

Nghiên cứu đánh giá hiệu quả của chế phẩm khử mùi KMHS22 trong điều kiện huấn luyện và dã ngoại của bộ đội

Lê Minh Trí¹, Lê Huy Hoàng², Phạm Kiên Cường²,
Nguyễn Hà Trung², Bùi Thị Thu Hà², Nguyễn Thị Tâm Thu^{2*}

¹Phòng Quản lý khoa học, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự;

²Viện Công nghệ mới, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự.

*Email: thu.n3t.cnm@gmail.com

Nhận bài: 16/7/2023; Hoàn thiện: 10/9/2023; Chấp nhận đăng: 14/9/2023; Xuất bản: 25/12/2023.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.92.2023.79-85>

TÓM TẮT

Khí H_2S , NH_3 phát sinh từ chất thải ảnh hưởng trực tiếp đến con người tùy thuộc vào nồng độ ô nhiễm. Nghiên cứu được tiến hành để đánh giá hiệu quả của chế phẩm khử mùi KMHS22 đối với khí gây mùi H_2S , NH_3 trong phân ở điều kiện huấn luyện và dã ngoại của bộ đội theo nhiệt độ 2 mùa trong năm. Thí nghiệm được thực hiện ở điều kiện dã ngoại (trong rừng và trong hầm ngầm công sự) với điều kiện nhiệt độ mùa nóng (tháng 5, 6) và mùa lạnh (tháng 11). Kết quả cho thấy, sử dụng chế phẩm KMHS22 cho hiệu quả giảm mùi rõ rệt với 2 chất khí gây mùi trong chất thải vệ sinh. Lượng khí H_2S , NH_3 ở mẫu chất thải có sử dụng chế phẩm với liều lượng 100 g chế phẩm/lần còn lại sau 168 h lần lượt là $< 10 \mu g/m^3$ và $< 100 \mu g/m^3$ - dưới mức cho phép đối với khí độc hại theo QCVN 05: 2023/BTNMT. Hiệu quả xử lý khí gây mùi H_2S , NH_3 của chế phẩm đạt tương ứng là 71% - 90% và 73,8%-91,6% so với chất thải đối chứng không sử dụng chế phẩm. Chế phẩm KMHS22 đáp ứng mục đích kiểm soát lượng khí độc hại và mùi khó chịu trong công sự, hầm ngầm cho hoạt động huấn luyện của bộ đội cũng như đảm bảo vệ sinh môi trường trong điều kiện dã ngoại.

Từ khóa: KMHS22; Khử mùi; NH_3 ; H_2S ; Dã ngoại.

1. MỞ ĐẦU

Hàng năm, các cán bộ chiến sĩ trong các đơn vị quân đội cần tham gia các đợt huấn luyện, sẵn sàng chiến đấu, huấn luyện chuyên ngành với thời gian kéo dài từ 2 đến 3 tháng. Do đặc thù quân sự, bộ đội thường phải huấn luyện trong các hầm ngầm công sự, tác chiến dài ngày trong rừng, hầm hoặc các khu vực có địa hình chật hẹp, có sự hạn chế về nguồn nước nên phải sử dụng nhà vệ sinh dạng khô hoặc thiết bị vệ sinh dã ngoại. Trong công sự, hầm ngầm, sự thông khí bị hạn chế, việc sử dụng nhà vệ sinh dạng khô có thể phát tán khí gây mùi khó chịu, làm ô nhiễm không khí xung quanh, ảnh hưởng đến sức khỏe và sức chiến đấu của bộ đội.

Mùi hôi phát sinh từ nhiều nguồn khác nhau gồm các hợp chất lưu huỳnh, nitơ và các axit béo chuỗi ngắn trong đó các khí gây mùi điển hình là hydro sunfua, ammoniac [1]. Khi con người tiếp xúc hoặc sống trong môi trường ô nhiễm khí độc hại mắt, niêm mạc, đường hô hấp sẽ bị kích thích theo từng cấp độ và thời gian tiếp xúc [2] và tùy vào mức độ chịu đựng của cơ thể [3].

