimadzu.

Phương pháp thử độ rã của viên phân bón: viên phân được đặt trong dụng cụ giỏ quay nhúng trong 900ml nước cất ở 25^o C, quay với tốc độ 100 vòng/phút trong 30 phút. Độ rã được xác định là % khối lượng viên phân bị rã và khuếch tán hết ra khỏi giỏ. Độ rã được đo trên máy đo độ rã ERWEKA DT 60.

Phương pháp thử độ cứng của viên phân bón: độ cứng của viên phân bón được xác định là lực gây vỡ viên ép theo đường kính (viên tròn). Độ cứng của viên phân bón được đo trên máy đo độ cứng ERWEKA TBH 200,

Tổng hợp phân bón kali nhả chậm dạng viên

Các hạt phân K_2SO_4 cùng với chất mang bentonit được cân riêng, sau đó thêm một lượng dung dịch chất kết dính PAM đã được chuẩn bị rồi trộn đều. Hỗn hợp sau đó được đùn thành sợi và cắt thành viên hình trụ có đường kính trung bình 3mm, dài 5mm. Các viên hình trụ này được vo thành viên có đường kính trung bình 3-4mm trên thiết bị vo viên thuốc dạng chảo nghiêng, sau đó được làm khô trong tủ sấy ở 80^0C trong 8 giờ. Lượng hóa chất K_2SO_4, bentonit và PAM sử dụng được thay đổi theo tỉ lệ khảo sát [1].

Đặc tính nhả kali của phân bón trong nước

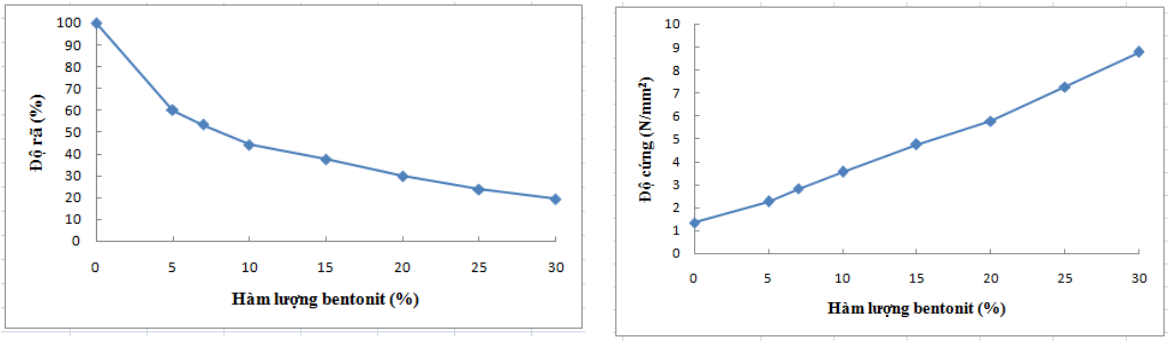
Cho 10 gam phân kali vào chai nhựa đậy kín chứa 200 ml nước cất. Sau những khoảng thời gian xác định (6, 12, 24, 36, 48, 60, 72 giờ), dung dịch được lấy hết ra để xác định hàm lượng kali và thay 200 ml nước cất mới vào chai. Hàm lượng kali trong dung dịch được xác định bằng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử [4].

Tất cả các mẫu đều được thực hiện lặp lại 3 lần, giá trị trung bình được coi là hàm lượng K của mỗi mẫu. Thời gian nhả K của phân nhả chậm được coi là thời gian mà quá trình nhả tích lũy đạt tới 80% tổng lượng K.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

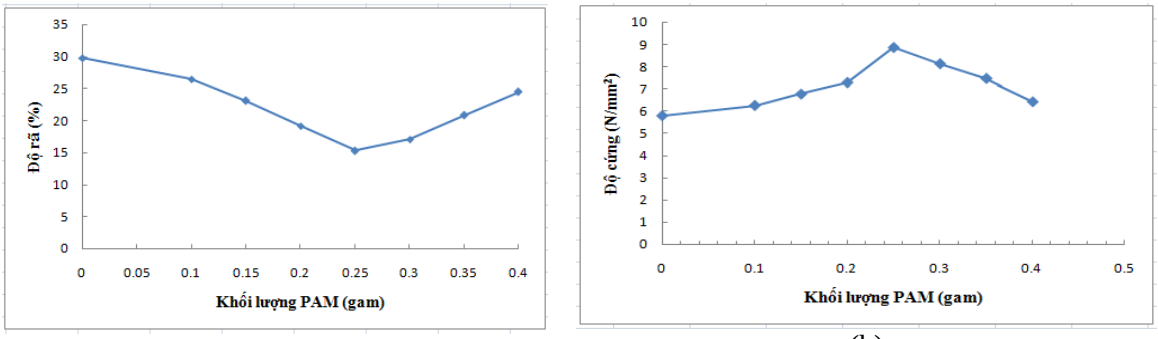
Ảnh hưởng của hàm lượng bentonit đến độ bền viên phân bón

