

RESEARCH ON THE CURRENT STATUS OF POLLUTION, METHODS OF POLLUTION ANALYSIS AND PROPOSE MEASURES TO PREVENT AND CONTROL MICROPLASTIC POLLUTION ON AGRICULTURAL LAND

NGHIÊN CỨU THỰC TRẠNG Ô NHIỄM, CÁC PHƯƠNG PHÁP
PHÂN TÍCH Ô NHIỄM VÀ ĐỀ XUẤT CÁC BIỆN PHÁP PHÒNG NGỪA,
KIỂM SOÁT Ô NHIỄM VI NHỰA TRÊN ĐẤT NÔNG NGHIỆP

Trần Lý Tường

Trường Đại học Quảng Bình

ABSTRACT: *This article will focus on discussing the current status of microplastic pollution on agricultural land, pollution methods, and advances in research on microplastics on agricultural land around the world. The article has proposed and synthesized a relatively complete set of analytical techniques and assessment methods for microplastic pollution on agricultural land, thereby serving as a scientific basis for in-depth research on microplastic pollution plastic in Vietnam in the future. In addition, the article also recommends many solutions with practical significance, serving as a scientific basis for management agencies in controlling microplastic pollution in general and microplastic pollution on agricultural land in particular.*

Keywords: *Soil pollution, microplastic pollution, microplastic analysis method, microplastic pollution assessment method.*

TÓM TẮT: *Bài viết này sẽ tập trung thảo luận về hiện trạng ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp, cách thức ô nhiễm, những tiến bộ trong nghiên cứu về vi nhựa trên đất nông nghiệp trên thế giới. Bài báo đã đề xuất và tổng hợp tương đối đầy đủ các kỹ thuật phân tích, các phương pháp đánh giá về ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp, từ đó làm cơ sở khoa học cho các nghiên cứu chuyên sâu về ô nhiễm vi nhựa tại Việt Nam trong tương lai. Ngoài ra, bài báo còn kiến nghị nhiều giải pháp có ý nghĩa thực tiễn, làm cơ sở khoa học cho các cơ quan quản lý trong việc kiểm soát ô nhiễm vi nhựa nói chung và ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp nói riêng.*

Từ khóa: *Ô nhiễm đất nông nghiệp, ô nhiễm vi nhựa, phương pháp phân tích vi nhựa, phương pháp đánh giá ô nhiễm vi nhựa.*

1. GIỚI THIỆU

Tại Việt Nam, các loại rác thải nhựa chủ yếu là túi ni-lông, vỏ chai nhựa bần, các sản phẩm nhựa sử dụng một lần, sản phẩm nhựa khó thu hồi, khó tái chế... phát sinh từ hoạt động sinh hoạt, tiêu dùng; các hoạt động kinh tế - xã hội như: đóng gói (40% nhựa được sản xuất dùng để đóng gói, bao bì đựng các thực phẩm, đồ dùng sinh hoạt gia đình, các sản phẩm công nghiệp) [13]; Nông nghiệp (chất thải nhựa có thể phát sinh từ quá trình trồng trọt như nhà

màng, ni-lông che phủ đất, màng bọc hoa quả, bao bì phân bón, thuốc bảo vệ thực vật tồn tại ở dạng chai nhựa, túi nhựa trắng kẽm khó phân hủy và được xếp vào danh mục chất thải nguy hại); Xây dựng (nhựa được sử dụng rất nhiều làm khung cửa, cửa nhựa, cổng, dãn giáo, bàn ghế, tủ, vải nhựa che phủ các công trình); Du lịch (rác thải nhựa từ các hoạt động của khách du lịch, tàu thuyền, các cơ sở kinh doanh du lịch); Tái chế nhựa (nhựa thất thoát từ quá trình tái chế, loại bỏ các sản phẩm nhựa không thể tái

chế lẫn trong chủng loại nhựa tái chế).

Do xử lý không đúng cách, hầu hết nhựa phế thải không được tái chế một cách hiệu quả mà thay vào đó tích tụ với số lượng lớn trong môi trường nước và trên cạn. Những loại nhựa này trải qua các phản ứng vật lý và hóa học trong môi trường tự nhiên và dần dần vỡ ra thành các hạt nhựa cực nhỏ, gọi là hạt vi nhựa. Do lượng vi nhựa lớn, đất đang phải đối mặt với vấn đề ô nhiễm nghiêm trọng. Những hạt nhựa nhỏ này xâm nhập vào hệ sinh thái đất thông qua nhiều con đường khác nhau. Đất đã trở thành một trong những bể chứa vi nhựa lớn nhất thế giới. Người ta ước tính lượng hạt vi nhựa chứa trong đất có thể gấp 1 đến 4 lần lượng hạt vi nhựa trong đại dương [10]. Ước tính đến năm 2050, thế giới sẽ sản xuất ra 33 tỷ tấn nhựa [11]. Tại Việt Nam, theo thống kê của Hiệp hội nhựa thì những năm gần đây, ngành nhựa Việt Nam tiêu thụ khoảng 5,9 triệu tấn nguyên liệu nhựa nguyên sinh, tương đương mức tiêu thụ bình quân 63 kg/người/năm, cao hơn nhiều so với mức trung bình thế giới là 46 kg/người/năm, tăng trưởng trung bình khoảng 10%/năm.