Chất thải của người và động vật (hay còn gọi là phân) thuộc nhóm chất thải hữu cơ, có tính chất hóa học riêng và các đặc điểm sinh học không hoàn toàn giống nhau. Chất thải của người giàu nitơ, chứa nhiều nước để hòa tan các chất dinh dưỡng (nitơ, photpho, kali). Ở người khỏe mạnh, phân chiếm 70% chất thải, chất thải lỏng như nước tiểu chiếm 30% [4]. Thành phần chất thải của người khá khác nhau, phụ thuộc vào chế độ dinh dưỡng và hệ đường ruột của mỗi người. Trong chất thải, ngoài các chất thải hữu cơ thuộc nhóm dễ phân hủy còn có một rất nhiều vi sinh vật (VSV) đường ruột, có nhiều loài có thể gây bệnh. Khi thải ra môi trường, quá trình phân hủy các chất hữu cơ vẫn được tiếp tục bởi các VSV có sẵn trong chất thải và VSV trong không khí nên sẽ tạo ra một lượng lớn khí thải có mùi, chủ yếu là H_2S và NH_3 , phát sinh vào môi

trường xung quanh. Việc xử lý các chất ô nhiễm, giảm thiểu khí gây mùi có thể thực hiện bởi các tác nhân hóa học (dùng các chất hóa học làm ức chế sự phát sinh mùi), vật lý (lấp đất, dùng chất hút ẩm làm khô mẫu), sinh học (sử dụng các VSV hoặc enzyme) [5]. Trong đó, phương pháp sinh học được quan tâm vì chúng thân thiện với môi trường, có thể sử dụng các VSV khác ức chế hoặc kìm hãm sự phát triển của các VSV gây bệnh có mặt trong phân, tạo ra môi trường làm hạn chế sự bay hơi của các chất gây mùi. Phương pháp sinh học để xử lý các chất gây mùi đã được nhiều nhà khoa học quan tâm như Estrada [6], Ushida [7], Yuan [8] đã sử dụng các vi sinh vật chuyên biệt để khử mùi hiệu quả, không tạo ra khí oxit nitơ hoặc các chất thải độc hại khác với chi phí thấp và thân thiện với môi trường. Chủng *Bacillus amyloliquefaciens* đã được chứng minh có hiệu quả giảm phát thải mùi từ phân lợn [9]. Nakada [10], đã chứng minh chủng *Bacillus* có thể phân hủy H₂S hiệu quả ở trong ống nghiệm. Có nhiều nghiên cứu về việc bổ sung các tác nhân vi sinh vật để kiểm soát mùi hôi trong phân ủ như vi khuẩn sinh lactic, *Bacillus*, *Saccharomyces* và một số chủng khác [11-13]. Một số nghiên cứu khác đã chứng minh việc sử dụng chế phẩm vi sinh trên chất mang đá trân châu và khoáng bentonite [14], than hoạt tính, than bùn, bột cây yucca schidigera để xử lý H₂S, NH₃ [15], cacbonmetylcellulose (CMC) được sử dụng làm vật liệu hút chất thải lỏng trong thiết bị vệ sinh dã ngoại [16]. Than sinh học giúp làm giảm sự bay hơi của NH₃ trong phân ủ khoảng 64% [17].

Nghiên cứu này đánh giá hiệu quả làm giảm các khí gây mùi hôi H₂S, NH₃ từ chất thải vệ sinh trong điều kiện dã ngoại của chế phẩm khử mùi KMHS22 (do Viện Công nghệ mới sản xuất) gồm các chủng vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ và vi khuẩn khử mùi kết hợp phụ gia và chất mang có khả năng hấp phụ khí, hấp thụ nước. Từ các kết quả thu được, sẽ hoàn thiện chế phẩm để ứng dụng trong xử lý mùi của chất thải vệ sinh trong khu vực công sự, hầm ngầm cũng như khu vệ sinh dã ngoại của bộ đội và đảm bảo chất lượng không khí xung quanh cho bộ đội.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Chế phẩm khử mùi sinh học KMHS22 do viện Công nghệ mới sản xuất (100 g/túi), gồm các vi sinh vật thuộc chi *Bacillus*, nấm men *Meyerozyma caribbica* trên chất mang gồm than hoạt tính, carboxymethyl cellulose, bột yucca có khả năng hấp phụ các chất gây mùi H₂S, NH₃, chất làm đặc và giữ nước [1, 5, 12, 16]. Các chất mang an toàn với các vi sinh vật trong chế phẩm và có khả năng phân hủy sinh học, thân thiện với môi trường.

