

NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN CHẤT LƯỢNG SẢN PHẨM TẮM THUỐC NỔ MẠNH TN6-VN

Nguyễn Minh Tuấn*, Phạm Quang Hiếu, Trần Văn Phương,
Nguyễn Ngọc Hải, Phạm Kim Đạo, Bùi Anh Thúc

Tóm tắt: Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố đến chất lượng sản phẩm tắm thuốc nổ mạnh TN6-VN. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng, cỡ hạt thuốc nổ PETN, hàm lượng chất hóa dẻo, hàm lượng, cỡ hạt phụ gia công nghệ, có ảnh hưởng lớn đến mật độ, độ bền kéo đứt, tốc độ nổ, khả năng sinh công và các tính năng khác của sản phẩm. Sản phẩm tắm thuốc nổ mạnh TN6-VN chế tạo từ quy trình công nghệ nghiên cứu đã được thử nghiệm cho thấy đáp ứng các chỉ tiêu kỹ thuật sản phẩm, tương đương với tắm thuốc nổ mạnh của nước ngoài.

Từ khóa: Thuốc nổ; Tắm thuốc nổ mạnh; Giáp phản ứng nổ; HMX; RDX; PETN.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tắm thuốc nổ mạnh thực chất là một dạng của thuốc nổ đàn hồi có các đặc tính nổ cao. Các tắm thuốc nổ mạnh thường được tạo thành từ: Thuốc nổ nền là các thuốc nổ mạnh có năng lượng cao như: 1,3,5-Trinitroperhydro-1,3,5-triazine (RDX), Octahydro-1,3,5,7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocane (HMX), Pentaerythritol tetranitrate (PETN); chất kết dính là các polime đàn hồi dạng rắn như: Cao su butyl, polyisobutylen, polyuretan,... chất hóa dẻo, phụ gia công nghệ [1-3]. Chất kết dính thường là các hợp chất cao phân tử có nhiệt độ phân hủy và bùng cháy cao hơn nhiệt độ chảy dẻo, có khả năng hóa dẻo thành dạng lỏng và trở lại trạng thái rắn khi dung môi bị đuổi hết. Khi đó, chất kết dính trở lại trạng thái đàn hồi. Các tắm thuốc nổ mạnh có ưu điểm là có tính chất cơ học tốt, có tính đàn hồi, có khả năng tái chế. Ở nước ta chưa có công trình nào nghiên cứu chế tạo tắm thuốc nổ mạnh. Vì vậy, việc nghiên cứu, chế tạo thành công tắm thuốc nổ mạnh là hết sức cần thiết.

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố đến chất lượng sản phẩm tắm thuốc nổ mạnh TN6-VN như: ảnh hưởng của hàm lượng, cỡ hạt thuốc nổ PETN; ảnh hưởng của hàm lượng chất hóa dẻo; ảnh hưởng của hàm lượng, cỡ hạt phụ gia công nghệ đến mật độ, độ bền kéo đứt, tốc độ nổ, khả năng sinh công và các tính năng khác của sản phẩm. Từ các kết quả nghiên cứu, xây dựng quy trình công nghệ chế tạo tắm thuốc nổ mạnh quy mô phòng thí nghiệm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất, thiết bị thí nghiệm

2.1.1. Hóa chất

Các hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu gồm: Thuốc nổ PETN của Trung Quốc có nhiệt độ nóng chảy 140 °C, độ axit (theo axit nitric) không lớn hơn 0,01%, hàm lượng tạp chất không tan trong axeton không lớn hơn 0,1%; Chất kết dính polyisobutylen của Nga có khối lượng phân tử $M = 100.000 \div 170.000$; Chất hóa dẻo dioctyl sebacate (DOC); Các phụ gia công nghệ của Hàn Quốc với cỡ hạt khác nhau.

2.1.2. Các trang thiết bị chính dùng trong quá trình thí nghiệm, thử nghiệm

Máy trộn trục Z, máy cán, bình hòa tan polyme, thiết bị khuấy IKA, tủ sấy, tủ hút, khay inox, cân điện tử, cốc thủy tinh 1000 ml, 500 ml, 250 ml. Các thiết bị đo độ nhạy va đập, tốc độ nổ, độ bền kéo đứt,...