Tác động của ô nhiễm vi nhựa đến môi trường đất nông nghiệp chủ yếu được thể hiện ở các khía cạnh sau: (1) Phá hủy cấu trúc đất: Hạt vi nhựa có thể gây tổn hại đến tính toàn vẹn của cấu trúc đất, gây ra những thay đổi về cấu trúc cốt liệu đất, cấu trúc kích thước hạt, độ xốp, v.v. Khi độ nén của đất tăng lên, độ thấm của đất giảm và khả năng tích trữ nước trong đất bị hạn chế, cuối cùng ảnh hưởng đến sự hấp thụ và sử dụng nước và chất dinh dưỡng của cây trồng. (2) Ảnh hưởng đến sinh trưởng cây trồng: Sự hiện diện của vi hạt nhựa ức chế sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng ở các mức độ khác nhau, điều này có thể dẫn đến giảm năng suất cây trồng và suy thoái đất canh tác. (3) Ô nhiễm đất: Vi nhựa có thể làm ô nhiễm đất, ảnh hưởng đến đa dạng sinh học và sức khỏe của đất nếu không xử lý đúng cách. Những hạt vi nhựa này có nguồn gốc từ các sản phẩm hàng ngày như xà phòng, dầu gội, mỹ phẩm, bộ phận lốp xe, sợi

quần áo tổng hợp, màng phủ thường được sử dụng trong sản xuất nông nghiệp, màng bọc hoa quả, nhà màng, các sản phẩm bao bì phân bón, thuốc bảo vệ thực vật...v.v. (4) Tác động đến sức khỏe con người: Hạt vi nhựa cũng có thể được truyền vào cơ thể con người thông qua chuỗi thức ăn, ảnh hưởng đến sức khỏe con người thông qua quá trình tích tụ.

Các nguồn gây ô nhiễm vi nhựa chính ở đất nông nghiệp bao gồm việc sử dụng các sản phẩm nhựa trong hoạt động nông nghiệp, bãi chôn lấp và tác động của các thành phố xung quanh và sản xuất công nghiệp. Trong quá trình sản xuất nông nghiệp, các sản phẩm nhựa được sử dụng rộng rãi như màng nhựa, màng nông nghiệp, nhà kính bằng nhựa, các màng bọc hoa quả, bao bì phân bón, bao bì thuốc bảo vệ thực vật... sẽ sản sinh ra các hạt vi nhựa và tồn tại trong đất. Đồng thời, các sản phẩm nhựa thải bỏ thường xuyên được đem đi chôn lấp khiến đất và nước ngầm xung quanh bãi rác bị ô nhiễm hạt vi nhựa. Ngoài ra, hạt vi nhựa thải ra từ các thành phố và khu công nghiệp cũng sẽ xâm nhập vào môi trường đất nông nghiệp theo dòng gió và nước, làm trầm trọng thêm tình trạng ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp. Sự hình thành tình trạng ô nhiễm này chủ yếu bắt nguồn từ sự tích tụ các hạt vi nhựa trong môi trường trang trại và tác động tiêu cực của chúng đến sự phát triển của đất và cây trồng.

2. GIÁM SÁT VÀ PHÂN TÍCH HẠT VI NHỰA TRONG ĐẤT NÔNG NGHIỆP

2.1. Tình hình nghiên cứu ô nhiễm vi nhựa đất ở trong và ngoài nước

So với môi trường sinh thái biển, nghiên cứu về vi nhựa trong môi trường đất bắt đầu tương đối muộn. Tuy nhiên, trong những năm gần đây, ô nhiễm vi nhựa trong đất đã nhận được sự quan tâm rộng rãi trên toàn cầu. Nghiên cứu trong các lĩnh vực liên quan ngày càng trở nên tích cực và có sự đóng góp của các học giả Việt Nam. Vi nhựa là các polyme hữu cơ rắn kết hợp với các hạt của chúng trong đất và không hòa tan trong axit, kiềm và dung môi hữu cơ

thông thường, khiến chúng không thể phát hiện được bằng các phương pháp phân tích hóa học thông thường. Đồng thời, do các yếu tố như kết cấu đất, chất hữu cơ và cấu trúc tổng hợp nên việc loại bỏ nó khó khăn hơn nhiều so với nước, cát và các môi trường khác. Ô nhiễm vi nhựa trong đất là một vấn đề môi trường thu hút nhiều sự chú ý trong những năm gần đây và nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đã tiến hành thảo luận chuyên sâu về vấn đề này. Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc tích tụ các hạt vi nhựa trong đất có thể tác động tiêu cực đến đa dạng sinh học đất và chức năng hệ sinh thái, thậm chí có thể gây ra những nguy cơ tiềm ẩn đối với sức khỏe con người. Tình trạng nghiên cứu hiện nay trong và ngoài nước bao gồm nghiên cứu về nguồn gốc, sự phân bố, sự di cư và biến đổi cũng như khả năng sinh học của các hạt vi nhựa trong đất. Các nhà nghiên cứu đã tiếp tục khám phá sâu sắc các cơ chế và tác động của ô nhiễm vi nhựa đất thông qua khảo sát thực địa, mô phỏng trong phòng thí nghiệm và các phương pháp khác, cung cấp tài liệu tham khảo quan trọng để giảm thiểu và ngăn ngừa ô nhiễm vi nhựa đất [1].

Nghiên cứu sâu rộng trên khắp thế giới đã chứng minh rằng vi hạt nhựa được phát hiện trong đất ở cả bảy châu lục. Mật độ trung bình của hạt vi nhựa được phát hiện trong đất ở nước ngoài dao động từ 0 đến 15.880 hạt.kg⁻¹ (cho biết lượng hạt vi nhựa được phát hiện trên mỗi kg đất khô). Trong số đó, lượng vi nhựa dồi dào nhất được phát hiện tại các khu rừng ngập mặn ở Bahia, Brazil, đạt 15.880 hạt.kg⁻¹ [7]. Lượng vi nhựa được phát hiện cao nhất trong đất nông nghiệp tại Trung Quốc là cánh đồng ngũ cốc Thảm Dương, Liêu Ninh, đạt 14.146 hạt.kg⁻¹ [8]. Mức độ ô nhiễm của khu công nghiệp Sydney ở Úc tương đối cao. Hàm lượng hạt vi nhựa dồi dào được phát hiện trong đất của khu công nghiệp sản xuất sản phẩm nhựa lên tới 67.500 mg.kg⁻¹ [9]. Sự phong phú của vi nhựa trong đất ở những khu vực được che phủ bởi lưới chống bụi có thể lên tới 13.752 mg.kg⁻¹ [3].

