

ẢNH HƯỞNG CỦA THIOBENCARB ĐẾN SỐ LƯỢNG VI KHUẨN VÀ NẤM TRONG ĐẤT VÀ SỰ PHÂN HUỖY CỦA THIOBENCARB TRONG ĐẤT

EFFECTS OF THIOBENCARB ON BACTERIA AND FUNGI IN SOIL AND DEGRADATION OF THIOBENCARB IN SOIL

Huỳnh Thị Thanh Thủy^{1,2}, Hà Danh Đức^{3*}, Nguyễn Thanh Hùng^{1,2}, Trần Ngọc Châu^{1,2}

¹Trường Đại học An Giang

²Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

³Trường Đại học Đồng Tháp

*Tác giả liên hệ: hadanhduc@gmail.com

(Nhận bài: 06/9/2022; Chấp nhận đăng: 07/11/2022)

Tóm tắt - Thiobencarb là một hoạt chất của thuốc trừ cỏ được sử dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Trong nghiên cứu này, ảnh hưởng của chúng đến số lượng vi khuẩn và nấm trong đất thu về từ đất canh tác được khảo sát. Ngoài ra, sự tồn lưu của chúng trong đất ngập nước và không ngập nước cũng được đánh giá. Kết quả cho thấy, sử dụng thiobencarb ở nồng độ tiêu chuẩn (13,5 g/kg đất khô) không làm ảnh hưởng đến mật độ vi khuẩn và nấm hiếu khí nhưng ức chế số lượng vi khuẩn kỵ khí trong đất. Sự phân huỷ thiobencarb trong đất không ngập nước và đất ngập nước không khử trùng lần lượt là $45,0 \pm 5,4\%$ và $28,9 \pm 5,2\%$ sau 30 ngày, và chu kỳ bán phân huỷ của hoạt chất này ở các loại đất này lần lượt là $34,5 \pm 4,4$ và $60,1 \pm 6,5$ ngày.

Từ khóa - Thiobencarb; vi khuẩn; nấm; đất; phân huỷ.

1. Đặt vấn đề

Thiobencarb (S-4-chlorobenzyl diethyldithiocarbamate) thường được sử dụng để kiểm soát cỏ dại, chủ yếu ở các ruộng lúa trên toàn thế giới [1]. Việc sử dụng quá mức của loại thuốc trừ cỏ này gây ô nhiễm môi trường như chúng được phát hiện trong nước lấy từ ruộng lúa [2] và nước máy [3]. Thiobencarb tích lũy trong đất làm ảnh hưởng đến các loại cây trồng luân canh ở vụ sau [4]. Thiobencarb có độc tính cao đối với động vật không xương sống và độc tính trung bình đối với cá [5], [6].

Việc sử dụng thiobencarb có thể kích thích hay ức chế vi sinh vật trong đất [7], [8], [9]. Khi bổ sung với nồng độ 2-4 mg/kg vào đất phù sa, thiobencarb gây ức chế vi khuẩn *Azospirillum* và *Azotobacter* [8]. Trong điều kiện hiếu khí, việc sử dụng thiobencarb với nồng độ 1,5 và 4,5 kg/ha làm tăng sinh khối vi sinh vật [9]. Một nghiên cứu gần đây cho thấy thiobencarb làm thay đổi thành phần hệ vi khuẩn ở điều kiện kỵ khí từ mẫu trầm tích thu về từ sông Hậu ở tỉnh Đồng Tháp [10]. Tuy nhiên, sự ảnh hưởng của thiobencarb đến số lượng vi khuẩn và nấm trong đất không ngập nước và bị ngập nước chưa được khảo sát đầy đủ.