Tổng hợp các mẫu phân kali chứa K_2SO_4 và bentonit, với tỉ lệ khối lượng bentonit thay đổi từ 3,0-25,0%. Kết quả khảo sát độ bền viên phân bón thông qua độ cứng và độ rã trong nước của các mẫu phân được trình bày trên hình 1.



(a) (b)

Hình 1. *Ảnh hưởng của hàm lượng bentonit đến độ rã (a) và độ cứng (b) viên phân kali (Điều kiện: tỉ lệ khối lượng Bentonit từ 3,0-25,0 %, PAM 0%)*



(a) (b)

Hình 2. *Ảnh hưởng của hàm lượng PAM đến độ rã (a) và độ cứng (b) viên phân kali (Điều kiện: Bentonit 20,0 gam; K_2SO_4 80,0 gam; PAM 0,10-0,40 gam)*

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự có mặt của bentonit đã làm tăng độ cứng và giảm độ rã của viên phân bón. Điều này có thể được giải thích là sự có mặt của bentonit đã làm tăng độ bền viên phân, giúp chúng khó bị vỡ dưới tác dụng của lực nén xác định (hình 1). Khi hàm lượng bentonit thấp khả năng kết dính của hỗn hợp giảm, các phân tử K_2SO_4 không được bao bọc hoàn toàn, dễ hòa tan vào nước. Khi tăng lượng bentonit thì số phân tử K_2SO_4 bị neo bởi các phân tử bentonit tăng, khả năng bọc toàn bộ K_2SO_4 tăng. Tuy nhiên, khi hàm lượng bentonit cao thì độ dinh dưỡng của phân giảm, do đó chúng tôi chọn hàm lượng bentonit là 20% cho các nghiên cứu tiếp theo [6].

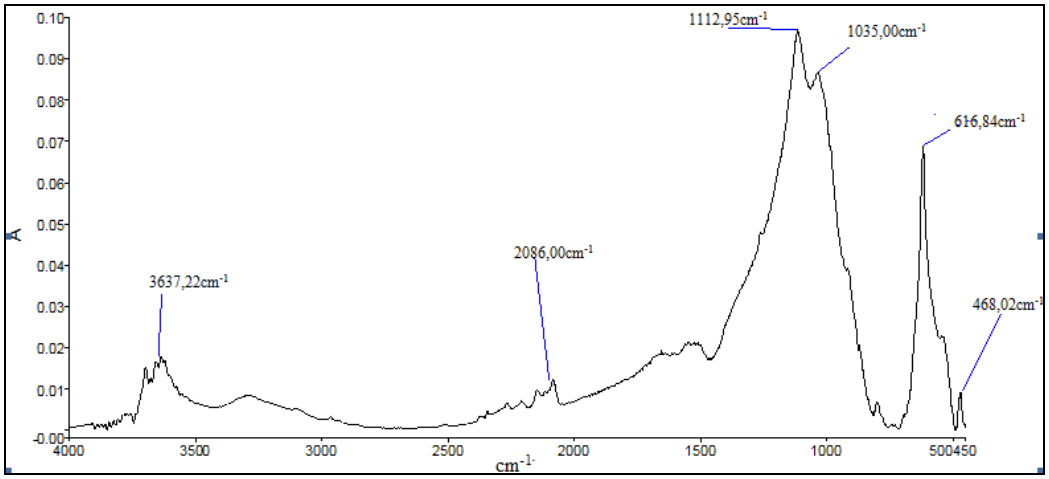
Ảnh hưởng của polyacrylamit đến độ bền viên phân bón

Tổng hợp các mẫu phân kali với tỉ lệ khối lượng K_2SO_4:bentonit là 80:20, và hàm lượng chất kết dính PAM thay đổi từ 0,10-0,40%. Kết quả khảo sát độ cứng và độ rã trong nước của các mẫu phân được trình bày trên hình 2.