Trong số các khu vực đất nông nghiệp được khảo sát ở Trung Quốc, sự phong phú của vi nhựa trong đất nông nghiệp ở tỉnh Vân Nam và thành phố Vũ Hán [2] là đáng kể nhất. Tỷ lệ này cao hơn ở các khu vực khô cằn trong đất liền như Tây Tạng và Thanh Hải. Điều này có thể liên quan đến các hoạt động của con người do sự phát triển của nông nghiệp, du lịch và đặc điểm của sản xuất nông nghiệp. Nghiên cứu đã phát hiện ra rằng việc tái sử dụng bùn thải là một trong những nguồn tạo ra vi nhựa trong đất. Lượng vi nhựa dồi dào ở đất nông nghiệp nơi bùn thải đã được áp dụng trong một thời gian dài cao hơn gấp đôi so với hàm lượng vi nhựa ở đất nông nghiệp nơi không áp dụng bùn thải. Càng áp dụng nhiều lần thì tình trạng ô nhiễm đất càng nghiêm trọng.

Ở Việt Nam các nghiên cứu về vi nhựa nói chung và vi nhựa trong đất nông nghiệp còn hạn chế so với thế giới. Một số nghiên cứu có thể kể đến như: nghiên cứu của nhóm tác giả Nguyễn Thảo Nguyên (2019) về “Đặc trưng ô nhiễm vi nhựa trong nước mặt tại 3 vùng biển Tiền Giang, Cần Giờ và Bà Rịa - Vũng Tàu”; nghiên cứu của nhóm tác giả Hồ Trương Nam Hải (2019) “Nghiên cứu khả năng loại bỏ vi nhựa trong nước thải công nghiệp bằng phương pháp keo tụ - tạo bông”; nghiên cứu của nhóm tác giả Trần Lý Tường (2019) về “Xu hướng nghiên cứu về ô nhiễm vi nhựa trong biển và các vấn đề tồn tại”, nghiên cứu của Mai Hương (2019) về “Nhựa siêu vi trong môi trường: ảnh hưởng độc hại của chúng tới sinh vật thủy sinh”, Nghiên cứu của tác giả Trương Hữu Đức (2019) về “Nghiên cứu xác định thành phần hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích bãi triều huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa”, nghiên cứu của Lưu Việt Dũng và cộng sự (2020) về phương pháp xác định hạt vi nhựa trong môi trường trầm tích bãi triều ven biển, áp dụng thử nghiệm tại xã Đa Lộc, huyện Hậu Lộc, tỉnh Thanh Hóa; Nghiên cứu của Trường Đại học Khoa học và Công nghệ Hà Nội (2020) về ảnh hưởng độc hại của nhựa siêu vi trong trầm tích

đến động vật đáy hồ nội thành Hà Nội... Hiện nay, ở Việt Nam vẫn chưa có nhiều nghiên cứu chuyên sâu về vấn đề ô nhiễm vi nhựa trong đất nông nghiệp, gần đây có nghiên cứu của tác giả Võ Anh Thư về ô nhiễm vi nhựa đất nông nghiệp tại khu vực huyện Đông Anh, Hà Nội cho thấy mức độ vi nhựa trong đất thu được dao động từ 494 ± 292 đến 1031 ± 379 hạt.kg⁻¹ khối lượng khô [12]. Phân tích vi nhựa trong đất than bùn tại tỉnh Long An cho thấy số hạt vi nhựa dao động từ 0 - 360 hạt.kg⁻¹. Thành phần chủ yếu là các hạt vi nhựa dạng mảnh (chiếm 70%), bột (17%), sợi (8,7%) và dạng màng (4,3%). Về thành phần hóa học, chủ yếu là nhựa PP, PE và PVC [14].

2.2. Tiến bộ chung về phương pháp phân tích và đánh giá ô nhiễm vi nhựa đất trong và ngoài nước

Ô nhiễm vi nhựa đối với môi trường sống nói chung và trong đất nông nghiệp nói riêng đã và đang trở thành điểm nóng nghiên cứu trong cộng đồng học thuật và đã đạt được một số tiến bộ nghiên cứu nhất định [1]. Nghiên cứu không chỉ liên quan đến các đặc tính nguồn gốc, phân bố, di chuyển và phân hủy của vi nhựa mà còn liên quan đến tác động của nó đến sự ổn định của hệ sinh thái đất về phương pháp phân tích và đánh giá, mặc dù quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FT-IR), quang phổ Raman và Pyr. Các phương pháp phát hiện định lượng như phương pháp phân tích nhiệt phân GCMS... Tuy nhiên, do tính phức tạp của thành phần đất và mức độ phát triển của phương pháp nên việc sử dụng cả hai phương pháp này đều bị hạn chế. Do đó, việc sử dụng các công nghệ phân tích kết hợp là rất quan trọng trong việc đánh giá và kiểm soát ô nhiễm vi nhựa.