Đồng bằng sông Cửu Long là nơi sản xuất lúa gạo lớn nhất của cả nước. Đa số diện tích trồng lúa gạo ở đây bị ngập nước trong mùa lũ từ 2 - 4 tháng. Đất có lúc bị ngập nước, có lúc không. Người dân ở đây sử dụng thuốc trừ cỏ thường xuyên, trong đó có thiobencarb. Việc sử dụng này thường dẫn đến ô nhiễm đất và nước nhưng sự tồn dư của

Abstract - Thiobencarb is an active ingredient of some common herbicides. In this study, the effects of thiobencarb on the abundance of bacteria and fungi in the soil collected from a cultivated field were investigated. The persistence of the herbicide in upland and flooded soil samples after application was also determined. The results showed that thiobencarb applied at a standard concentration (13.5 g/kg dry soil) did not apparently affect the density of bacteria and fungi in the soils under aerobic condition, but inhibited the growth of anaerobic bacteria. In non-sterile samples, thiobencarb degradation in non-flooded soils was higher than that in flooded soil samples, with the degradation rates of $45.0 \pm 5.4\%$ and $28.9 \pm 5.2\%$ for 30 days, giving the half-life values of the substrate in the corresponding soils were 34.5 ± 4.4 and 60.1 ± 6.5 days.

Key words - Thiobencarb; bacteria; fungi; soil; degradation.

chúng trong đất sau khi phun thuốc chưa được khảo sát. Sự tồn dư của thuốc trừ cỏ trong đất ở vụ này có thể ảnh hưởng đến cây trồng ở vụ sau. Do đó, nghiên cứu này giúp đánh giá ảnh hưởng của thiobencarb đến vi khuẩn và nấm trong đất ngập nước và không ngập nước, cũng như sự phân huỷ của chúng trong các điều kiện này.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Chuẩn bị mẫu đất

Đất được thu về từ ruộng lúa ở huyện Tháp Mười ($10^{\circ}33'55.2''$ N, $105^{\circ}51'2.4''$ E), Đồng Tháp, vào giữa tháng 4 khi lúa đã thu hoạch xong. Mỗi năm người dân trồng hai vụ lúa, hoặc xen canh giữa lúa với ngô hoặc lúa với ớt, riêng mùa lũ đất bị ngập nước chừng hai đến ba tháng. Nông dân ở đây thường sử dụng thuốc trừ cỏ, trong đó có loại thuốc chứa hoạt chất thiobencarb.

Các mẫu đất được thu ở độ sâu không quá 20 cm rồi vận chuyển đến phòng thí nghiệm trong ngày. Đất được đập nhỏ, trộn đều và sàng qua rây 2,0 mm để loại bỏ các mảnh vụn lớn. Mẫu đất được chuyển vào các khay nhựa (500 g/khay). Thiobencarb (Sigma-Aldrich, ~98%) được pha trong cồn tuyệt đối ở nồng độ 0,1 M (25,8 g/L) và được sử dụng như là dung dịch stock. Thiobencarb được bổ sung vào khay bằng bình xịt để có nồng độ cuối cùng là 13,5 mg/kg đất khô. Đây là nồng độ tiêu chuẩn thường được áp dụng để xử lý cỏ dại [11]. Đất được trộn đều rồi để yên khoảng 20 phút làm ethanol bay hơi. Ở một thí nghiệm

¹ An Giang University (Huỳnh Thị Thanh Thủy, Nguyễn Thanh Hùng, Trần Ngọc Châu)

² Vietnam National University Ho Chi Minh City (Huỳnh Thị Thanh Thủy, Nguyễn Thanh Hùng, Trần Ngọc Châu)

³ Dong Thap University (Hà Danh Đức)

khác, mẫu đất khử trùng ở nhiệt độ 121°C trong 15 phút sau đó mới bổ sung thiobencarb.

Mẫu đất (25 g) được cho vào các chai nhựa hình trụ có đường kính 5 cm và cao 15 cm. Đất được bổ sung thêm nước để có độ ẩm 40% về khối lượng. Đối với đất ngập nước, nước nguyên chất khử trùng được bổ sung vào để đất bị ngập 5,0 cm. Một mẫu giấy quấn quanh chai nhựa để phòng ánh sáng chiếu vào có thể làm phân huỷ thiobencarb. Chai đựng đất không có nắp đậy, được ủ ở trong phòng thí nghiệm với ánh sáng khuếch tán và để ở nhiệt độ phòng (~30°C). Nước được bổ sung khi đất khô hoặc mực nước trong ống giảm xuống. Bốn nghiệm thức bao gồm đất khử trùng không ngập nước, đất khử trùng ngập nước, đất không khử trùng không ngập nước và đất không khử trùng ngập nước. Mỗi nghiệm thức bao gồm 12 chai nhựa, tổng cộng có 48 chai. Sau 2, 10, 20 và 30 ngày, ba chai đất của mỗi nghiệm thức được lấy ra để xác định số lượng vi khuẩn và nấm trong đất cũng như nồng độ thiobencarb còn lại. Lần thứ nhất được thực hiện sau 2 ngày vì cần thời gian để đất trong nước lắng xuống.