Các hóa chất (Sigma) dùng cho phân tích đảm bảo độ tinh khiết.

Máy thu khí Kimoto của Viện Công nghệ Môi trường (Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam).

Chất thải vệ sinh thu gom ngay tại khu huấn luyện của bộ đội.

Địa điểm thử nghiệm: Đơn vị A tại Chương Mỹ Hà Nội và đơn vị B tại Phúc Yên, Vĩnh Phúc.

Thời gian thử nghiệm: 11/2022 và 5 - 6/2023.

Quy mô thử nghiệm: 30 - 50 người/đợt trong thời gian 168-240 h.

2.2. Phương pháp

2.2.1. Bố trí thí nghiệm

Mô hình thí nghiệm gồm bình nhựa thể tích 10 L, được thiết kế nắp kín có 2 ống dẫn khí với van khóa để thu mẫu khí định kỳ. Mỗi bình sẽ đựng riêng chất thải của từng người và được đánh giá mùi bằng cách lấy mẫu khí H₂S và NH₃ vào dung dịch hấp thụ tương ứng và phân tích tại Phòng thí nghiệm theo quy trình.

Xây dựng thí nghiệm gồm 2 công thức: Công thức 1 - đối chứng (ĐC)



Hình 1. Mô hình thí nghiệm.

Nghiên cứu khoa học công nghệ

chất thải không sử dụng chế phẩm; Công thức 2 (CP) chất thải có sử dụng chế phẩm 100 g chế phẩm/người/lần (CP). Thực hiện tối thiểu với 3 mẫu lặp lại và lấy giá trị trung bình.

Cách sử dụng chế phẩm: Trước khi đi vệ sinh, rắc ½ lượng chế phẩm (100 g/túi) vào túi đựng chất thải, đi vệ sinh vào túi và rắc nốt phần chế phẩm còn lại lên chất thải. Lòng túi đựng chất thải vào bình thí nghiệm 10 L đã được lắp sẵn hệ thống dẫn khí và van khóa. Khóa chặt van để khí và mùi không thoát ra ngoài. Đặt ở 1 vị trí cố định trong khu vực thử nghiệm và tiến hành lấy mẫu sau 168 hoặc 240 h. Mẫu đối chứng không sử dụng chế phẩm cũng được tiến hành tương tự.

2.2.2. Phương pháp xác định hiệu quả khử mùi

Đánh giá cảm quan: Thu thập ý kiến sau khi sử dụng chế phẩm bằng bộ câu hỏi và thang đo cường độ mùi [18].

Các chỉ tiêu theo dõi: Lượng khí gây mùi H₂S, NH₃ từ chất thải vệ sinh với khối lượng trung bình 250 g chất thải/mẫu.

Thu mẫu khí ở mẫu chất thải đối chứng và mẫu có sử dụng chế phẩm KMHS22 bằng thiết bị lấy mẫu khí Kimoto trong thời gian 20 phút, tốc độ 0,5 L/phút (đảm bảo lấy hết 10 lít khí trong bình) và các chất khí được hấp thụ vào dung dịch hấp thụ tương ứng (khí H₂S hấp thụ vào dung dịch CdSO₄ 0,02N và khí NH₃ hấp thụ vào dung dịch H₂SO₄ 0,1N).

Mẫu không khí xung quanh (KKXQ): Máy lấy mẫu được đặt bên trong hầm ngầm, lô cốt (đơn vị A) hoặc cạnh hố vệ sinh khô (đơn vị B), tiến hành lấy mẫu không khí với vận tốc 2 lít/phút trong 60 phút và các khí được hấp thụ vào các dung dịch hấp thụ tương ứng. Dung dịch sau khi hấp thụ được bảo quản lạnh, mang về Phòng thí nghiệm xử lý và tiến hành phân tích tại Phòng Phân tích chất lượng môi trường, Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Phân tích khí H₂S, NH₃: Theo Masa method 701 và Masa method 401.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thử nghiệm tại đơn vị A đợt 1

Đợt thử nghiệm được tiến hành vào tháng 11 là mùa lạnh trong năm, nhiệt độ tháng 11/2022 dao động trong khoảng 22 - 25 °C, độ ẩm 60 - 65%, có một số ngày nhiệt độ xuống thấp hơn.

