

Ảnh hưởng của vi nhựa đến quá trình sinh trưởng và phát triển của thực vật

Chu Đức Hà¹, Lê Thị Ngọc Quỳnh², Đinh Văn Hà³

¹Viện Di truyền Nông nghiệp, VAAS

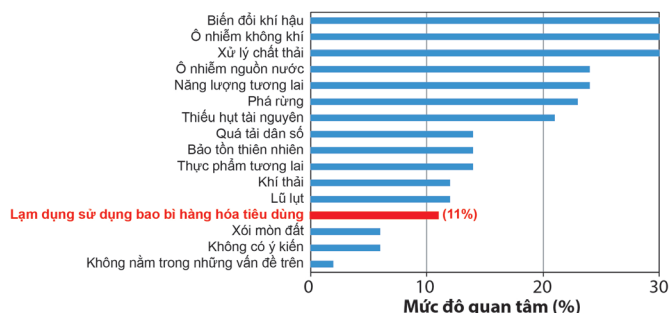
²Khoa Hóa và Môi trường, Trường Đại học Thủy lợi

³Viện Thổ nhưỡng Nông hóa, VAAS

Quá trình sản xuất và tái chế nhựa đã trực tiếp sinh ra các dạng vi nhựa (microplastic) tác động xấu đến toàn bộ sinh quyển và ảnh hưởng lớn đến sức khỏe con người. Hiện nay, vi nhựa đã được tìm thấy ở hầu hết các hệ sinh thái trên cạn, như đất nông nghiệp, khu công nghiệp hay thậm chí tại những khu vực hẻo lánh. Bằng nhiều con đường khác nhau, vi nhựa tích lũy trên bề mặt được lắng xuống các tầng đất và kết hợp vào hạt đất, ảnh hưởng đến tính chất hóa lý và quần xã sinh vật đất, qua đó ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của thực vật nói chung, nguồn thực phẩm của con người nói riêng.

Mở đầu

Quá trình sản xuất và tái chế nhựa đã trực tiếp sinh ra các dạng vi nhựa, tác động xấu đến toàn bộ sinh quyển. Các dạng vi nhựa này dần dần tích lũy trong môi trường để trở thành một chất gây ô nhiễm mới và phổ biến hiện nay [1]. Tuy vậy, việc lạm dụng bao bì nhựa vẫn chưa thực sự nhận được sự quan tâm so với những nguy cơ gây ô nhiễm môi trường khác (hình 1). Các nghiên cứu về ô nhiễm vi nhựa thường chỉ tập trung chủ yếu vào hệ sinh thái nước như đại dương [2], sông ngòi [3], nước ngầm [4] và các môi trường nước ngọt khác. Gần đây, trọng tâm của hướng nghiên cứu này đã được mở rộng và hướng đến ảnh hưởng của vi nhựa đối với môi trường cạn, đặc biệt là đối tượng cây trồng. Mặc dù vậy, việc tiếp cận cơ chế tác động của vi nhựa đến hệ sinh thái trên cạn vẫn còn gặp nhiều khó khăn do thiếu phương pháp xác định và quan sát vi nhựa trong đất.



Hình 1. Nhận thức của xã hội về các mối lo môi trường hiện nay.

Nguồn: IPSOS khảo sát hơn 20.000 người trong độ tuổi 16-64 thuộc 28 quốc gia từ 23/3/2019 đến 18/4/2019.

Hiện nay, vi nhựa đã được tìm thấy ở gần như tất cả các hệ sinh thái trên cạn, từ đất nông nghiệp đến khu công nghiệp, vùng thành thị hay thậm chí tại những khu vực hẻo lánh. Bằng nhiều con đường khác nhau, vi nhựa tích lũy trên bề mặt được lắng xuống các tầng đất và kết hợp vào hạt đất [5], ảnh hưởng đến tính chất hóa lý [6, 7] và quần xã sinh vật đất [5].