2.2. Phương pháp tạo mẫu

Tắm thuốc nổ mạnh được chế tạo theo phương pháp dùng dung môi. Phương pháp này được thực hiện như sau: Làm trương nở các mảnh cắt một lượng chất kết dính được tính toán trong

dung môi được chọn để thu được gel đồng nhất. Gel này được chuyển vào máy trộn trục Z và một lượng thuốc nổ PETN với cỡ hạt phù hợp được thêm vào làm ba đợt. Hơi nước hoặc nước nóng được đưa vào vỏ áo máy trộn và tiếp tục trộn trong thời gian (150 - 210) phút ở nhiệt độ (60-70) °C. Trong quá trình trộn, một phần dung môi bị bay hơi dẫn đến sự hình thành bột nhão. Bột nhão sau đó được cán trên máy cán (hoặc ép) giữa một cặp trục cán lăn nóng để thu được tấm thuốc nổ có kích thước mong muốn [3].

2.3. Phương pháp đo

Để đánh giá chất lượng sản phẩm sử dụng các phương pháp đo sau:

- Xác định độ nhạy nổ bằng phương pháp Cast theo TCVN/QS 1837:2017 (không phá, đánh toi, nghiền nhỏ mẫu);
- Xác định công nổ bằng con lắc xạ thuật theo TCVN 6424:98;
- Xác định tốc độ nổ theo TCVN 6422:98 (Cắt tấm thuốc nổ thành các tấm nhỏ kích thước (25 x 320) mm rồi đo trực tiếp);
- Sử dụng phương pháp đo mật độ, độ bền kéo đứt, độ giãn dài tương đối theo các quy trình, tiêu chuẩn: TPTN.KLR-TNCN.QTTN.01, TCVN 4509:2013.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng, cỡ hạt thuốc nổ PETN đến các chỉ tiêu xạ thuật của sản phẩm

3.1.1. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng thuốc nổ PETN đến các chỉ tiêu: tốc độ nổ, khả năng sinh công

Nhóm tác giả đã tiến hành chế thử tấm thuốc nổ mạnh với chất kết dính là polyisobutylen, chất hóa dẻo là DOC, phụ gia công nghệ theo phương pháp tạo mẫu ở mục 2.2. Kết quả chế thử tấm thuốc nổ với hàm lượng thuốc nổ PETN khác nhau được cho trong bảng sau:

Bảng 1. Kết quả chế thử tấm thuốc nổ mạnh với hàm lượng PETN khác nhau.

TT	Hàm lượng thuốc nổ PETN, %	Tốc độ nổ, m/s	Khả năng sinh công, %TNT
1	80	7250	105,5
2	81	7305	-
3	82	-	110,6
4	83	7372	-
5	84	-	115,4

Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi tăng hàm lượng thuốc nổ PETN trong khoảng từ 80% đến 84%, tốc độ nổ, khả năng sinh công của tấm thuốc nổ tăng. Điều này là phù hợp vì thuốc nổ PETN là thành phần chính sinh năng lượng của tấm nổ [1]. Các thành phần còn lại như chất kết dính, chất hóa dẻo có chức năng chính là đảm bảo các tính chất cơ lý của sản phẩm. Để đảm bảo khả năng sinh công lớn, từ tính chất yêu cầu sản phẩm, nhóm tác giả đã lựa chọn hàm lượng thuốc nổ PETN trong khoảng từ 82 % đến 84% cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.1.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của cỡ hạt thuốc nổ PETN đến các chỉ tiêu: độ nhạy va đập, tốc độ nổ

Nhóm tác giả đã tiến hành chế thử tấm thuốc nổ mạnh với chất kết dính là polyisobutylen, chất hóa dẻo là DOC, hàm lượng thuốc nổ PETN là 83 % với cỡ hạt khác nhau. Nhóm tác giả đã nghiên cứu sự ảnh hưởng của cỡ hạt thuốc nổ PETN đến các chỉ tiêu xạ thuật của sản phẩm. Kết quả chế thử tấm nổ với cỡ hạt thuốc nổ PETN khác nhau được cho trong bảng sau:

Bảng 2. Kết quả chế thử tấm thuốc nổ với cỡ hạt thuốc nổ PETN khác nhau.