2.2. Đo khối lượng khô, đếm số vi khuẩn và nấm trong đất

Độ ẩm của đất không ngập nước được xác định dựa trên sự chênh lệch về khối lượng ban đầu và khối lượng khô theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 4048:2011) [12]. Mẫu được sấy khô bằng tủ sấy Memmert (Đức) rồi cân trọng lượng đất sau khi sấy cho đến lúc khối lượng đất không thay đổi.

Khi đếm số lượng vi khuẩn và nấm trong đất, 0,5 g đất từ mỗi chai nhựa được lấy ra và chuyển sang ống nghiệm chứa 5,0 mL nước đã khử trùng. Dung dịch được vortex trong khoảng 5,0 phút rồi pha loãng và trải đều trên đĩa petri chứa môi trường thạch nutrient broth (Đức) (được bổ sung 2,0% agar). Đối với đĩa dùng để đếm vi khuẩn, môi trường được bổ sung 200 mg/L cycloheximide (thuốc diệt nấm), còn đối với đếm nấm là 30 mg/L streptomycin (thuốc kháng sinh). Đối với vi sinh vật hiếu khí, đĩa được ủ ở nhiệt độ 30°C trong hai đến ba ngày sau rồi đếm số khuẩn lạc (CFU) xuất hiện. Do vi sinh vật kỵ khí chủ yếu xuất hiện trong đất ngập nước nên số lượng của chúng chỉ khảo sát trong đất ngập nước. Đĩa agar được cấy vi khuẩn trong laminar rồi được ủ trong tủ kỵ khí có bơm khí nitrogen, ủ

ở trong tối trong 15 ngày rồi đếm số khuẩn lạc xuất hiện.

2.3. Trích ly thiobencarb từ đất và nước

Toàn bộ đất không ngập nước, hay đất và nước đối với đất ngập nước được cho vào các chai thủy tinh 200 ml và có nắp đậy. Đối với mẫu đất không ngập nước, 30 mL *n*-hexane được bổ sung vào chai, còn đối với mẫu đất và nước thì bổ sung 100 mL *n*-hexane. Chai được đậy nắp, lắc đều bằng tay rồi lắc bằng máy lắc với tốc độ 500 vòng/phút trong 1,0 giờ. Mẫu được để yên trong 30 phút khi *n*-hexane nổi lên trên và tách biệt với nước. *n*-hexane được hút ra bằng micropipette để xác định nồng độ thiobencarb. Quá trình trích ly được thực hiện hai lần. Thí nghiệm về khả năng thu hồi cho thấy, bằng cách này thì thiobencarb được trích ly từ đất sau khi bổ sung thiobencarb là 92,4%.

2.4. Xác định nồng độ thiobencarb

Nồng độ thiobencarb được đo bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC) (LC-10AD, Shimadzu, Nhật Bản) với cột C18 (5 µm, 250 mm × 4,6 mm; Hyperclone, Phenomenex, Hoa Kỳ). HPLC với bơm gradien và độ hấp thụ quang 240 nm khi phân tích mẫu. Hỗn hợp acetonitrile và nước siêu tinh khiết (7: 3, v/v) được dùng làm pha động với tốc độ dòng 1.0 mL/phút. Thể tích mẫu được bơm để phân tích là 30 µL mỗi lần. Nồng độ hoá chất được xác định sau khi so sánh kết quả HPLC của mẫu với đường chuẩn.