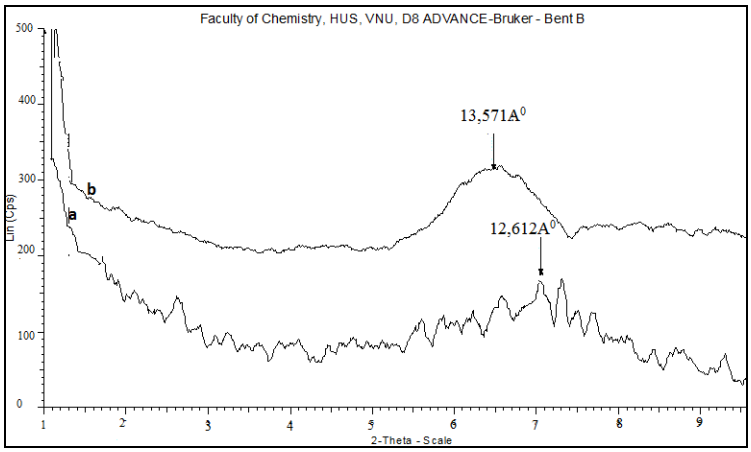
Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi hàm lượng PAM tăng từ 0,10-0,25% thì viên phân bón có độ cứng tăng và độ rã giảm dần (hình 2). Điều này có thể được giải thích là do: khi hàm lượng PAM tăng, độ rã của viên phân nhả chậm giảm do số tương tác và liên kết ngang tăng, làm tăng độ bền cấu trúc của viên phân nên khả năng giữ K_2SO_4 càng tốt. Tuy nhiên, khi hàm lượng PAM > 0,25% thì độ rã của viên phân có xu hướng tăng lên, do sau khi đã tạo số liên kết ngang bão hoà với K_2SO_4 và bentonit, phân tử PAM còn nhiều nhóm ưa nước ($-NH_2$) và phân cực (C=O) chưa liên kết đã tạo cầu nối cho nước khuếch tán vào trong cấu trúc của phân bón, làm giảm độ bền của phân bón. Ngoài ra, khi hàm lượng PAM cao làm độ nhớt của dung dịch tăng, làm giảm khả năng phân tán của các hạt phân bón và bentonit, làm giảm khả năng kết dính [1,9]. Qua nghiên cứu trên, mẫu phân bón với tỉ lệ khối lượng K_2SO_4: Bentonit: PAM (K-B-PAM) là 80:20:0,25 được đánh giá là tối ưu cho quá trình tổng hợp mẫu phân kali nhả chậm.

Nghiên cứu cấu trúc phân bón bằng phổ hồng ngoại

Phổ phổ hồng ngoại (IR) của mẫu phân bón K-B-PAM được trình bày trên hình 3.



Hình 3. *Phổ IR của mẫu phân bón K-B-PAM*



Hình 4. *Giản đồ nhiễu xạ tia X của bentonit Bình Thuận (a) và phân bón K-B-PAM (b)*

Phổ IR của phân bón K-B-PAM được đặc trưng chủ yếu bởi các dải hấp thụ: dải hấp thụ ở tần số 3637,22cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của nhóm -NH_2 trong PAM; dải hấp thụ ở 1112,95cm^{-1} đặc trưng cho dao động bất đối xứng của nhóm SO_4^{2-} trong K_2SO_4; dải hấp thụ ở 1035,00cm^{-1} đặc trưng cho dao động hóa trị của Si-O trong tứ diện của bentonit [8,10]. Kết quả này cho thấy mẫu phân bón K–B-PAM được tổng hợp thành công từ các chất K_2SO_4, PAM và bentonit.

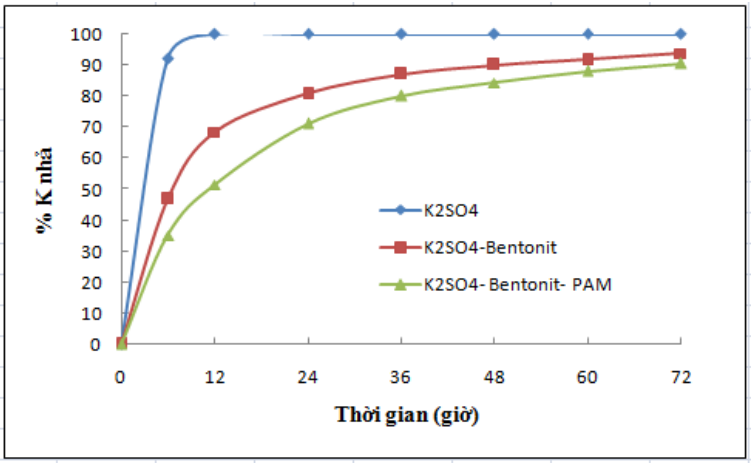
Nghiên cứu cấu trúc phân bón bằng phương pháp nhiễu xạ tia X