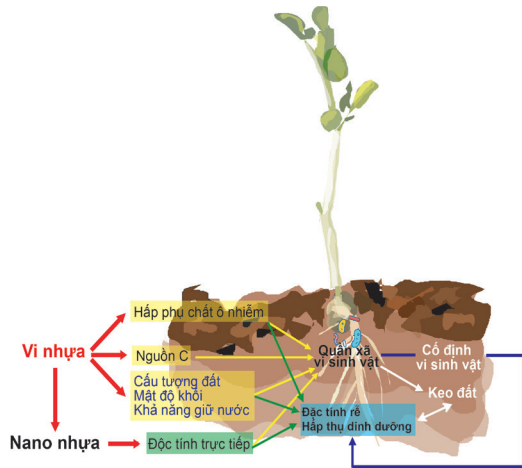
Hiện nay, đất nông nghiệp đã thực sự trở thành một bể chứa vi nhựa lớn, đặc biệt là vi nhựa có bản chất PE. Nhựa PE được sử dụng rất phổ biến làm màng phủ trong canh tác nông nghiệp do mang lại nhiều lợi ích kinh tế (hạn chế sự bốc hơi nước trong đất, chống rửa trôi phân bón và cách ly sâu bệnh). Tuy nhiên, nhựa thường bị bỏ lại sau thu hoạch đã gây tích tụ dư lượng nhựa trong đất, dẫn tới lượng lớn các hạt nhựa PE với nhiều kích thước khác nhau tích lũy trong đất nông nghiệp [8]. Bên cạnh đó, một số dạng vi nhựa khác như vi sợi [6], vật liệu phân hủy sinh học [8], màng nhựa [7] và một số dạng nhựa nano [9] cũng đã bắt đầu được tìm hiểu trên các vùng đất canh tác. Điều này làm dấy lên một câu hỏi về tác động của các loại vi nhựa với kích thước và hình dạng khác nhau này đến sinh trưởng của cây trồng, và liệu rằng có gây ra những mối lo ngại về an ninh lương thực hay không?

Ảnh hưởng của vi nhựa đến sinh trưởng và phát triển của thực vật

Trước hết, một điều cần khẳng định là chưa có một cơ chế tác động rõ ràng nào của vi nhựa đến cây trồng được chứng minh. Hiện có 5 giả thuyết được đưa ra, mô tả tương đối chính xác và toàn diện về cách thức tác động của vi nhựa đến sinh trưởng của thực vật, gồm: i) Biến đổi cấu trúc đất; ii) Bất động hóa chất dinh dưỡng; iii) Vận

Khoa học và đời sống

chuyển hoặc hấp phụ các chất gây ô nhiễm; iv) Trực tiếp gây độc cho cây; v) Ảnh hưởng đến quần xã sinh vật và vi sinh vật cộng sinh ở rễ (hình 2).



Hình 2. Một số giả thuyết về cơ chế tác động của vi nhựa đến sinh trưởng của thực vật.

Biến đổi cấu tượng đất: cấu tượng đất được hiểu là dạng thể của đất có được do hoạt động phân giải chất hữu cơ của các vi sinh vật trong khoảng thời gian rất dài. Dạng thể này chứa chất mùn (chủ yếu là axit humic, ulmic và fulvic) liên kết với nhau tạo thành các hạt đất có kích thước khác nhau, nước, không khí và một số chất dinh dưỡng khác. Vì thế, đất có cấu tượng rất tốt cho việc canh tác nông nghiệp nói chung. Sự tích lũy của vi sợi theo một cách nào đó có thể làm giảm mật độ khối [6], phá vỡ kết cấu đất nén, tăng tính thấm khí của đất, kích thích bộ rễ phát triển (bảng 1). Tuy vậy, sự tồn tại của vi nhựa vẫn

Bảng 1. Giả thuyết tác động của vi nhựa đến cây trồng và an toàn thực phẩm.