TT	Cỡ hạt thuốc nổ PETN, không lớn hơn, μm	Độ nhậy va đập, %	Tốc độ nổ, m/s
1	90	88	-
2	70	84	7460
3	50	64	7430
4	30	52	7320

Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi giảm cỡ hạt thuốc nổ PETN trong khoảng từ 90 μm xuống 30 μm , giá trị chỉ tiêu tốc độ nổ của tấm thuốc nổ cơ bản không thay đổi nhiều. Chỉ tiêu độ nhậy va đập giảm đáng kể. Điều này có thể giải thích như sau: với thuốc nổ PETN trong khoảng cỡ hạt từ 90 μm xuống 30 μm , sản phẩm tấm nổ có mật độ cơ bản không thay đổi. Theo vật lý nổ thì giá trị tốc độ nổ phụ thuộc vào giá trị mật độ [6]. Do đó, chỉ tiêu tốc độ nổ theo đó cũng cơ bản không thay đổi. Do thuốc nổ PETN là thuốc nổ rất nhậy với xung va đập khi các hạt thuốc nổ chưa được bao bọc bởi chất kết dính polime, khi giảm cỡ hạt thuốc nổ PETN, các hạt được bao bọc tốt hơn, lớp chất kết dính polime phủ kín bề mặt các hạt thuốc nổ, giúp cho độ nhậy va đập của sản phẩm giảm đáng kể. Từ kết quả nghiên cứu tác giả lựa chọn cỡ hạt thuốc nổ PETN không lớn hơn 50 μm .

3.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng chất hóa dẻo đến các chỉ tiêu: mật độ, độ bền kéo đứt, độ giãn dài tương đối

Chất hóa dẻo được định nghĩa là bất kỳ chất nào (chủ yếu ở dạng lỏng) được thêm vào hỗn hợp cao su - polime giúp cho quá trình cán trộn, ép đùn,... dễ dàng hơn nhờ sự biến đổi các tính chất vật lý cơ bản của hỗn hợp chưa kết mạng hoặc đã kết mạng. Dựa vào nguồn gốc có thể phân loại thành chất hóa dẻo tự nhiên (dầu khoáng) và chất hóa dẻo tổng hợp [8]. Chất hóa dẻo cần phải có các tính chất sau: ít bay hơi, không mùi, trơ về mặt hóa học, khó tách khỏi polime.

Nhóm tác giả đã tiến hành chế thử tấm thuốc nổ với hàm lượng chất hóa dẻo khác nhau. Kết quả chế thử tấm nổ với hàm lượng chất hóa dẻo - DOC khác nhau được cho trong bảng sau:

Bảng 3. Kết quả chế thử tấm thuốc nổ với hàm lượng DOC khác nhau.

TT	Hàm lượng DOC, %	Mật độ, g/cm^3	Độ bền kéo đứt, Mpa	Độ giãn dài tương đối, %
1	1	1,51	0,47	55,6
2	2	1,51	0,35	82,0
3	3	1,50	0,35	95,3
4	4	1,46	0,30	105,2
5	5	1,44	0,07	506,0

Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi tăng hàm lượng chất hóa dẻo - DOC trong khoảng từ 1% đến 5%, mật độ và độ bền kéo đứt của tấm thuốc nổ giảm, độ giãn dài tương đối tăng. Điều này được giải thích là do các chất hoá dẻo làm giảm nhiệt độ giòn hoá, thủy tinh hoá và chảy dẻo của chất kết dính polime. Các chất hoá dẻo làm giảm giới hạn chảy dẻo hay độ đàn hồi cao miễn cưỡng do giảm cường độ tương tác giữa các đại phân tử và làm dễ dàng linh động hơn các đoạn của chúng. Nhờ đó sự phân tán các thành phần được dễ dàng (các hạt thuốc nổ PETN) trong thể tích của các matrix polime.