Phương pháp nhiễu xạ tia X được sử dụng để nghiên cứu sự thay đổi về cấu trúc của bentonit khi có mặt PAM và K_2SO_4. Kết quả phân tích nhiễu xạ tia X được chỉ ra ở hình 4.

Kết quả phân tích nhiễu xạ tia X cho thấy, bentonit Bình Thuận có khoảng cách cơ bản 12,612 Å ở góc nhiễu xạ 2θ =7,0^0, sau khi tương tác với PAM và K_2SO_4 trong phân bón làm khoảng cách lớp tăng lên 13,571 Å, pic dịch chuyển về góc 2θ = 6,5^0. Điều này chứng tỏ có sự xâm nhập của các phân tử PAM và K_2SO_4 vào giữa các lớp của khoáng sét bentonit, làm thay đổi cấu trúc bentonit Bình Thuận. Các tương tác Van der Waals giữa các chất trong hỗn hợp hay tương tác ion lưỡng cực CO…M^{n+} hay SO...M^{2+} tạo ra do các nhóm phân cực mạnh C=O (trong PAM), S=O (trong K_2SO_4) với các cation (M^{n+}) có trong khoáng sét bentonit đã tăng cường cấu trúc bền vững của mẫu phân bón [8-10].

Động thái nhả kali trong nước

Động thái nhả kali trong nước của các mẫu phân kali: K_2SO_4, K_2SO_4- Bentonit (K-B, tỉ lệ khối lượng 80:20), K_2SO_4 - Bentonit - PAM (tỉ lệ khối lượng 80:20:0,25) được biểu diễn trên hình 5.



Hình 5. *Động thái nhả K trong nước theo thời gian của các mẫu phân kali*

Kết quả ở hình 5 cho thấy, tốc độ nhả dinh dưỡng của mẫu phân K_2SO_4> mẫu phân K-B > mẫu phân K-B-PAM. Phân kali thông thường (K_2SO_4) tan nhanh trong nước (hoà tan hết <6 giờ), bentonit không tan trong nước, có tính dẻo, khi thêm vào đã làm tăng chiều dài quãng đường xâm nhập của nước, làm nhả chậm quá trình nhả dinh dưỡng của phân bón K-B (nhả 80,85%K sau 24 giờ). Khi thêm PAM vào hỗn hợp K-B đã xảy ra sự tương tác giữa các chất trong hỗn hợp K-B-PAM, làm tăng khả năng kết dính của hỗn hợp, tăng cường sự bền vững viên phân bón, làm giảm tốc độ nhả K rõ rệt (nhả 80,13%K sau 36 giờ). Các phân tử polyacrylamit và K_2SO_4 đã được neo bởi các phân tử bentonit làm cho viên phân bón K-B-PAM bền vững, khó bị phá vỡ khi tiếp xúc với các phân tử nước, giảm thiểu sự mất mát phân bón [9].

KẾT LUẬN

Trong quá trình chế tạo phân bón kali nhả chậm dạng viên, khi hàm lượng bentonit tăng thì độ bền viên phân tăng, tốc độ nhả dinh dưỡng của phân bón giảm. Viên phân bón kali nhả chậm có tỉ lệ khối lượng K_2SO_4: bentonit: PAM là 80:20:0,25 cho độ bền lớn nhất.

Sự có mặt PAM đã làm tăng sự kết dính của bentonit với K_2SO_4, tạo ra viên phân có độ bền xác định. Các phân tử polyacrylamit và K_2SO_4 đã xâm nhập và chèn vào giữa các lớp khoáng sét bentonit, hình thành các tương tác Van der Waals hay tương tác tĩnh điện tăng cường cấu trúc bền vững của viên phân, làm giảm tốc độ nhả dinh dưỡng của phân bón.