Dạng vi nhựa	Cơ chế tác động	Tác động đến cây trồng	Tác động đến an toàn thực phẩm
Hạt, mảnh	Thay đổi nhỏ trong kết cấu đất	Chưa rõ ràng	Tối thiểu
Sợi	Biến đổi cấu trúc, mật độ khối của đất	Tích cực	Chưa rõ
Màng nhựa	Tăng sự bay hơi nước trong đất	Tiêu cực	Chưa rõ
Nhựa phân hủy sinh học	Bất động hóa chất dinh dưỡng trong đất (ngăn hạn)	Tiêu cực	Giảm hàm lượng chất dinh dưỡng
Nano nhựa	Gây độc cho rễ cây và vi sinh vật đất	Tiêu cực	Hấp thụ nano nhựa từ rễ, do đó có thể ảnh hưởng đến an toàn thực phẩm khi tiêu thụ các phần thực vật dưới đất

được xem là yếu tố vật lý gây ô nhiễm trong đất. Màng nhựa tích lũy nhiều có thể tạo ra các kênh di chuyển của nước trong đất làm tăng cường quá trình bay hơi nước [7], dẫn đến đất không giữ được nước, gây tác động xấu cho cây trồng (bảng 1). Vi nhựa làm biến đổi cấu trúc đất, sẽ gián tiếp làm thay đổi thành phần quần xã vi sinh vật trong đất. Tuy vậy, rất khó để dự đoán được thành phần loài chuyển dịch theo hướng nào, cũng như những ảnh hưởng về mặt chức năng chúng gây ra [10, 11]. Nếu như những thay đổi này tác động đến hệ vi sinh vật ở vùng rễ (nấm rễ và sinh vật cố định nitơ) nhiều khả năng sẽ dẫn đến những hậu quả xấu cho sinh trưởng ở cây trồng. Ngoài ra, sự thay đổi cấu trúc đất do vi nhựa cũng được chứng minh là ảnh hưởng đến quá trình hình thành các hạt keo đất, dẫn đến thay đổi tính chất của đất [6].

Kim hãm dòng vận chuyển của dinh dưỡng: các hạt nhựa có hàm lượng cacbon rất cao và hầu hết lượng cacbon này tương đối trơ [1]. Quá trình phân giải vật liệu nhựa đã giải phóng ra lượng C:N tro vào các hạt đất, điều này được cho là làm hạn chế sự di động của hệ vi sinh vật, thậm chí là một số loài động vật tồn tại trong đất [12]. Do hầu hết các vật liệu nhựa có tốc độ phân hủy rất chậm, việc kim hãm sự di chuyển của vi sinh vật sẽ diễn ra trong một khoảng thời gian dài, mặc dù chưa ghi nhận thấy bất cứ ảnh hưởng nào đến hoạt động sống của vi sinh vật, nhưng vô hình chung có thể gây kim hãm dòng vận chuyển dinh dưỡng trong đất. Một số báo cáo đã cho thấy các yếu tố cấu thành năng suất (ví dụ như diện tích lá) bị giảm khi có mặt vật liệu nhựa [9].

Vận chuyển hoặc hấp phụ chất gây ô nhiễm: sự tích tụ của vi nhựa trong đất có thể tạo ra các bề mặt kỵ nước, làm thay đổi tính chất đất [1]. Hầu hết các chất gây ô nhiễm môi trường đều có tính kỵ nước có thể bám trên bề mặt các hạt vi nhựa này và có khả năng liên kết thành dạng bền vững trong một thời gian dài. Ngoài ra, một số chất độc với cây trồng có sẵn trong vi nhựa (phụ gia trong quá trình sản xuất) có thể được tích lũy trong đất [13]. Việc hấp phụ các chất này sẽ ảnh hưởng tiêu cực đến rễ cây hoặc các nhóm vi sinh vật cộng sinh, từ đó gây tác động xấu đối với sự sinh trưởng của thực vật. Trong điều kiện thí nghiệm thủy canh, hạt vi nhựa dạng PS và polytetrafluoroethylene làm tăng hàm lượng Asen trong các mô lá và rễ lúa giai đoạn cây non [14]. Ngược lại, sự hấp phụ của những chất gây ô nhiễm khác ít tác động lên sinh vật đất và thực vật, do đó chúng lại có tác dụng bảo vệ cây khỏi chất gây ô nhiễm. Vì vậy, các nghiên cứu hiện nay chưa đi đến kết luận chính xác được việc vi nhựa làm tăng hay giảm ảnh hưởng của các chất gây ô nhiễm lên thực vật.

