

SỞ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ TP.HCM
TRUNG TÂM THÔNG TIN VÀ THỐNG KÊ KH&CN



BÁO CÁO PHÂN TÍCH XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ

Chuyên đề:

**XU HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANO
TRONG CANH TÁC CÂY TRỒNG VÀ THỦY SẢN**



Biên soạn: Trung tâm Thông tin và Thống kê Khoa học và Công nghệ

Với sự cộng tác của:

- **TS. Lê Quý Kha**

*Phó Viện trưởng Viện Khoa học Kỹ thuật Nông Nghiệp Miền Nam
TP.HCM*

- **PGS. TS. Nguyễn Hoài Châu**

*Nguyên Trưởng ban ứng dụng và triển khai công nghệ, Viện Hàn Lâm
Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

- **TS. Hoàng Thị Lụa**

Chuyên gia Nông nghiệp - Công ty CP Nông Nghiệp Việt Nam - URK

TP.Hồ Chí Minh, 10/2016

MỤC LỤC

I. TỔNG QUAN ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANO TRONG NÔNG NGHIỆP TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM.....	3
1. Tình hình ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp trên thế giới	3
2. Những ứng dụng ban đầu vật liệu nano trong nông nghiệp ở nước ta	24
II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANO TRONG NÔNG NGHIỆP TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ.....	32
1. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp theo thời gian	34
2. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp tại các quốc gia	36
3. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp theo chỉ số phân loại sáng chế quốc tế IPC	39
III. GIỚI THIỆU SẢN PHẨM VÀ KẾT QUẢ ỨNG DỤNG VI LƯỢNG DƯỚI DẠNG NANO TRONG TRỒNG TRỌT VÀ THỦY SẢN.....	42
1. Giới thiệu sản phẩm vi lượng dưới dạng nano.....	42
2. Kết quả nghiên cứu ứng dụng sản phẩm vi lượng dưới dạng nano trên một số cây trồng và thủy sản của Viện KHKT Nông nghiệp miền Nam (IAS) liên kết với Công ty Cổ phần Nông Nghiệp Việt Nam UKR (VUAGRO).	46
2.1 Thử nghiệm vi lượng nano trên cây thanh long tại Liên Hiệp HTX Dịch Vụ Sản Xuất Thanh Long Phan Thiết	46
2.2 Thử nghiệm vi lượng nano trên cây mía tại công ty Lam Sơn – Thanh Hóa.....	48
2.3 Thử nghiệm vi lượng nano trên cây mía của tập đoàn mía đường Thành Thành Công - Tây Ninh	49
2.4 Kết quả thử nghiệm vi lượng nano trên cây lúa và ngô, phối hợp với Viện KHKTNN Miền Nam.....	49
3. Kết quả nghiên cứu ứng dụng sản phẩm nano phức hợp trên một số cây trồng cạn của Viện KHKT Nông nghiệp miền Nam (IAS) liên kết với Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam.	54
3.1 Nghiên cứu phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long do nấm <i>neoscytalidium dimidiatum</i> gây ra bằng nano bạc, nano đồng, albit và anolit	54
3.2 Xác định ảnh hưởng của hạt nano Đồng (nano đơn) và chế phẩm Albit đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng lúa ngắn ngày.....	63

XU HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANO TRONG CANH TÁC CÂY TRỒNG VÀ THỦY SẢN

I. TỔNG QUAN ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANO TRONG NÔNG NGHIỆP TRÊN THẾ GIỚI VÀ TẠI VIỆT NAM

1. Tình hình ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp trên thế giới

Sự bùng nổ dân số thế giới trong những thập kỷ gần đây đã buộc ngành nông nghiệp phải hướng tới các giải pháp tăng sản lượng thu hoạch ngũ cốc để đáp ứng nhu cầu của hàng triệu người, đặc biệt tại các nước đang phát triển. Giải pháp đầu tiên nhà nông thường tìm đến là tăng lượng phân bón hóa học sử dụng trong trồng trọt. Hiện tượng thiếu dinh dưỡng trong đất canh tác ngày càng trở nên phổ biến đã mang lại những thiệt hại lớn về kinh tế cho người nông dân, đồng thời giảm thiểu đáng kể chất lượng dinh dưỡng của đất và sản lượng thu hoạch. Tuy nhiên việc sử dụng ngày càng nhiều phân bón hóa học nhằm tăng năng suất thu hoạch không phải là lựa chọn phù hợp về lâu dài, bởi phân bón hóa học được xem như con dao hai lưỡi: một mặt cho phép tăng sản lượng, nhưng mặt khác có thể phá vỡ cân bằng khoáng chất và giảm độ phì nhiêu của đất. Hơn nữa, các loại ngũ cốc thường chỉ hấp thụ không quá 50% phân bón, phần còn lại bị mất vào đất hoặc mất vào không khí [1]. Theo Raun và Johnson [2], các nhà trồng trọt trên thế giới có thể thu hoạch thêm mỗi năm 4,7 tỷ USD nếu như tăng được hiệu quả sử dụng nitơ lên 20%. Sử dụng phân bón hóa học ở quy mô lớn có thể làm hư hại không thể phục hồi đối với cấu trúc của đất, các chu trình khoáng chất, hệ vi sinh vật trong đất v.v..., thậm chí tác động lên chuỗi thức ăn qua hệ sinh thái và gây ra các đột biến di truyền đối với người tiêu dùng các thế hệ sau.