Kết quả phân tích mẫu khí từ mẫu đối chứng (ĐC) cho thấy, ở mẫu nào có nồng độ H₂S cao thì nồng độ NH₃ ở mẫu đó thấp và ngược lại. Điều này là do bản chất của 2 loại khí: Khí H₂S được tạo ra nhiều trong môi trường có tính axit và khí NH₃ trong môi trường có tính kiềm. Các mẫu CP và ĐC được lấy mẫu sau 72 h và 168 h. Các mẫu không khí xung quanh được lấy vào cuối mỗi đợt thử nghiệm. Các mẫu được phân tích nồng độ khí H₂S và NH₃ tại Phòng thí nghiệm cho thấy các mẫu CP có nồng độ khí H₂S từ chất thải vệ sinh ở sau 168 và 240 h đều thấp hơn rất nhiều so với QCVN 05:2023/BTNMT. Mẫu không khí xung quanh (KKXQ) trong hầm ngầm, lô cốt có nồng độ khí H₂S, NH₃ cũng đạt ngưỡng cho phép theo QCVN 05:2023/BTNMT. Cụ thể, kết quả nồng độ trung bình của khí H₂S và NH₃ ở các mẫu ĐC và CP được trình bày trên bảng 1.

Kết quả trên bảng 1 cho thấy:



Hình 2. Thiết bị lấy mẫu khí tại hiện trường.

Ở các mẫu phát thải nhiều khí NH₃ thì nồng độ khí H₂S ở mẫu đó thấp và ngược lại.

Sau 72 h: Hàm lượng trung bình khí H₂S $10 \pm 3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn 90% so với đối chứng; Hàm lượng trung bình khí NH₃ là $21,2 \pm 2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($< 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ theo QCVN 05:2023/BTNMT)

Sau 168 h: Hàm lượng trung bình khí H₂S $10 \pm 3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn 71% và NH₃ là $100 \pm 8,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, giảm 76% so với đối chứng. Tỷ lệ giảm của khí độc hại trong mẫu có sử dụng chế phẩm cho thấy chế phẩm KMHS22 có hiệu quả giảm thiểu phát sinh khí H₂S, NH₃ sau 72 h khi sử dụng chế phẩm; Sau 168 h sự hấp phụ khí trên chất phụ gia có thể đạt ngưỡng tối đa và các vi sinh vật vẫn duy trì hiệu quả khử mùi trong chế phẩm.

Bảng 1. Kết quả đợt thử nghiệm mùa lạnh 25-29/11/2022 tại đơn vị A.

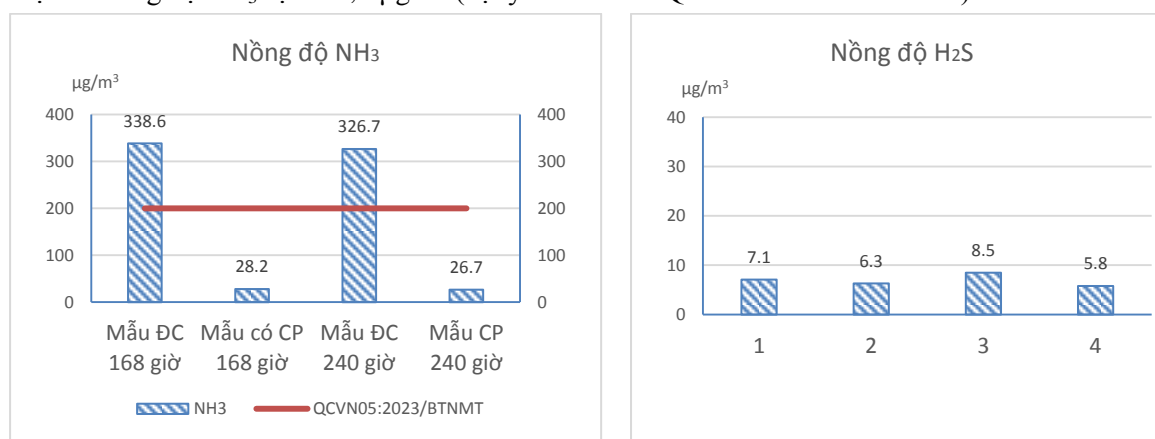
Thời gian	Nồng độ NH ₃ trung bình ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	ĐC	CP	Tỷ lệ giảm (%)	KKXQ hàm ngâm	KKXQ lô cốt	QCVN05:2023/BTNMT
Sau 72 h	$50,3 \pm 5,2$	$21,2 \pm 2,3$	57,8	-	-	200
Sau 168 h	$412,9 \pm 15,6$	$100 \pm 8,2$	76	50	20	
Nồng độ H ₂ S trung bình ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
Sau 72 h	$104,1 \pm 12,6$	$10 \pm 3,1$	90	-	-	40
Sau 168 h	$34 \pm 4,1$	$10 \pm 3,8$	71	10	10	