2.5. Phương pháp thống kê

Số liệu được biểu thị bằng giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn. Phần mềm SPSS phiên bản 22.0 được sử dụng để phân tích số liệu. Kiểm định two-way anova được theo sau bởi kiểm định Duncan multiple comparison được sử dụng để phân tích sự khác biệt ý nghĩa thống kê với độ tin cậy 95% ($p < 0,05$).

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Ảnh hưởng của thiobencarb đối với số lượng vi khuẩn trong đất

Việc xử lý thiobencarb không ảnh hưởng đến mật độ vi khuẩn hiếu khí ở tất cả các nghiệm thức. Số lượng vi khuẩn hiếu khí trong đất ngập nước và không ngập nước ở các cặp nghiệm thức cũng không khác nhau về mặt thống kê trong hầu hết ở các thời điểm (Bảng 1). Mật độ vi khuẩn kỵ khí

Bảng 1. Vi khuẩn ($\times 10^4$ CFU/g đất khô) trong đất ngập nước và không ngập nước

				2 ngày	10 ngày	20 ngày	30 ngày
Không xử lý hoá chất	Đất khử trùng	Đất không ngập nước	Hiếu khí	0,2±0,0 ^{aA}	81,7±9,5 ^{bA}	355,4±36,6 ^{cC}	811,0±85,5 ^{dC}
		Đất ngập nước	Hiếu khí	0,1±0,0 ^{aA}	78,7±9,2 ^{bA}	305,6±25,5 ^{cBC}	708±77,7 ^{dBC}
			Kỵ khí	0,01±0,0 ^{aA}	0,6±0,0 ^{bA}	0,9±0,1 ^{cA}	1,4±0,1 ^{dA}
	Đất không khử trùng	Đất không ngập nước	Hiếu khí	855,3±90,2 ^{cC}	946,4±95,5 ^{abC}	1025,5±112,4 ^{abD}	1067,8±110,3 ^{bd}
		Đất ngập nước	Hiếu khí	734,4±75 ^{ab}	806,0±81 ^{ab}	1025,0±118,8 ^{bd}	1054,0±116,5 ^{bd}
			Kỵ khí	3,6±0,5 ^{aA}	5,5±0,8 ^{aA}	15,3±3,3 ^{bA}	22,4±4,7 ^{cA}
Xử lý hoá chất	Đất khử trùng	Đất không ngập nước	Hiếu khí	0,2±0,0 ^{aA}	7,1±0,8 ^{aA}	206,6±23,3 ^{bB}	647,0±65,5 ^{cB}
		Đất ngập nước	Hiếu khí	0,1±0,0 ^{aA}	6,5±0,7 ^{aA}	242,2±25,5 ^{bBC}	501,3±47,7 ^{cB}
			Kỵ khí	0,01±0,0 ^{aA}	0,4±0,0 ^{bA}	0,6±0,0 ^{cA}	0,8±0,1 ^{dA}
	Đất không khử trùng	Đất không ngập nước	Hiếu khí	822,2±88,8 ^{aC}	1011,6±96,6 ^{bC}	1031,6±102,5 ^{bd}	1042,4±105,6 ^{bd}
		Đất ngập nước	Hiếu khí	702,3±85,5 ^{ab}	956,4±101,2 ^{bc}	1027,7±106,8 ^{bd}	1011,0±97,7 ^{bd}
			Kỵ khí	3,2±0,4 ^{aA}	5,0±0,6 ^{bA}	9,6±1,1 ^{cA}	14,5±1,7 ^{dA}

Ghi chú: Các chữ in hoa khác nhau đi kèm với các số thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê trong cùng một cột, và in thường thể hiện trong một hàng. Sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.

thấp hơn đáng kể so với mật độ vi khuẩn hiếu khí ở tất cả các nghiệm thức. Sự tăng lên của số lượng vi khuẩn kỵ khí trong đất có bổ sung hoá chất cũng thấp hơn so với đất không bổ sung. Chẳng hạn, khi đất không bổ sung thiobencarb, số lượng vi khuẩn kỵ khí trong đất không khử trùng, ngập nước tăng 6,2 lần. Con số này ở đất có bổ sung hoá chất là 4,6 lần. Điều này chứng tỏ thiobencarb ức chế sự sinh trưởng của vi khuẩn kỵ khí.