Các phương pháp tách hạt vi nhựa trong đất chủ yếu bao gồm phương pháp sàng lọc, phương pháp tách mật độ, phương pháp tuyển nổi bột, v.v. [3]. Sự phát triển của các phương pháp này có thể giúp nâng cao hiệu quả và độ chính xác của việc chiết xuất vi nhựa từ mẫu đất. Hiện nay, nghiên cứu về ô nhiễm vi nhựa trong

và ngoài nước chủ yếu tập trung vào các đặc tính vật lý và hóa học của nó, đồng thời khám phá những thay đổi có thể có của nó đối với các tính chất vật lý của đất. Ngoài ra, các phương pháp tiêu chuẩn phân tích định lượng thống nhất cũng đã được đề xuất và thiết lập, công nghệ phân tích truy xuất nguồn gốc chính xác tiếp tục phát triển và nghiên cứu khoa học về ô nhiễm vi nhựa trong đất cũng được tăng cường.

2.3. Phương pháp giám sát và phân tích ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp

Các phương pháp giám sát ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp là điều kiện tiên quyết để kiểm soát hiệu quả ô nhiễm vi nhựa. Thứ nhất, các phương pháp giám sát thường được sử dụng bao gồm khảo sát thực địa và lấy mẫu thực địa kết hợp với phân tích trong phòng thí nghiệm. Khảo sát thực địa chủ yếu lấy mẫu đất nông nghiệp, cây trồng và các mẫu khác thông qua kiểm tra và lấy mẫu tại chỗ, đồng thời sử dụng các công cụ phân tích tại chỗ để tiến hành phát hiện sơ bộ ô nhiễm vi nhựa đất nông nghiệp. Thứ hai, phân tích trong phòng thí nghiệm tiến hành phân tích định lượng trên các mẫu được thu thập và sử dụng các thiết bị như kính hiển vi và quang phổ hồng ngoại để đo chính xác loại, số lượng và sự phân bố của các hạt vi nhựa. Ngoài ra, các thiết bị quang phổ tiên tiến cũng có thể được sử dụng để tiến hành phát hiện quang phổ của các hạt vi nhựa để đạt được hiệu quả thu thập và phân tích nhanh chóng các hạt vi nhựa. Việc sử dụng kết hợp các phương pháp giám sát này có thể mang lại sự hiểu biết toàn diện về sự phân bố và mức độ ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp, cung cấp cơ sở khoa học cho việc xử lý và đánh giá tiếp theo.

Hiện nay, quang phổ hồng ngoại, kính hiển vi quang học, tế bào dòng chảy và các công nghệ khác chủ yếu được sử dụng trên phạm vi quốc tế để theo dõi vi hạt nhựa trên đất nông nghiệp. Trong số đó, công nghệ quang phổ hồng ngoại có thể xác định chính xác các loại hạt nhựa khác nhau thông qua phân tích quang phổ hồng ngoại của hạt vi nhựa, cung cấp hỗ trợ

kỹ thuật để truy tìm nguồn ô nhiễm. Công nghệ kính hiển vi quang học sử dụng quan sát bằng kính hiển vi và xử lý hình ảnh để phân tích hình dạng và số lượng các hạt vi nhựa trong mẫu đất và cây trồng nhằm đạt được khả năng giám sát trực quan về ô nhiễm vi nhựa. Công nghệ tế bào dòng chảy có thể thực hiện việc phát hiện tự động và đếm nhanh các hạt vi nhựa, cải thiện hiệu quả và độ chính xác của việc giám sát. Việc liên tục đổi mới và ứng dụng các công nghệ giám sát này cung cấp các phương tiện kỹ thuật khoa học và hiệu quả hơn để giám sát ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp.

Hạt vi nhựa trong đất nông nghiệp chủ yếu là polyetylen (PE) và polypropylen (PP) ở dạng mảnh và màng. Polypropylen (PP) tồn tại trong đất ở dạng sợi, mảnh, mảnh và hạt vi nhựa Polyethylene (PE) chủ yếu tồn tại ở dạng sợi, dạng sợi và mảnh, trong khi thành phần của các hạt vi nhựa phân mảnh phức tạp hơn. Thành phần

chính của nó bao gồm polymethylmethacrylate (PMMA), polyvinyl clorua (PVC), polyacrylonitrile (PAN) và polystyrene (PS). Do có nhiều nguồn nên vi nhựa dạng sợi tích tụ trong đất chỉ đứng sau vi nhựa dạng mảnh và phân mảnh, đồng thời chúng cũng có tác động sâu sắc đến đất nông nghiệp. Các kỹ thuật phân tích hiện nay chủ yếu bao gồm phương pháp phân tích trực tiếp và phương pháp phân tích gián tiếp. Phương pháp phân tích trực tiếp sử dụng thông tin phân đoạn cụ thể của các sản phẩm phân hủy nhiệt polyme, sử dụng sắc ký khí để tách các sản phẩm, sau đó sử dụng máy quang phổ khối sắc ký khí để phân tích các loại vi nhựa để thu được phân khối lượng của vi nhựa. Loại công nghệ nhiệt phân này hiện được sử dụng rộng rãi trong việc phát hiện các loại polyme khác nhau, chẳng hạn như polypropylen (PP), polyetylen (PE), polystyren (PS), v.v.

Bảng 1. Các kỹ thuật phân tích chính đối với hạt vi nhựa

Phương pháp phân tích		Nguyên tắc phát hiện	Phạm vi ứng dụng	Các chỉ số có thể phát hiện	Ưu điểm và nhược điểm
Phân tích trực tiếp	phân tích nhiệt	Sau khi sử dụng công nghệ Cracking nhiệt để phân hủy vi nhựa, phương pháp đo phổ khối sẽ được sử dụng để phát hiện.	Thích hợp để phát hiện nhựa một thành phần với quá trình xử lý trước đơn giản và độ nhạy cao.	Có thể phát hiện các loại vi nhựa và chỉ số nồng độ khối lượng.	Rất khó để phân biệt các hợp chất có khối lượng và dữ liệu nhiệt độ phân hủy tương tự nhau, đặc biệt là nhựa tái chế có thành phần phức tạp và độ tinh khiết thấp.
	kính hiển vi	Phóng đại quang học, chọn thủ công	Có thể được sử dụng để phát hiện hạt vi nhựa trên 100 µm	Có thể phát hiện hình dạng và các chỉ số bề ngoài hiển vi của hạt vi nhựa.	Đơn giản và tiện lợi nhưng tốn nhiều công sức và kém chính xác trong việc xác định vật liệu vi nhựa.