Sau kết quả đợt 1, căn cứ vào các ý kiến đóng góp của người tham gia thử nghiệm, chúng tôi tiếp tục đánh giá hiệu quả giảm thiểu mùi của chế phẩm KMHS22 với thời gian kéo dài trong 240 h ở điều kiện dã ngoại.

3.2. Kết quả thử nghiệm đơn vị A đợt 2

Đợt thử nghiệm lần 2 được tiến hành vào mùa hè ở nhiệt độ cao 35 - 37 °C, có một số ngày nắng nóng đặc biệt lên đến 39 - 41 °C, độ ẩm 55-60%.

Thử nghiệm đánh giá hiệu quả khử mùi H₂S, NH₃ của chế phẩm tại đơn vị A đợt 2 được thử nghiệm vào cuối tháng 5 năm 2023. Hàm lượng trung bình khí H₂S, NH₃ trong các mẫu chất thải có sử dụng chế phẩm sau 168 h và 240 h đều thấp hơn rất nhiều so với mẫu đối chứng và tiêu chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT. Mẫu KKXQ tại hàm ngâm có nồng độ khí H₂S $<$ ngưỡng phát hiện và nồng độ NH₃ đạt $124,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (đạt yêu cầu theo QCVN 05:2023/BTNMT).



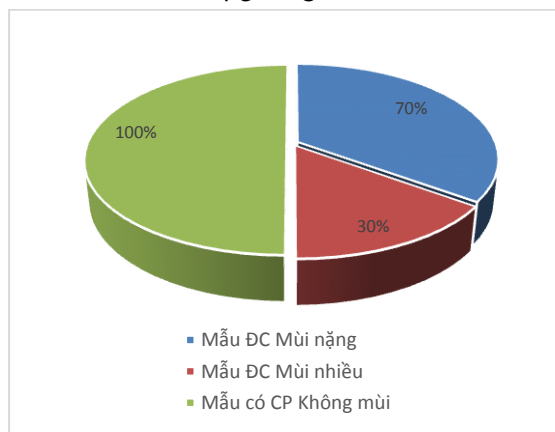
Hình 3. Mức độ mùi và nồng độ khí NH₃, H₂S sau 168 h và 240 h ở các mẫu thử nghiệm tại đơn vị A.

Hình 3 biểu diễn kết quả nồng độ khí H₂S và NH₃ và đánh giá mức độ mùi của từng mẫu ĐC và CP sau 10 ngày. Kết quả cho thấy các mẫu CP sau 168 h đều cho kết quả thấp hơn giới hạn cho phép theo QCVN05:2023/BTNMT và hiệu quả khử mùi được duy trì đến thời gian 240 h.

Hàm lượng trung bình và tỷ lệ giảm thiểu mùi của chế phẩm đối với khí H₂S, NH₃ cụ thể như sau:

Sau 168 h: Hàm lượng trung bình khí H₂S là 6,3 ± 1,8 µg/m³, khí NH₃ là 28,2 ± 1,8 µg/m³, giảm 91,6% so với đối chứng.

Sau 240 h: Hàm lượng trung bình khí H₂S là 5,8 ± 1,7 µg/m³ thấp hơn mẫu đối chứng, khí NH₃ là 26,7 ± 2,1 µg/m³ giảm 88,7% so với đối chứng.