Kết quả nghiên cứu này là cơ sở ứng dụng bentonit và PAM làm chất phụ gia tổng hợp các loại phân bón kali nhả chậm có thời gian nhả dinh dưỡng thích hợp với nhu cầu dinh dưỡng của cây trồng, làm tăng hiệu quả sử dụng phân bón và bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trần Quốc Toàn (2017), *Chế tạo và nghiên cứu động học quá trình nhả chất dinh dưỡng của một số loại phân bón nhả chậm*, Luận án Tiến sĩ Hóa học, Học viện KH&CN, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam.

2. Babar Azeem, KuZilati KuShaari, Zakaria B. Man, Abdul Basit, Trinh H. Thanh (2014), "Review on materials & methods to produce controlled release coated urea fertilizer", *Journal of Controlled Release*, 181, pp.11–21

3. Trenkel M.E (2010), *Slow-and Controlled - release and Stabilized Fertilisers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture.* International Fertilizer Industry Association, Paris

4. Lan Wu, Mingzhu Liu (2007), " Slow-Release Potassium Silicate Fertilizer with the Function of

Superabsorbent and Water Retention", *Ind. Eng. Chem. Res.*,46 (20), pp. 6494–6500

5. Hai-lianWang, Ya-fanBi, HaoXia,Hui-xingXie, MoWang, Wang-wangLi (2013), "Study on Preparation of Sustained-Release Potassium Fertilizer with Bentonite as Carrier and Slow Release Performance of Potassium.", *2013 Third International Conference on Intelligent System Design and Engineering Applications*, pp.1348-1351

6. Yanle Guo, Zhiguang Liu, Min Zhang, Xiaofei Tian, Jianqiu Chen, and Lingli Sun (2018), "Synthesis and Application of Urea-Formaldehyde for Manufacturing a Controlled-Release Potassium Fertilizer", *Ind. Eng. Chem. Res.*, *57* (5), pp. 1593–1606

7. Ch. V . Subbarao, G . Kartheek, and D. Sirisha (2013), "Slow Release of Potash Fertilizer Through Polymer Coating", *International Journal of Applied Science and Engineering*, 11(1), pp. 25-30.

8. Trịnh Đức Công, Nguyễn Văn Khôi, Trần Quốc Toàn (2012), "Nghiên cứu tương tác giữa copolime của axit acrylic và acrylamit với bentonit Bình Thuận", *Tạp chí Hóa học*, 50(4B), tr. 92-94.

9. Ni Xiaoyu, Wu Yuejin, Wu Zhengyan, Wu Lin, Qiu Guannan, Yu Lixiang (2013), **"**A novel slow-release urea fertiliser: Physical and chemical analysis of its structure and study of its release mechanism**"**, *Biosystems Engineering*, 115, pp. 274 – 282.

10. Azha.Periasamy, S.Muruganand and M.Palaniswamy (2009), "Vibrational studies of Na_2SO_4, K_2SO_4, $NaHSO_4$ and $KHSO_4$ crystals", *Rasayan Journal of Chemistry*, 2(4), pp. 981-989.

SUMMARY

EFFECT OF ADDITIVIVE ON DURABILITY AND THE NUTRIENT RELEASE BEHAVIOUR OF GRANULAR SLOW-RELEASE POTASH FERTILIZER

Tran Quoc Toan [1*], Ma Thi Bich Van[2], Hoang Viet Duy[2], Hoang Nhu Ngoc[2]

[1]University of Education – TNU, [2]City High School – Cao Bang Province

The effect of polyacrylamide and clay to durability and the nutrient release behaviour of granular slow-release potash fertilizer was studied. Polyacrylamide, a kind of hydrophilic polymer with high adhesion ability, interacted with potasium sulphate and bentonite via dipole ionic, Van der Waals interaction to form the strong network and to strengthen its crystal structure. The durability of the granular potash fertilizer increased and nutrient release rate of the granular potash fertilizer decreased by adding polyacrylamide to the mixture which showeds the important role of polyacrylamide. Polyacrylamide and potasium sulphate penetrated into the bentonite layers and thus the distance of based layer of bentonite increased significantly**.** The mixture including K_2SO_4:bentonite:PAM by 80:20:0.25, can make the maximum durability potash fertilizer.

Keywords: *effect, additivive, fertilizer, potash, slow-release*

Ngày nhận bài: 27/7/2018; Ngày phản biện: 29/8/2018; Ngày duyệt đăng: 31/8/2018

[*] *Tel: 0978 553908, Email: tranquoctoan@dhsptn.edu.vn*