Từ tính chất yêu cầu sản phẩm, nhóm tác giả đã lựa chọn hàm lượng chất hóa dẻo - DOC trong khoảng từ 2% đến 4%.

3.3. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng, cỡ hạt phụ gia công nghệ đến các chỉ tiêu: mật độ, độ bền kéo đứt, độ giãn dài tương đối

Trong chế tạo tấm thuốc nổ mạnh, phụ gia công nghệ giúp cho quá trình chế tạo được dễ dàng

hơn, đảm bảo gia công an toàn. Phụ gia công nghệ cũng làm tăng chất lượng sản phẩm như đảm bảo mật độ tấm nổ, độ bền kéo, màu sắc [4, 5].

3.3.1. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng phụ gia công nghệ đến các chỉ tiêu: mật độ, độ bền kéo đứt, độ giãn dài tương đối

Nhóm tác giả đã tiến hành chế thử tấm nổ với chất kết dính là polyisobutylen, phụ gia công nghệ với hàm lượng khác nhau. Kết quả chế thử tấm thuốc nổ với hàm lượng phụ gia công nghệ khác nhau được cho trong bảng sau:

Bảng 4. Kết quả chế thử tấm thuốc nổ với hàm lượng phụ gia công nghệ khác nhau.

TT	Hàm lượng PG, %	Mật độ, g/cm ³	Độ bền kéo đứt, Mpa	Độ giãn dài tương đối, %
1	1	1,44	0,07	506,0
2	2	1,46	0,30	105,2
3	3	1,50	0,32	105,0
4	4	1,51	0,43	82,0
5	5	1,51	0,47	55,6

Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi tăng hàm lượng phụ gia công nghệ trong khoảng từ 1% đến 5%, mật độ và độ bền kéo đứt của tấm thuốc nổ tăng, độ giãn dài tương đối giảm. Điều này có thể giải thích như sau: phụ gia công nghệ giúp cho các hạt rắn thuốc nổ dễ dàng trơn trượt tương đối với nhau, các hạt rắn thuốc nổ linh động hơn, khi cán dễ dàng hơn. Có mặt phụ gia công nghệ, tấm thuốc nổ khi cán dễ đạt mật độ hơn. Khi mật độ của tấm thuốc tăng cũng kéo theo độ bền kéo đứt của tấm thuốc nổ tăng, điều này phù hợp với lý thuyết đưa ra [5]. Để đảm bảo độ bền kéo đứt của sản phẩm cao, độ giãn dài tương đối không nhỏ hơn 60%, tác giả đã lựa chọn hàm lượng phụ gia công nghệ trong khoảng từ 2% đến 4%.

3.3.2. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của cỡ hạt phụ gia công nghệ đến các chỉ tiêu: mật độ, độ bền kéo đứt, độ giãn dài tương đối

Nhóm tác giả đã tiến hành chế thử tấm thuốc nổ với các phụ gia công nghệ với cỡ hạt khác nhau. Kết quả chế thử tấm nổ với các phụ gia công nghệ cỡ hạt khác nhau được cho trong bảng sau:

Bảng 5. Kết quả chế thử tấm thuốc nổ với cỡ hạt phụ gia công nghệ khác nhau.

TT	Cỡ hạt PG, không lớn hơn, μm	Mật độ, g/cm ³	Độ bền kéo đứt, Mpa	Độ giãn dài tương đối, %
1	150	1,44	0,09	205,0
2	100	1,46	0,30	105,2
3	50	1,50	0,43	88,0