Gây độc trực tiếp cho cây trồng: hạt vi nhựa có kích thước càng nhỏ sẽ càng gây ra nhiều ảnh hưởng về mặt hóa học/độc hại hơn là những tác nhân vật lý thông thường

trong đất [1, 15]. Mặc dù các nghiên cứu hiện nay vẫn chưa đưa ra được bằng chứng rõ ràng về sự tồn tại của dạng nhựa có kích thước nano trong đất, nhưng các nhà khoa học tin rằng hạt nhựa kích cỡ nano (<100 nm) hoàn toàn có thể xâm nhập vào rễ cây thông qua lớp lông hút. Sau khi được hấp thụ, các nano nhựa có thể gây ra những ảnh hưởng tiêu cực cho cây như làm thay đổi màng tế bào và gây nên bất lợi oxy hóa. Vì thế, việc vi nhựa hoặc các hạt nano nhựa xâm nhập vào chuỗi thức ăn của con người là điều hoàn toàn có thể xảy ra.

Ảnh hưởng đến quần xã sinh vật, vi sinh vật cộng sinh ở rễ: sinh trưởng và phát triển của cây trồng phụ thuộc rất nhiều vào quần xã vi sinh vật trong đất, điển hình như các nhóm vi sinh vật cộng sinh ở vùng rễ, vi khuẩn gây bệnh và nấm rễ. Nếu các dạng vi nhựa gây ra những thay đổi trong cấu trúc đất, điều này có thể ảnh hưởng tới hoạt động sống của quần xã các sinh vật trong đất [11] cũng như ảnh hưởng tới tỷ lệ khoáng hóa và các nhóm vi sinh vật định cư ở rễ (hình 1). Tương tự, các dạng nano nhựa cũng được giả thuyết có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến một số nhóm nấm rễ như những vật liệu nano khác. Tuy nhiên, tác động của vi nhựa hay nano nhựa đối với quần xã vi sinh vật đất, vi sinh vật định cư ở rễ vẫn chưa được chứng minh rõ ràng, cần tiếp tục nghiên cứu để làm rõ cơ chế tác động.

Khi xem xét trong hệ sinh thái đồng ruộng, năng suất cây trồng có thể bị ảnh hưởng lớn bởi vi nhựa với nhiều cơ chế tác động và hiệu ứng khác nhau (bảng 1, hình 1). Những loài thực vật khác nhau trong cùng một hệ sinh thái đồng ruộng có thể bị ảnh hưởng ở các mức độ khác nhau (dựa trên hỗn hợp nhiều loại hoặc một loại vi nhựa). Vì vậy, vi nhựa có khả năng ảnh hưởng tới tất cả thành phần trong quần xã sinh vật trên đồng ruộng, với một vài cơ chế chủ đạo dẫn tới những thay đổi trong quần xã. Ví dụ, màng nhựa có thể gây ra hạn do thúc đẩy sự bốc hơi nước trong đất [7], qua đó thúc đẩy sự sinh trưởng của các loài thực vật chịu hạn trong một quần xã. Ngoài ra, vi nhựa làm giảm đa dạng loài trong quần xã vi sinh vật đất hoặc các nhóm vi sinh vật cộng sinh, làm kìm hãm những tác động tích cực do chúng mang lại, dẫn đến ảnh hưởng tới hệ sinh thái đồng ruộng.