3.2. Ảnh hưởng của thiobencarb đối với nấm trong đất

Trong thí nghiệm này, do nấm kỵ khí trong đất rất ít nên chỉ có số lượng nấm hiếu khí được xác định. Số lượng nấm trong đất (Bảng 2) thấp hơn nhiều so với vi khuẩn đã thể hiện ở Bảng 1. Cũng như vi khuẩn, số lượng nấm tăng lên theo thời

gian ở tất cả các nghiệm thức. Sau 30 ngày, mật độ nấm trong đất không ngập nước và có khử trùng gần như bằng một nửa đất ban đầu. Mật độ nấm hiếu khí trong đất ngập nước và đất không ngập nước không có sự khác biệt về mật độ nấm ở tất cả các nghiệm thức khử trùng (Bảng 2). Đối với đất không khử trùng, mật độ trong đất không ngập nước cao hơn so với đất ngập nước ở tất cả các nghiệm thức sau 10-30 ngày.

Thiobencarb gần như không ảnh hưởng đến số lượng nấm trong đất. Đối với đất không xử lý bằng thiobencarb, số lượng nấm tăng trung bình 1,4 lần trong đất không ngập nước, 1,6 lần trong đất ngập nước sau 30 ngày so với ban đầu. Đối với đất được xử lý bằng thiobencarb, các số liệu tương ứng đều là 1,5 lần.

Bảng 2. Số lượng nấm ($\times 10^2$ CFU/g đất khô) trong đất xử lý và không xử lý thiobencarb

			2 ngày	10 ngày	20 ngày	30 ngày
Không xử lý hoá chất	Đất khử trùng	Đất không ngập nước	0,1 \pm 0,0 ^{aA}	11,2 \pm 1,4 ^{aA}	116,5 \pm 12,5 ^{bA}	144,0 \pm 15,2 ^{cA}
		Đất ngập nước	0,1 \pm 0,0 ^{aA}	7,1 \pm 0,8 ^{aA}	82,5 \pm 7,7 ^{bA}	101,3 \pm 10,6 ^{cA}
	Đất không khử trùng	Đất không ngập nước	263,4 \pm 28,8 ^{aC}	306,6 \pm 31,2 ^{aD}	306,6 \pm 26,6 ^{aC}	371,4 \pm 40,5 ^{bC}
		Đất ngập nước	131,5 \pm 13,3 ^{aB}	145,7 \pm 15,6 ^{bB}	188,4 \pm 19,0 ^{cB}	221,8 \pm 18,8 ^{bB}
Xử lý hoá chất	Đất khử trùng	Đất không ngập nước	0,1 \pm 0,0 ^{aA}	8,6 \pm 0,9 ^{aA}	101,4 \pm 11,2 ^{bA}	135,5 \pm 14,5 ^{cA}
		Đất ngập nước	0,1 \pm 0,0 ^{aA}	7,1 \pm 0,8 ^{aA}	82,5 \pm 9,0 ^{bA}	101,3 \pm 11,2 ^{cA}
	Đất không khử trùng	Đất không ngập nước	248,8 \pm 25,5 ^{aC}	285,3 \pm 30,4 ^{aD}	310,5 \pm 32,2 ^{aC}	376,6 \pm 40,4 ^{bC}
		Đất ngập nước	141,0 \pm 15,5 ^{aB}	175,7 \pm 20,2 ^{abBC}	208,4 \pm 22,5 ^{bB}	211,8 \pm 32,2 ^{bB}

Ghi chú: Các chữ in hoa khác nhau đi kèm với các số thể hiện sự khác nhau có ý nghĩa thống kê trong cùng một cột, và in thường thể hiện trong một hàng. Sự khác biệt này có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$.