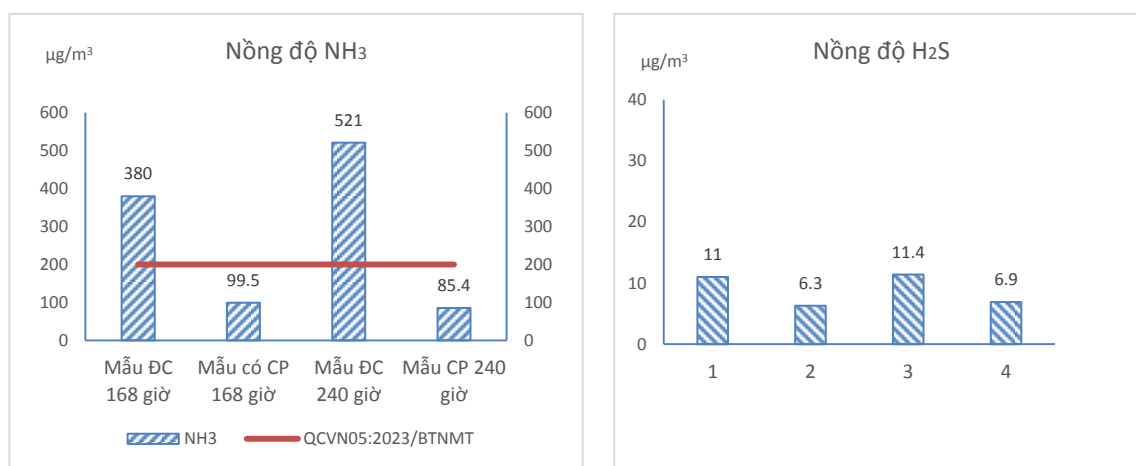


Hình 4. Cường độ mùi cảm quan tại đơn vị A.

Các mẫu cũng được đánh giá cảm quan thông qua các phiếu lấy ý kiến của 40 người tham gia thử nghiệm và được trình bày trên hình 4. Kết quả trình bày trên hình 4 cho thấy với mẫu đối chứng (ĐC) có 87,5% số người đánh giá ở mức mùi nặng, 12,5% số người đánh giá ở mức mùi nhiều. Với các mẫu có sử dụng chế phẩm 2,5% số người đánh giá ở mức mùi nhẹ và 97,5% số người tham gia thử nghiệm đánh giá ở mức không mùi. Như vậy cho thấy kết quả đánh giá cảm quan cũng phù hợp với kết quả phân tích và khẳng định hiệu quả khử mùi của chế phẩm KMHS22.

3.3. Kết quả thử nghiệm tại đơn vị B

Đợt thử nghiệm được tiến hành vào giữa tháng 5 với nền nhiệt độ thay đổi, đợt nắng nóng nhiệt độ từ 38 - 40 °C, độ ẩm 68 - 70% và đợt mưa nhiệt độ giảm còn 25 - 28 °C, độ ẩm > 85%. Ở các mẫu có sử dụng chế phẩm KMHS22 sau 10 ngày, nồng độ trung bình khí H₂S, NH₃ phát sinh trong các mẫu tương ứng là 5,1 ± 1,2 µg/m³ và 56,8 ± 4,7 µg/m³; Mẫu KKXQ tại hồ vệ sinh có nồng độ khí H₂S nhỏ hơn ngưỡng phát hiện và nồng độ NH₃ đạt 122 µg/m³ (đạt yêu cầu theo QCVN 05:2023/BTNMT).



Hình 5. Mức độ mùi và nồng độ khí NH₃, H₂S sau 168 và 240 h ở các mẫu thử nghiệm tại đơn vị B.

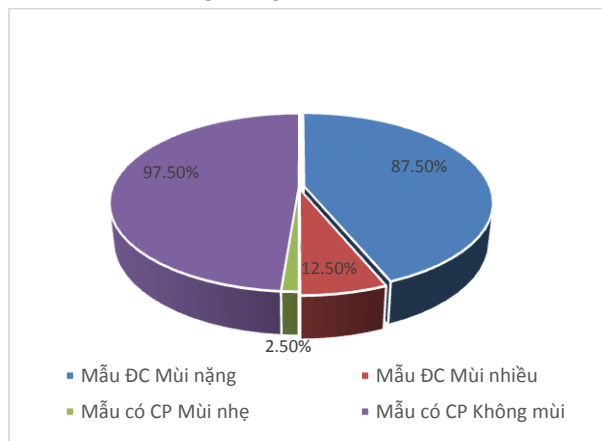
Hình 5 biểu diễn kết quả nồng độ khí H₂S và NH₃ và đánh giá mức độ mùi của từng mẫu ĐC và CP sau 168 - 240 h. Kết quả cho thấy, về đánh giá cảm quan, mẫu ĐC không sử dụng chế phẩm có mùi nặng và khó chịu, trong khi ở mẫu CP không thấy mùi hôi hoặc khó nhận biết mùi

hôi (không mùi). Các phân tích cụ thể đối với từng mẫu CP sau 168 h đều cho kết quả thấp hơn giới hạn cho phép theo QCVN05:2023/BTNMT và hiệu quả khử mùi được duy trì đến 240 h.