Thay lời kết

Vi nhựa là chất ô nhiễm hiện có mặt ở khắp mọi nơi, từ thức ăn, nước uống, không khí, đáy đại dương, băng tuyết ở Bắc Cực... và được xem như yếu tố gây biến đổi toàn cầu [15]. Những năm gần đây, chủ đề này càng nhận được sự quan tâm nghiên cứu khi những báo cáo về thực trạng rác thải nhựa ngoài đại dương và trên sông ngòi ngày càng tăng [2-4]. Bài viết góp phần định hướng cho các nghiên cứu về ảnh hưởng của vi nhựa lên thực vật nói riêng, môi trường sinh thái đất nói chung, thông qua việc phân tích

một số cơ chế mà vi nhựa có thể tác động đến cấu trúc và hệ sinh vật đất. Những ảnh hưởng này có thể làm thay đổi chức năng của các loài thực vật, do đó có khả năng tạo nên những thay đổi trong thành phần quần xã thực vật và ảnh hưởng tới chuỗi thức ăn của con người. Các nghiên cứu về ảnh hưởng của vi nhựa đến cây trồng rất khó thực hiện, kể cả trong phòng thí nghiệm, bởi lẽ vi nhựa vẫn tồn tại trong tất cả các dụng cụ, thiết bị và đồ bảo hộ thí nghiệm. Điều này đã hạn chế việc tìm hiểu về cơ chế tác động của các dạng vi nhựa và hạt nano nhựa đến cây trồng. Mặc dù chưa có nghiên cứu nào chứng minh nhưng các nhà khoa học tin rằng các dạng vi nhựa và hạt nano nhựa có thể xâm nhập vào cây trồng và tích lũy trong nông sản, từ đó dẫn đi vào chuỗi thức ăn của chúng ta và sẽ gây ra những hệ lụy khôn lường về sau ✍

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C.M. Rochman (2018), "Microplastics research - from sink to source", *Science*, **360**, pp.28-29.
- [2] G. Liu, et al. (2019), "Sorption behavior and mechanism of hydrophilic organic chemicals to virgin and aged microplastics in freshwater and seawater", *Environ. Pollut.*, **246**, pp.26-33.
- [3] H.A. Nel, et al. (2018), "Sinks and sources: Assessing microplastic abundance in river sediment and deposit feeders in an Austral temperate urban river system", *Sci. Total Environ.*, **612**, pp.950-956.
- [4] S.M. Mintenig, et al. (2019), "Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources", *Sci. Total Environ.*, **648**, pp.631-635.
- [5] E. Huerta Lwanga, et al. (2017), "Incorporation of microplastics from litter into burrows of *Lumbricus terrestris*", *Environ. Pollut.*, **220**, pp.523-531.
- [6] A.A. De Souza Machado, et al. (2018), "Impacts of microplastics on the soil biophysical environment", *Environ. Sci. Technol.*, **52**, pp.9656-9665.
- [7] Y. Wan, et al. (2019), "Effects of plastic contamination on water evaporation and desiccation cracking in soil", *Sci. Total Environ.*, **654**, pp.576-582.
- [8] Y. Qi, et al. (2018), "Macro- and micro- plastics in soil-plant system: Effects of plastic mulch film residues on wheat (*Triticum aestivum*) growth", *Sci. Total Environ.*, **645**, pp.1048-1056.
- [9] T.T. Awet, et al. (2018), "Effects of polystyrene nanoparticles on the microbiota and functional diversity of enzymes in soil", *Environ. Sci. Eur.*, **30**, p.11.
- [10] J.R. Powell, M.C. Rillig (2018), "Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi and ecosystem function", *New Phytol.*, **220**, pp.1059-1075.
- [11] N. Vallespir Lowery, T. Ursell (2019), "Structured environments fundamentally alter dynamics and stability of ecological communities", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **116**, pp.379-388.
- [12] S.W. Kim, Y.J. An (2019), "Soil microplastics inhibit the movement of springtail species", *Environ. Int.*, **126**, pp.699-706.
- [13] T.S. Galloway, et al. (2017), "Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem", *Nat. Ecol. Evol.*, **1**, p.116.
- [14] Y. Dong, et al. (2019), "Microplastic particles increase arsenic toxicity to rice seedlings", *Environ. Pollut.*, **259**, p.113892.
- [15] A.A. De Souza Machado, et al. (2018), "Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems", *Glob. Chang. Biol.*, **24**, pp.1405-1416.