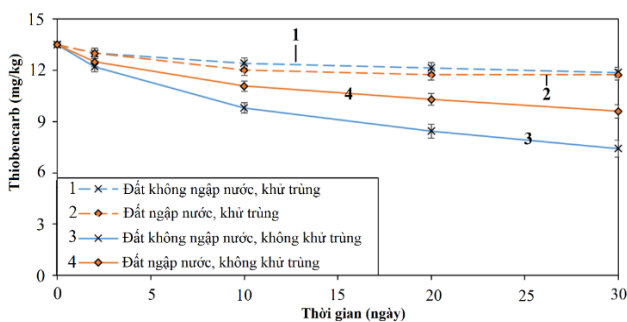
3.3. Phân hủy thiobencarb trong đất

Người dân thường sử dụng các loại thuốc trừ cỏ có chứa hoạt chất thiobencarb (theo phỏng vấn người dân và nhãn ống thuốc trừ cỏ còn để lại trên các bờ ruộng) và các loại thuốc trừ cỏ khác trên cánh đồng trồng lúa. Tuy nhiên, các mẫu đất nhóm tác giả thu về không phát hiện tồn dư thiobencarb trong đó. Có thể hoạt chất thuốc trừ cỏ này đã sử dụng nhưng chúng đã bị phân hủy hết.

4. Bình luận

Số lượng vi sinh vật trong đất tăng lên trong suốt quá trình thí nghiệm có thể là do đất được ủ trong điều kiện thích hợp, không bị chiếu sáng mạnh và nhất là có độ ẩm phù hợp. Đất đã khử trùng có số lượng vi sinh vật tăng lên do chúng xâm nhập từ không khí hoặc/và chúng sống sót sau khi khử trùng. Mẫu đất có bổ sung và không bổ sung thiobencarb có số lượng vi khuẩn và nấm hiếu khí khác biệt không đáng kể. Kết quả này chỉ ra rằng, thiobencarb không ảnh hưởng đến số lượng vi khuẩn và nấm trong cả các mẫu đất không ngập nước và đất ngập nước trong điều kiện hiếu khí. Tuy nhiên, thuốc trừ cỏ làm giảm số lượng vi khuẩn và nấm kỵ khí. Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng, tác động của thiobencarb đối với vi sinh vật trong đất ruộng phụ thuộc vào loại đất và nồng độ thuốc trừ cỏ. Ví dụ, Sato báo cáo rằng, việc sử dụng thiobencarb ở mức độ tiêu chuẩn làm tăng số lượng vi khuẩn dị dưỡng lên 8 lần, nhưng việc sử dụng liều lượng cao gấp 10 lần làm giảm số lượng vi khuẩn tự dưỡng [7]. Việc sử dụng thuốc trừ cỏ với liều lượng 1,5 kg/ha và 4,5 kg/ha làm giảm sự phong phú của vi khuẩn và nấm hiếu khí trong đất trong vòng 15 ngày đầu, sau đó phục hồi sau 30 ngày, tăng lên sau 45 ngày sau khi xử lý [9].

Về sự phân hủy thiobencarb trong đất, nồng độ hoạt chất này giảm xuống kể cả khi đất đã được khử trùng. Sự giảm nồng độ này có thể là do chúng bị phân hủy bởi các yếu tố vật lý và hóa học, hoặc chúng bị hấp thụ vào đất mà không thể trích ly được. Nồng độ thiobencarb giảm xuống trong đất chưa khử trùng nhiều hơn đất đã khử trùng, điều này chứng tỏ vi sinh vật đất đóng vai trò chủ yếu trong việc phân hủy. Sự phân hủy trong đất ngập nước chậm hơn



Hình 1. Sự phân hủy thiobencarb ở đất không ngập nước và đất ngập nước. Nồng độ thiobencarb được xác định dựa trên kết quả phân tích bằng kỹ thuật HPLC từ 3 lần lặp lại