Hiệu quả khử mùi của chế phẩm đối với khí H₂S, NH₃ theo thời gian đạt tỷ lệ như sau:

Sau 168 h: Hàm lượng trung bình khí H₂S là $6,3 \pm 1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ cho thấy không có sự phát sinh khí này; hàm lượng trung bình khí NH₃ là $99,5 \pm 7,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ít hơn 73,8% so với đối chứng.

Sau 240 h: Hàm lượng trung bình H₂S là $6,9 \pm 1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ thấp hơn so với mẫu đối chứng ($11,4 \pm 0,8$); hàm lượng trung bình khí NH₃ là $85,4 \pm 4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, thấp hơn 83,6% so với đối chứng.



Hình 6. Cường độ mùi cảm quan tại đơn vị B.

Với mỗi 40 người tham gia thử nghiệm đều được tham gia đánh giá cảm quan mẫu đối chứng (ĐC) và mẫu thử nghiệm có sử dụng chế phẩm (CP) thông qua các phiếu đánh giá. Kết quả đánh giá dựa trên sự phân chia mức độ mùi theo 4 mức và được thể hiện trên hình 6. Kết quả cho thấy với mẫu đối chứng có 70% số người đánh giá ở mức mùi nặng, 30% số người đánh giá ở mức mùi nhiều. Đối với mẫu có sử dụng chế phẩm 100% số người đánh giá ở mức độ không mùi. Kết quả này cho thấy có sự khử mùi rõ ràng giữa mẫu đối chứng và mẫu thí nghiệm.

4. KẾT LUẬN

Đã thử nghiệm thành công chế phẩm khử mùi KMHS22 tại 2 đơn vị và vào 2 mùa nóng, lạnh trong năm. Nồng độ khí H₂S, NH₃ đo được ở các mẫu có sử dụng 100 g chế phẩm KMHS22 sau 168 - 240 h đều ở ngưỡng thấp hơn so với yêu cầu về khí độc hại H₂S, NH₃ trong không khí xung quanh (theo QCVN 05:2023/BTNMT).

Tỷ lệ giảm khí gây mùi hôi H₂S ở các mẫu thí nghiệm là 71% - 90% và NH₃ là 73,8% - 91,6% so với mẫu chất thải đối chứng không sử dụng chế phẩm.

Kết quả nghiên cứu khẳng định hiệu quả của chế phẩm KMHS22 cả trong mùa nóng và lạnh, phù hợp với hoạt động huấn luyện, dã ngoại của bộ đội góp phần giảm thiểu khí gây ô nhiễm môi trường, bảo vệ sức khỏe bộ đội trong quá trình huấn luyện.

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ về kinh phí của Đề tài nền cấp Viện Khoa học và Công nghệ quân sự năm 2022: "Hoàn thiện chế phẩm khử mùi cho thiết bị vệ sinh dã ngoại dùng cho huấn luyện, tác chiến của bộ đội trong công sự, hầm ngầm".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Burgess J. E., et al., "Developments in odour control and waste gas treatment biotechnology: a review." *Biotechnology Advances*, **Vol 19**, pp. 35-63, (2001).
- [2]. Sironi S., et al., "Odour impact assessment by means of dynamic olfactometry, dispersion modelling and social participation." *Atmospheric Environment*, **Vol 44**, pp. 354-360, (2010).
- [3]. Mai X., et al. "Mùi hôi ảnh hưởng sức khỏe ra sao". (2018); Available from: <https://tuoitre.vn/mui-hoi-anh-huong-suc-khoe-ra-sao>.
- [4]. Rose C., et al., "The Characterization of Feces and Urine: A Review of the Literature to Inform Advanced Treatment Technology." *Crit Rev Environ Sci Technol*, **Vol 45**, pp. 1827-1879, (2015).
- [5]. Barbusinski K., et al., "Biological methods for odor treatment – A review." *Journal of Cleaner Production*, **Vol 152**, pp. 223-241, (2017).
- [6]. Estrada J., et al., "A Comparative Analysis of Odour Treatment Technologies in Wastewater Treatment Plants." *Environmental science & technology*, **Vol 45**, pp. 1100-6, (2011).