Phân tích gián tiếp	Quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR)	Sử dụng phổ giao thoa hồng ngoại đặc trưng của các vật liệu nhựa khác nhau để nhận dạng mẫu. Phạm vi phổ là $400 \sim 4000 \text{ cm}^{-1}$.	Có thể được sử dụng để phát hiện hạt vi nhựa trên $20 \mu\text{m}$. Máy quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier là thiết bị có thị phần lớn nhất	Có thể phát hiện các loại vi nhựa và chỉ số độ phong phú	Cần sử dụng kính hiển vi để chọn thủ công, sau đó dùng phổ hồng ngoại để xác định từng cái một và chu kỳ phát hiện kéo dài.
Phân tích gián tiếp	Quang phổ Raman (Raman)	Phổ tán xạ Raman đặc trưng của các vật liệu nhựa khác nhau được sử dụng để nhận dạng mẫu. Dải quang phổ $50 \sim 3000 \text{ cm}^{-1}$	Có thể được sử dụng cho microplastic trên $2 \mu\text{m}$. Không có sự can thiệp từ việc đo hình dạng, kích thước hoặc độ dày hạt	Có thể phát hiện thông tin hình thái vi nhựa, thành phần hóa học và các chỉ số phong phú	Sẽ bị cản trở bởi chất hữu cơ có hiệu ứng huỳnh quang. Thời gian chạy dài và không phù hợp để phát hiện hàng loạt
	Quang phổ hồng ngoại laser (LDIR)	Phổ laser hồng ngoại đặc trưng của các vật liệu nhựa khác nhau được sử dụng để nhận dạng mẫu. Dải quang phổ $900 \sim 1800 \text{ cm}^{-1}$	Có thể quét liên tục khả năng phát hiện vi nhựa từ $20 \sim 500 \mu\text{m}$. Hiệu suất phát hiện rất cao và phù hợp để thử nghiệm mẫu hàng loạt	Có thể phát hiện thông tin hình thái vi nhựa, thành phần hóa học và mức độ phong phú	Phạm vi phổ tương đối hẹp và giá thiết bị tương đối cao
	Phương pháp sắc ký lỏng (khối phổ ba khối song song) (HPLC/LC-MS/MS)	Khử polyme có chọn lọc hoặc chuẩn bị mẫu để phân tách và định lượng	Thích hợp để phát hiện các depolyme vi nhựa một thành phần, với quá trình tiền xử lý đơn giản và độ nhạy cao	Có thể phát hiện hàm lượng chất lượng và thành phần hóa học của hạt vi nhựa	Giới hạn ở các polyme cụ thể, khả năng áp dụng cho các mẫu đất thực tế cần phải được xác minh.

Khi sử dụng phương pháp phân tích gián tiếp để phát hiện hạt vi nhựa trong đất, trước tiên mẫu đất cần được xử lý trước để loại bỏ nhiều từ các chất bên ngoài. Sau đó, thông qua các quá trình như phân tách, phân hủy và nhận dạng, các hạt vi nhựa được chiết xuất, tinh chế, phân tích và xác định. Giai đoạn tách bao gồm các phương pháp như tách mật độ, tách tĩnh điện, chiết tuyến nổi không khí và chiết dầu để tách các hạt vi nhựa và loại bỏ nhiều từ các hạt đất. Sau đó, các hạt vi nhựa được phân hủy thông qua các phương pháp như enzyme- axit-kiềm để tinh chế các mẫu cho quá trình nhận dạng tiếp theo. Cuối cùng, vi nhựa được xác định bằng các phương pháp như phân tích quang phổ và phân tích vi nhựa để thu được thông tin như kích thước và chủng loại của chúng. Để có được thông tin đầy đủ hơn về các mẫu vi nhựa, hai phương pháp này thường được sử dụng kết hợp [3]. Loại phương pháp này chủ yếu bao gồm quan sát bằng kính hiển vi, phương pháp quang phổ Raman (Raman), phương pháp quang phổ hồng ngoại laser (LDIR), phương pháp sắc ký lỏng (HPLC/LC-MS/MS) và phương pháp quang phổ hồng ngoại biến đổi Fourier (FTIR). Ưu điểm và nhược điểm của các công nghệ khác nhau cũng như các chỉ số có thể phát hiện và phạm vi ứng dụng được trình bày chi tiết trong Bảng 1.

2.4. Phương pháp đánh giá ô nhiễm vi nhựa đất nông nghiệp

Đánh giá ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp là đánh giá khoa học về mức độ và tác động của ô nhiễm vi nhựa trong môi trường đất nông nghiệp. Mục đích của nó là cung cấp cơ sở cho việc ra quyết định khoa học và quản lý hiệu quả. Khi tiến hành đánh giá, cần phải xem xét một loạt các chỉ số chính. Trước hết, số lượng hạt vi nhựa trong đất nông nghiệp là một trong những chỉ số quan trọng để đánh giá. Thông qua nghiên cứu định lượng về hàm lượng hạt vi

nhựa trong đất, chúng ta có thể hiểu rõ hơn về mức độ ô nhiễm của nó trong đất nông nghiệp, từ đó cung cấp cơ sở khoa học để đánh giá chức năng sinh thái và sinh thái của nó. Thứ hai, mức độ giàu vi nhựa trong cây trồng cũng là một trong những chỉ số quan trọng để đánh giá. Bằng cách trích xuất và phân tích các hạt vi nhựa từ các mẫu cây trồng, chúng ta có thể hiểu được sự phong phú của vi hạt nhựa trong cây trồng và xác định mức độ tác động của hạt vi nhựa đối với cây trồng. Ngoài ra, các yếu tố như số lượng và sự đa dạng của vi sinh vật đất, tính chất lý hóa của đất và môi trường xung quanh đất nông nghiệp cần được xem xét để đánh giá toàn diện tác động tổng thể của ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp.