Kết quả thí nghiệm sau khi bổ sung thiobencarb vào đất cho thấy, sự giảm nồng độ của thiobencarb trong các mẫu đất khử trùng không ngập nước và ngập nước không khác nhau đáng kể, với khoảng 12,6% trong 30 ngày. Đối với đất không khử trùng, nồng độ thuốc trừ cỏ trong đất không ngập nước giảm 45,0 \pm 5,4%, với chu kỳ bán phân hủy (half-life) là 34,5 \pm 4,4 ngày. Trong khi đó, thiobencarb bị phân hủy 28,9 \pm 5,2% trong đất ngập nước không khử trùng sau 30 ngày, với thời gian bán hủy phân hủy là 60,1 \pm 6,5 ngày.

trong đất không ngập nước có thể là do hoạt động của vi khuẩn trong đất ngập nước bị hạn chế do thiếu oxygen. Trong đất ngập nước, vi khuẩn kỵ khí phát triển và hoạt động trao đổi chất của chúng thường chậm hơn vi khuẩn hiếu khí.

Tốc độ bán phân hủy thiobencarb trong đất khác nhau, phụ thuộc chủ yếu vào loại đất. Tốc độ phân hủy nhanh hơn trong môi trường hiếu khí. Một nghiên cứu trước đây cho thấy, thời gian bán hủy của thuốc trừ cỏ trong đất hiếu khí là 77 ngày [13]. Tốc độ phân hủy thiobencarb trong điều kiện kỵ khí chậm hơn trong điều kiện hiếu khí, trong đất ngập nước chậm hơn đất không ngập nước. Ví dụ, chu kỳ bán phân hủy của thiobencarb trong các mẫu đất kỵ khí không ngập và ngập nước lần lượt là 125 và 303 ngày [13]. Trong các nghiên cứu khác, chu kỳ phân hủy trong đất kỵ khí ngập nước dao động từ 100 đến 200 ngày [14], [15], [16].

Các nghiên cứu khác cũng cho thấy, sự phân hủy trong đất ngập nước chậm hơn nhiều so với đất không ngập nước. Chẳng hạn ở nồng độ 30 mg/kg, sự phân hủy ở đất không ngập nước và ngập nước lần lượt là 70% và 30% sau 80 ngày [17]. Một nghiên cứu khác cho thấy, thiobencarb ở nồng độ 100 mg/kg đất bị phân hủy đến 80% ở đất không ngập nước và đất ngập nước là 60%, trong lúc đất đã khử trùng thì nồng độ hoạt chất này giảm khoảng 10% sau 40 ngày [15]. Các nghiên cứu này cho thấy, tốc độ phân hủy khác nhau, có lẽ do thành phần đất khác nhau, nhưng sự phân hủy ở đất ngập nước luôn chậm hơn đất không ngập nước cho dù chúng có cùng một nguồn gốc. Ngoài ra mức độ phân hủy trong đất còn do khả năng đáp ứng của vi sinh vật. Đất có tiền sử bị tác động bởi thuốc trừ cỏ có tốc độ phân hủy nhanh hơn đất chưa từng bị tác động do vi sinh vật đất đã có thời gian thích nghi và phân hủy từ trước [17].