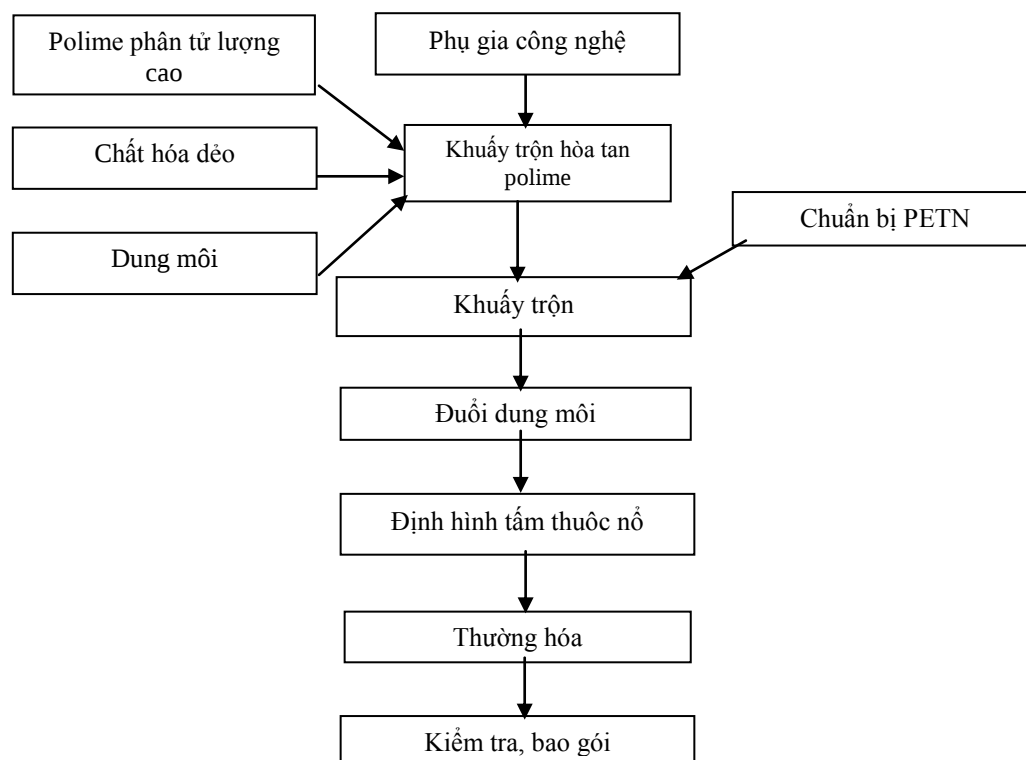
Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi giảm cỡ hạt phụ gia công nghệ trong khoảng từ 150 μm xuống 50 μm , mật độ và độ bền kéo đứt của tấm thuốc nổ tăng, độ giãn dài tương đối của tấm thuốc nổ giảm.

Từ tính chất yêu cầu sản phẩm, tác giả đã lựa chọn cỡ hạt phụ gia công nghệ không lớn hơn 100 μm cho các nghiên cứu tiếp theo.

3.4. Xây dựng quy trình công nghệ chế tạo tấm thuốc nổ mạnh

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả đã xây dựng quy trình công nghệ chế tạo tấm thuốc nổ mạnh quy mô 300 g/mê.

Sơ đồ quy trình công nghệ chế tạo tấm thuốc nổ mạnh được trình bày trên hình 1.



Hình 1. Sơ đồ quy trình công nghệ chế tạo tấm thuốc nổ mạnh.

Từ các kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả đã chế tạo thành công tấm thuốc nổ mạnh TN6-VN. Kết quả thử nghiệm cho thấy, sản phẩm tấm thuốc nổ mạnh TN6-VN có các chỉ tiêu kỹ thuật tương đương với tấm thuốc nổ mạnh LE6- Sheet Explosive của Tây Ban Nha.

Bảng 6. Kết quả đo đạc các chỉ tiêu kỹ thuật của tấm thuốc nổ mạnh TN6-VN.