Về phương pháp đánh giá, các phương pháp được sử dụng phổ biến hiện nay bao gồm khảo sát và giám sát thực địa, phân tích trong phòng thí nghiệm và mô phỏng mô hình toán học. Điều tra và giám sát hiện trường là những bước đánh giá ban đầu. Thông qua điều tra và lấy mẫu tại hiện trường, các mẫu đất nông nghiệp, cây trồng, v.v. được lấy để đánh giá sơ bộ. Phân tích trong phòng thí nghiệm là tiến hành phân tích định lượng tinh tế các mẫu được thu thập và sử dụng các thiết bị như kính hiển vi và quang phổ hồng ngoại để xác định và định lượng các hạt vi nhựa. Mô phỏng mô hình toán học sử dụng phương pháp mô phỏng toán học và máy tính để mô phỏng và đánh giá mức độ lan rộng cũng như tác động của ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp. Việc áp dụng toàn diện các phương pháp đánh giá này có thể đạt được đánh giá toàn diện về ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp và cung cấp cơ sở khoa học cho việc quản lý và xử lý tiếp theo. Nguyên tắc, điều kiện áp dụng và các chỉ số hiệu quả đánh giá của phương pháp đánh giá được trình bày chi tiết trong Bảng 2.

Bảng 2. Các phương pháp đánh giá chính đối với hạt vi nhựa

Phương pháp đánh giá	Nguyên tắc	Điều kiện áp dụng	Chỉ số đánh giá hiệu quả
Khảo sát và giám sát thực địa	Thông qua quan sát trực tiếp, lấy mẫu và phân tích hạt vi nhựa trong môi trường tự nhiên, chúng ta có thể hiểu được tình trạng ô nhiễm, sự phân bố không gian và những thay đổi năng động của chúng.	Nó phù hợp để hiểu sơ bộ về tình trạng ô nhiễm vi nhựa trong môi trường tự nhiên; theo dõi sự phân bố không gian và những thay đổi năng động của ô nhiễm vi nhựa.	Các loại và số lượng vi nhựa, sự phân bố ô nhiễm và xu hướng động của ô nhiễm vi nhựa.
Phân tích trong phòng thí nghiệm	Tiến hành nghiên cứu và phân tích chuyên sâu các mẫu vi nhựa được thu thập trong quá trình khảo sát và giám sát thực địa thông qua các phương tiện vật lý, hóa học và sinh học.	Nó phù hợp cho nghiên cứu chuyên sâu về các đặc tính vật lý, hóa học và sinh học của vi nhựa và để xác minh tính chính xác của kết quả khảo sát và giám sát thực địa.	Hình thái và cấu trúc, thành phần hóa học, độc tính và tác dụng sinh học của hạt vi nhựa.
Mô phỏng mô hình toán học	Bằng cách thiết lập các mô hình toán học để mô phỏng hành vi, sự phân bố và tác động của hạt vi nhựa trong môi trường, chúng ta có thể dự đoán xu hướng phát triển trong tương lai cũng như những rủi ro tiềm ẩn của chúng. Các mô hình toán học thường được sử dụng bao gồm mô hình cân bằng khối lượng, mô hình khuếch tán, mô hình đánh giá rủi ro sinh thái, v.v.	Phù hợp để dự đoán xu hướng phát triển và nguy cơ tiềm ẩn ô nhiễm vi nhựa; tối ưu hóa các biện pháp phòng ngừa và kiểm soát ô nhiễm vi nhựa.	Dự báo độ chính xác, phân tích độ nhạy, hiệu quả hỗ trợ quyết định, v.v.

3. BIỆN PHÁP KIỂM SOÁT Ô NHIỄM VI NHỰA TRÊN ĐẤT NÔNG NGHIỆP

3.1. Các phương pháp kiểm soát ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp

Hiện tại, các công nghệ chính để kiểm soát ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp trên thế giới chủ yếu gồm loại bỏ vật lý, loại bỏ hóa

học, phân hủy sinh học và các công nghệ mới khác [6]. Bài viết này chủ yếu giải thích và phân tích phương pháp phân hủy sinh học.

Mặc dù, hạt vi nhựa trong đất nông nghiệp tồn tại từ lâu nhưng chúng vẫn có thể bị phân hủy bởi enzyme, động vật và một số vi khuẩn. Vì quá trình phân hủy sinh học có lợi

cho môi trường nên triển vọng ứng dụng của nó cũng rất tốt. Quá trình này chủ yếu bao gồm bốn giai đoạn: suy thoái bề mặt, khử polyme, đồng hóa và khoáng hóa [6]. Các vi sinh vật chức năng được làm giàu và phân hủy trên bề mặt vi nhựa, từ đó ảnh hưởng đến tính chất vật lý và hóa học của chúng. Sau đó, chúng phân hủy chúng thành oligome hoặc monome bằng cách tiết ra một số chất tương tự như enzyme, sau đó đồng hóa và khoáng hóa chúng thành các sản phẩm không độc hại, chẳng hạn như carbon dioxide và nước. Các nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng một số loài côn trùng có thể ăn các hạt vi nhựa có thể phân hủy, chẳng hạn như sâu bột, bọ đuôi bết, than đen ở Ấn Độ, v.v. [4]. Theo kết quả nghiên cứu của học giả người Trung Quốc, các vi khuẩn có khả năng phân hủy hạt vi nhựa cũng có thể được phân lập, như *Aspergillus flavus* phân lập từ ruột sâu đục thân ngô có khả năng phân hủy nhựa trong màng HDPE [5], chẳng hạn như *Aspergillus flavus* phân lập từ ruột sâu đục thân ngô có khả năng phân hủy nhựa trong màng HDPE; được phân lập từ đường ruột [5].