- [7]. Ushida K., et al., "Isolation of *Bacillus* SP. as a Volatile Sulfur-Degrading Bacterium and Its Application to Reduce the Fecal Odor of Pig." Asian-Australas J Anim Sci, **Vol 16**, pp. 1795-1798, (2003).
- [8]. Yuan S., et al., "Application status and prospects of biological deodorization in China." IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, **Vol 631**, pp. 012009, (2021).
- [9]. Ye-Jin K., et al., "Evaluation of *Bacillus amyloliquefaciens* as manure additive for control of odorous gas emissions from pig slurry." African Journal of Microbiology Research, **Vol 8**, pp. 2540-2546, (2014).
- [10]. Nakada Y., et al., "Purification and properties of hydrogen sulfide oxidase from *Bacillus* sp. BN53-1." Journal of Bioscience and Bioengineering, **Vol 87**, pp. 452-455, (1999).
- [11]. Harindintwali J. D., et al., "Lignocellulosic crop residue composting by cellulolytic nitrogen-fixing bacteria: A novel tool for environmental sustainability." Science of The Total Environment, **Vol 715**, pp. 136912, (2020).
- [12]. Rastogi M., et al., "Microbes as vital additives for solid waste composting." Heliyon, **Vol 6**, pp. e03343, (2020).
- [13]. Sánchez Ó. J., et al., "Compost supplementation with nutrients and microorganisms in composting process." Waste Management, **Vol 69**, pp. 136-153, (2017).
- [14]. Nowocień K., et al., "*Bacillus* spp. as a new direction in biocontrol and deodorization of organic fertilizers." AIMS Environmental Science, **Vol 9**, pp. 95-105, (2022).
- [15]. McCrory D., et al., "Additives to Reduce Ammonia and Odor Emissions From Livestock Wastes: A Review." Journal of environmental quality, **Vol 30**, pp. 345-55, (2001).
- [16]. Nam P. H., "Nhiệm vụ cấp Viện KHCNQS: Thiết kế thiết bị vệ sinh dã ngoại." **Vol** (2012).
- [17]. Steiner C., et al., "Reducing Nitrogen Loss during Poultry Litter Composting Using Biochar." Journal of environmental quality, **Vol 39**, pp. 1236-42, (2010).
- [18]. Turk A., et al., "Suprathreshold Odor Measurement by Dynamic Olfactometry: Principles and Practice." Journal of the Air Pollution Control Association, **Vol 30**, pp. 1289-1294, (1980).

ABSTRACT

Study to evaluate the effectiveness of deodorant product KMHS22 in training and camping conditions of soldiers

The study was conducted to evaluate the effectiveness of the deodorant product KMHS22 on the odorous gases H₂S, NH₃ in feces in training and camping conditions for soldiers in 2 seasoning temperature ranges (hot and cold seasons). The experiments were carried out in outdoor conditions (in the forest and in the bunker fortifications) with the temperature in the hot season (in May and June) and in the cold season (in November). The results showed that the KMHS22 preparation was effective in reducing the 2 odorous emissions in the sanitary waste. The average amounts of H₂S, NH₃ gases in the waste samples using 100 g of the preparation /sample remaining after 168 h were < 10 µg/m³ and < 100 µg/m³, which are below the allowable level for toxic gas according to QCVN 05: 2023/BTNMT. The removal efficiencies of H₂S, NH₃ gas of the preparation in the 2 seasoning conditions were in the range of 71% - 90% and 73,8% - 91,6% respectively, compared to those of the control waste without using the preparation. KMHS22 product meets the purpose of controlling the amount of toxic and odorous gas in fortifications and underground tunnels for military training activities as well as ensuring environmental hygiene in outdoor conditions.

Keywords: KMHS22; Deodorant; NH₃; H₂S; Camping.