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Tấm thuốc nổ TN6-VN	Tấm thuốc nổ LE6- TBN
1	Tốc độ nổ	m/s	7372	7320
2	Khả năng sinh công theo con lắc xạ thuật	% TNT	110,2	109,9
3	Độ nhạy va đập theo phương pháp Cast	%	64	68
4	Mật độ	g/cm ³	1,46	1,47
5	Độ bền kéo đứt	Mpa	0,21	0,22
6	Độ giãn dài tương đối	%	116,5	67,3

4. KẾT LUẬN

Nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng, cỡ hạt thuốc nổ PETN, ảnh hưởng của hàm lượng chất hóa dẻo, ảnh hưởng của hàm lượng, cỡ hạt phụ gia công nghệ đến mật độ, độ bền kéo đứt, tốc độ nổ, khả năng sinh công và các tính năng khác của tấm thuốc nổ mạnh. Từ các kết quả nghiên cứu, đã xây dựng quy trình công nghệ chế tạo tấm thuốc nổ mạnh trên nền thuốc nổ PETN quy mô phòng thí nghiệm. Tấm thuốc nổ mạnh TN6-VN do nhóm tác giả chế tạo theo quy trình công nghệ được xác lập có hình dạng, ngoại quan giống như tấm thuốc nổ mạnh LE6- Sheet Explosive của Tây Ban Nha. Đã tiến hành đo đạc các chỉ tiêu kỹ thuật của sản phẩm. Kết quả thử nghiệm cho thấy, tấm thuốc nổ mạnh TN6-VN có các chỉ tiêu kỹ thuật

tương đương với tấm thuốc nổ mạnh LE6- Sheet Explosive của Tây Ban Nha.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. M.B. Talawar, S.K. Jangid, T. Nath, R.K. Sinha, S.N. Asthana, “New directions in the science and technology of advanced sheet explosive formulations and the key energetic materials used in the processing of sheet explosives: Emerging trends”, Journal of Hazardous Materials 300 (2015), p. 307-320.
- [2]. Karim Elsharkawy, “1,1-Diamino-2,2-Dinitroethene (FOX-7) Based Sheet Explosive Material with Glycidyl Azide Polymer in Comparison with RDX Based System”, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 2017, p. 136-146.
- [3]. S.N. Nath, J.S. Asthana, “Studies on RDX based sheet explosives with estanebinders, Theory and practices of energetic materials”, Shenzhen, Guangdong, China, October 8–11, in: Proceedings of the Second International Autumn Seminar on Propellants, Explosives and Pyrotechnics, Vol.II, 1997.
- [4]. John S. Dick, “How to Improve Rubber Compounds: 1500 Experimental Ideas for Problem Solving”, Hanser Publications, 2004, p. 23-25, 31 – 32.
- [5]. George Wypych, “Handbook of Fillers”, ChemTec, 1999, p. 395 - 402.
- [6]. Под Ред. Б.П. Жукова, “Энергетические конденсированные системы”, Краткий энциклопедический словарь, Изд 2-е исправл – М. Янус К. 2000 с. 102-103.
- [7]. Косарев, А.А., “Пластичные и эластичные взрывчатые смеси: метод. указ. к лаб. раб. ”, Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. – 44 с.
- [8]. Nguyễn Minh Tuấn, “Nghiên cứu công nghệ chế tạo mẫu thuốc nổ dẻo có tính năng tương đương loại C4”, Báo cáo khoa học đề tài cấp BQP, 2015.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF SOME FACTORS ON QUALITY OF SHEET EXPLOSIVE TN6-VN

This article gives some results in researching of the effects of some factors on quality of sheet explosives, named TN6-VN. The results shows that the content of explosive, the particle size of explosive PETN, the plastisizer and additives contents, the particle size of technical additives have significant influence to density, tensile strength, velocity of detonation (VOD), brisance and other properties. The sheet explosives product TN6-VN manufactured by researched process show that they can be suitable for required technical specifications, be similar with other foreign sheet explosives product.

Keywords: Explosive; Sheet explosives; Explosive reactive armour; HMX; RDX; PETN.

Nhận bài ngày 16 tháng 8 năm 2021

Hoàn thiện ngày 06 tháng 9 năm 2021

Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 10 năm 2021

Địa chỉ: Viện Thuốc phóng Thuốc nổ.

**Email:* Tuannm192@gmail.com.