Có một số lượng lớn vi sinh vật trong đất và có sự tương tác giữa chúng. Sự phân hủy phối hợp của vi sinh vật có thể đạt được thông qua nhiều vi sinh vật. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc sử dụng khuẩn lạc vi khuẩn để phân hủy vi nhựa là khả thi [1]. Mặc dù đã có một số tiến bộ trong việc sử dụng vi sinh vật để phân hủy vi nhựa, nhưng vẫn còn những vấn đề như hiệu quả phân hủy thấp và các môi trường khác nhau thích hợp cho sự phát triển của vi sinh vật, những vấn đề này bị ảnh hưởng rất lớn bởi các điều kiện môi trường là rất cần thiết.

3.2. Các giải pháp quản lý ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp

Việc kiểm soát và ngăn ngừa ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp là mắt xích quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng môi trường đất nông nghiệp và sự an toàn của nông sản.

Thứ nhất, việc kiểm soát ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp đòi hỏi phải tăng cường hỗ trợ về mặt pháp lý và chính sách. Cần xây dựng và cải thiện các luật và quy định liên quan, làm rõ các tiêu chuẩn và chỉ số về ô nhiễm vi nhựa, tiêu chuẩn hóa việc sử dụng và quản lý vi nhựa trên đất nông nghiệp, đồng thời tăng cường xử lý và tái chế chất thải vi nhựa để kiểm soát việc phát thải vi nhựa từ nguồn.

Thứ hai, việc kiểm soát ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp đòi hỏi phải có các phương tiện, cơ sở vật chất kỹ thuật. Ví dụ, công nghệ phân hủy vi sinh vật có thể được phát triển và áp dụng để đẩy nhanh quá trình phân hủy vi nhựa trong đất và giảm ô nhiễm cho môi trường đất nông nghiệp thông qua chế phẩm vi sinh vật hoặc enzyme sinh học thích hợp. Ngoài ra, các phương pháp canh tác và quy trình sản xuất nông nghiệp có thể được tối ưu hóa để giảm sử dụng các sản phẩm nhựa, thúc đẩy các lựa chọn thay thế thân thiện với môi trường như vật liệu phân hủy sinh học và giảm khí thải từ các nguồn ô nhiễm vi nhựa.

Thứ ba, việc tăng cường giám sát và công bố thông tin về ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp cũng là một phần quan trọng trong quản trị. Bằng cách thiết lập và cải thiện mạng lưới giám sát ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp, chúng ta có thể theo dõi tình hình vi nhựa trong môi trường đất nông nghiệp theo thời gian thực, kịp thời phát hiện và xử lý các nguồn điểm và khu vực bị ô nhiễm vi nhựa, tăng cường công bố kết quả giám sát và nâng cao nhận thức và sự chú ý của công chúng về ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp.

Thứ tư, việc ngăn ngừa ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp cần nâng cao nhận thức và hành động về môi trường của toàn xã hội. Bằng cách thực hiện công khai và giáo dục về bảo vệ môi trường đất nông nghiệp, chúng ta có thể nâng cao hiểu biết và nhận thức phòng ngừa ô nhiễm vi nhựa của nông dân và nông dân, đồng

thời thúc đẩy sản xuất xanh và phát triển nông nghiệp bền vững. Đồng thời, cần tăng cường hợp tác và liên kết liên ngành, liên lĩnh vực và xuyên quốc tế để cùng nhau giải quyết thách thức môi trường toàn cầu về ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp.

Thứ năm, cần thúc đẩy tiêu chuẩn hóa và thường quy hóa công tác phòng ngừa và kiểm soát ô nhiễm vi mô, xây dựng luật, quy định và tiêu chuẩn ngành chặt chẽ hơn, đồng thời tăng cường giám sát và xử phạt

Thứ sáu, cần tăng cường hơn nữa việc nghiên cứu và khám phá các biện pháp quản trị và phòng ngừa hiệu quả hơn, nghiên cứu sâu về mô hình phân bố, di cư và biến đổi của vi nhựa trong môi trường đất nông nghiệp để hiểu cơ chế tác động của chúng đối với cây trồng và hệ sinh thái đất; nghiên cứu, phát triển và ứng dụng các công nghệ kiểm soát ô nhiễm vi nhựa, bao gồm phân hủy sinh học, xử lý vật lý và hóa học và các phương pháp khác để nâng cao hiệu quả phân hủy và khả năng thích ứng với các loại vi nhựa khác nhau.

Cuối cùng, cần tăng cường hợp tác và trao đổi quốc tế để cùng nhau giải quyết vấn đề môi trường toàn cầu về ô nhiễm vi nhựa đất nông nghiệp. Thông qua những nỗ lực này, chúng tôi kỳ vọng sẽ kiểm soát hiệu quả ô nhiễm vi nhựa đất nông nghiệp trong tương lai và đảm bảo phát triển nông nghiệp bền vững cũng như an toàn sinh thái và môi trường.

4. KẾT LUẬN

Ô nhiễm vi nhựa có tác động nghiêm trọng đến môi trường đất nông nghiệp. Hạt vi nhựa làm hỏng cấu trúc đất, ức chế sự phát triển của cây trồng, dẫn đến giảm năng suất và suy thoái đất nông nghiệp. Các hạt vi nhựa này có thể có nguồn gốc từ các sản phẩm gia dụng, nhựa thải và nhựa từ hoạt động nông nghiệp.

Ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp phổ biến trên toàn thế giới, có liên quan chặt chẽ đến hoạt động nông nghiệp, rác thải sinh hoạt, sản xuất công nghiệp và các yếu tố khác. Các

phương pháp giám sát ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp chủ yếu bao gồm khảo sát thực địa, lấy mẫu thực địa và phân tích trong phòng thí nghiệm, kết hợp với công nghệ quang phổ hồng ngoại, công nghệ kính hiển vi quang học và công nghệ tế bào học dòng chảy. Việc áp dụng kết hợp các phương pháp này để có bức tranh toàn diện về sự phân bố và mức độ ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp, cung cấp cơ sở khoa học cho việc xử lý và đánh giá tiếp theo. Đối với các loại vi nhựa khác nhau, phương pháp phân tích trực tiếp và phương pháp phân tích gián tiếp được sử dụng để theo dõi, có thể đạt được hiệu quả thu thập và phân tích nhanh chóng.

Đánh giá ô nhiễm vi nhựa ở đất nông nghiệp là đánh giá khoa học về mức độ và tác động của ô nhiễm vi nhựa trong môi trường đất nông nghiệp. Các chỉ số chính của nó bao gồm số lượng hạt vi nhựa trong đất nông nghiệp và mức độ phong phú của hạt vi nhựa trong cây trồng. Các phương pháp đánh giá bao gồm khảo sát và giám sát thực địa, phân tích trong phòng thí nghiệm và mô phỏng mô hình toán học. Việc áp dụng các phương pháp này có thể đánh giá toàn diện tình trạng ô nhiễm vi nhựa và cung cấp cơ sở khoa học cho việc xử lý và quản lý tiếp theo.

Tuy nhiên, cũng có những hạn chế nhất định, chẳng hạn như hạn chế về kỹ thuật và chi phí cũng như mức độ tiêu chuẩn hóa và tiêu chuẩn hóa cần được cải thiện. Việc kiểm soát và ngăn ngừa ô nhiễm vi nhựa trên đất nông nghiệp là mắt xích quan trọng trong việc đảm bảo chất lượng môi trường đất nông nghiệp và sự an toàn của nông sản. Tăng cường quản lý thông qua các biện pháp pháp lý và kỹ thuật, đồng thời tăng cường giám sát và công bố thông tin, nâng cao nhận thức về môi trường của toàn xã hội và cùng ứng phó với thách thức môi trường toàn cầu này. Phân hủy sinh học là một phương pháp xử lý đầy hứa hẹn, nhưng các công nghệ mới vẫn cần được khám phá để cải thiện tốc độ phân hủy.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] 姜晓旭, et al. (2023), 土壤中微塑料污染现状与检测技术研究进展. 环境化学, **42**(1): p. 163-175.
- [2] 时馨竹, et al. (2021), 沈阳周边农田土壤中微塑料组成与分布. Journal of Agro-Environment Science, **40**(7).
- [3] 王金花, et al. (2023), 农田土壤中微塑料的赋存, 迁移及生态效应研究进展. Journal of Agro-Environment Science, **42**(5).
- [4] 谢洁芬, et al. (2022), 土壤中微塑料复合污染研究进展与展望. 生态环境学报, **31**(12): p. 2431.
- [5] 金灿, et al. (2021), 土壤中微塑料污染及其防治措施的探讨. 环境科技, **34**(2): p. 73-78.
- [6] 黄志琴, 徐颂军, and 秦俊豪. (2022), 微塑料降解的主要方法, 影响因素及环境风险. Environmental Science & Technology (10036504), **45** (2).
- [7] da Silva Paes, E., et al. (2022), Widespread microplastic pollution in mangrove soils of Todos os Santos Bay, northern Brazil. Environmental Research, **210**: p. 112952.
- [8] Li, S., et al. (2022), Macro-and microplastic accumulation in soil after 32 years of plastic film mulching. Environmental Pollution, **300**: p. 118945.
- [9] Nematollahi, M.J., et al. (2022), Microplastic occurrence in urban and industrial soils of Ahvaz metropolis: a city with a sustained record of air pollution. Science of The Total Environment, **819**: p. 152051.
- [10] Nizzetto, L., M. Futter, and S. Langaas. (2016), Are agricultural soils dumps for microplastics of urban origin?, ACS Publications.
- [11] Sharma, M.D., et al. (2020), Assessment of cancer risk of microplastics enriched with polycyclic aromatic hydrocarbons. Journal of Hazardous Materials, **398**: p. 122994.
- [12] Vo, A.T., et al. (2023), Preliminary Investigation of Microplastic Pollution in Agricultural Soil in Dong Anh District, Hanoi City. VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, **39**(3).
- [13] Bái, Đ.T. (2018), Plastics và vấn đề ô nhiễm do chất thải plastics. Báo cáo tại Hội thảo khoa học “Cùng hành động vì môi trường Thủ đô”, VACNE-HUSTA.
- [14] Kỳ, N.M., et al. (2024), Nghiên cứu đặc điểm và sự tích lũy vi nhựa trong than bùn tại xã Thuận Nghĩa Hòa, huyện Thanh Hóa, tỉnh Long An.

Liên hệ:

TS. Trần Lý Tường

Viện Nông nghiệp và Môi trường, Trường Đại học Quảng Bình

Địa chỉ: 18 Nguyễn Văn Linh, Đồng Hới, Quảng Bình

Email: tuongtranly@gmail.com

Ngày nhận bài: 31/5/2024

Ngày gửi phản biện: 02/6/2024

Ngày duyệt đăng: 19/5/2025