5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy, thiobencarb sử dụng với liều lượng theo tiêu chuẩn không gây ảnh hưởng đến số lượng vi khuẩn và nấm hiếu khí trong đất không ngập nước và đất ngập nước thu về từ khu vực canh tác thuốc tỉnh Đồng Tháp. Tuy nhiên, hoạt chất này lại ức chế sự sinh trưởng của vi khuẩn ở điều kiện kỵ khí so với đối chứng. Thiobencarb tồn tại lâu dài trong đất, nhất là đất ngập nước. Sự giảm nồng độ của chúng trong đất chủ yếu do sự phân hủy của vi sinh vật trong đất. Trong đất không ngập nước và ngập nước, chu kỳ bán phân hủy của hoạt chất này theo thứ tự là $34,5 \pm 4,4$ và $60,1 \pm 6,5$ ngày. Nghiên cứu này giúp đánh giá ảnh hưởng của thiobencarb đến hệ vi sinh vật đất và sự tồn tại lâu dài của chúng trong đất.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này thuộc đề tài cấp Bộ (mã số B2022.SPD.04), được Bộ Giáo dục và Đào tạo Việt Nam hỗ trợ kinh phí. Các tác giả xin chân thành cảm ơn về sự hỗ trợ này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Tanetani, K. Kaku, Ikeda M. and T. Shimizu, "Action mechanism of a herbicide, thiobencarb", *J Pestic Sci*, 38, 2013, 39-43.
- [2] P. Sapari and B.S. Ismail, "Pollution levels of thiobencarb, propanil, and pretilachlor in rice fields of the muda irrigation scheme, Kedah, Malaysia", *Environ Monit Assess*, 184(10), 2012, 6347-6356.
- [3] N.M. Amin, S. Kaneco, T. Kato, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Removal of thiobencarb in aqueous solution by zero valent iron", *Chemosphere*, 70, 2008, 511-515.
- [4] M. Mahmoudi, R. Rahnemaie, S. Soufizadeh, M.J. Malakouti and A. Eshaghi, "Residual effect of thiobencarb and oxadiargyl on spinach and lettuce in rotation with rice", *J Agric Sci Technol*, 13, 2011, 785-94.
- [5] J.R. Cashman, L.D. Olsen, R.S. Nishioka, E.S. Gray and H.A. Bern, "S-oxygenation of thiobencarb (Bolero) in hepatic preparations from striped bass (*Morone saxatilis*) and mammalian systems", *Chem Res Toxicol*, 3(5), 1990, 433-40.
- [6] C. Fernández-Vega, E. Sancho, M.D. Ferrando and E. Andreu, "Thiobencarb-induced changes in acetylcholinesterase activity of the fish *Anguilla anguilla*", *Pestic Biochem Physiol*, 72, 2002, 55-63.
- [7] K. Sato, "Effect of the herbicide, benthicarb (thiobencarb) on seasonal changes in microbial populations in paddy soil and yield of rice plants", *Developments in Soil Science*, 18, 1989, 335-342
- [8] P.K. Jena, T.K. Adhya and V.R. Rao, "Nitrogen-fixing bacterial populations as influenced by butachlor and thiobencarb in rice soils", *Zentralbl Mikrobiol*, 145, 1990, 469-74.
- [9] S. Bhowmick, R. Das and A.C. Das, "Effect of thiobencarb and pretilachlor on microorganisms in relation to mineralization of C and N in the Gangetic alluvial soil of West Bengal", *Environ Monit Assess*, 186(10), 2014, 6849-6856.
- [10] N.T. Oanh and H.D. Duc, "Enhanced anaerobic degradation of thiobencarb using a horizontal-flow anaerobic immobilized biomass bioreactor", *FEMS Microbiol Lett*, 368(21-24), 2021, fnac001.
- [11] C. Saison, N.J. Waller, A. Kumar and R.S. Kookana, "Effects of thiobencarb in combinations with molinate and chlorpyrifos on selected soil microbial processes", *J Environ Sci Health B*, 44(3), 2009, 226-34.
- [12] Tiêu Chuẩn Quốc Gia. TCVN 4048:2011. Chất lượng đất - phương pháp xác định độ ẩm và hệ số khô kiệt.
- [13] G. Doran, P. Eberbach and S. Helliwell, "The sorption and degradation of the rice pesticides fipronil and thiobencarb on two Australian rice soils", *Aust J Soil Res*, 44, 2006, 599-610.
- [14] K. Ishikawa, Y. Nakamura and S. Kuwatsuka, "Degradation of benthicarb herbicide in soil", *J Pestic Sci*, 1, 1976, 49-57.
- [15] Y. Nakamura, K. Ishikawa and S. Kuwatsuka, "Degradation of benthicarb in soils as affected by soil conditions", *J Pestic Sci*, 2, 1977, 7-16.
- [16] W.G. Johnson and T.L. Lavy, "In-situ dissipation of benomyl, carbofuran, thiobencarb, and triclopyr at three soil depths", *J Environ Qual*, 23, 1994, 556-562.
- [17] H.D. Duc, N.T.D. Thuy, L.U. Thanh and T.D. Tuong, N.T. Oanh, "Degradation of diuron by a bacterial mixture and shifts in the bacterial community during bioremediation of contaminated soil", *Curr Microbiol*, 79(1), 2021, 11.