Công nghệ nano là một trong những công cụ quan trọng bậc nhất của khoa học nông nghiệp hiện đại, trong đó công nghệ nano trong lĩnh vực nông nghiệp-thực phẩm được dự đoán trở thành một lực lượng dẫn dắt nền kinh tế toàn cầu trong một tương lai gần [3]. Sự phát triển chóng mặt của công nghệ nano ngày

nay là một quá trình diễn biến khách quan, phản ánh quá trình hoàn thiện liên tục khoa học và kỹ thuật, thay đổi các thói quen về công nghệ. Các nước tiên tiến những thập kỷ gần đây trong lĩnh vực phân bón vi lượng đã có bước nhảy vọt về mặt công nghệ: phân vi lượng truyền thống được thay thế (nhanh chóng) bằng các chế phẩm thể hệ mới dưới dạng các hạt nano vi lượng, đảm bảo sản lượng thu hoạch cao trong khi chi phí đầu vào giảm đáng kể. Được biết, tại Mỹ mỗi năm ngành nông nghiệp đầu tư khoảng 1 tỷ đô la cho việc ứng dụng công nghệ nano vào các ngành trồng trọt, chăn nuôi và thú y để thu về gần 20 tỷ đô la lợi nhuận nhờ sản xuất thực phẩm nano. Một số nước ở Châu Âu và Châu Á cũng đầu tư nhiều tiền của vào công nghiệp nano [4].

Từ “nano” theo tiếng Hy Lạp là “nhỏ bé”, trong khi từ “nanotechnology” lần đầu tiên được đưa vào sử dụng vào năm 1974 bởi GS. người Nhật Norio Taniguchi. Theo quan điểm của Chương trình Sáng kiến Công nghệ nano Quốc gia (NNI) của Mỹ, nghiên cứu và phát triển công nghệ nano là nhằm tới việc tạo ra các vật liệu, thiết bị và hệ thống chuyên khai thác các tính năng của vật liệu ở kích thước nano (10⁻⁹ mét). NNI đưa ra định nghĩa công nghệ nano như sau: Công nghệ nano là sự hiểu biết và kiểm soát vật chất ở kích thước nano trong khoảng từ 1nm đến 100 nm, mà tại đó nhiều hiệu ứng đặc biệt xảy ra cho phép tạo ra các ứng dụng mới.

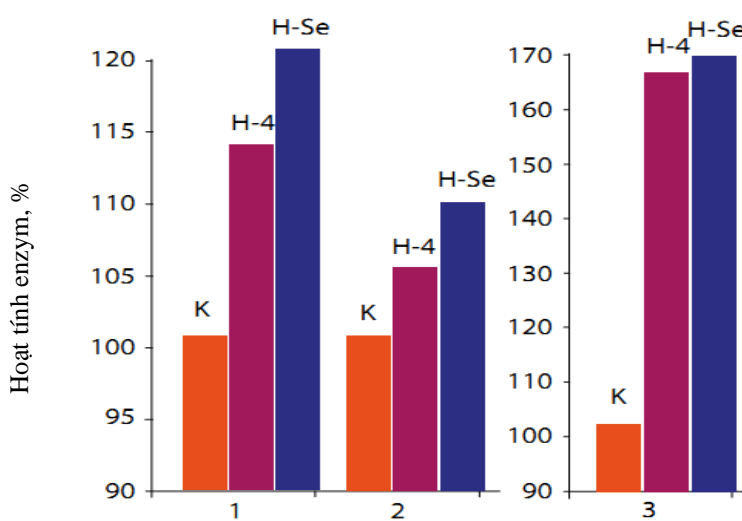
Các hạt nano có tiềm năng ứng dụng to lớn trong nông nghiệp với những nhiệm vụ như sau:

- Xử lý hạt giống cải thiện tốc độ nảy mầm và sinh trưởng, chất lượng và năng suất thu hoạch sản phẩm;
- Làm phân bón lá bao gồm các nguyên tố vi lượng cần thiết trong từng giai đoạn phát triển của cây trồng;
- Nâng cao hiệu quả sử dụng phân bón NPK bằng cách ứng dụng phân bón nhả chậm có kiểm soát;
- Nâng cao hiệu quả sử dụng và giảm chi phí thuốc BVTV bằng cách phát triển phương pháp vận chuyển tới đích đối với dưỡng chất và thuốc;

- Phát hiện và chẩn đoán nhanh các bệnh do vi sinh vật gây ra cho cây;
- Nâng cao thời gian bảo quản rau quả;
- Trong chăn nuôi gia súc gia cầm, nâng cao khả năng miễn dịch cho vật nuôi và khả năng chống oxy hóa, giảm sử dụng thuốc kháng sinh, giảm mùi hôi;
- Làm thuốc phòng chống bệnh cho thủy sản;
- Khử trùng các nguồn nước, nâng cao chất lượng nước và hiệu quả nuôi trồng thủy sản;
- Xây dựng các hệ thống quan trắc trên cơ sở các bộ cảm biến cho phép quan trắc thời gian thực các chỉ số môi trường trên thực địa.

Tuy nhiên, công nghệ nano cũng có thể gây ra những tác dụng không mong muốn đối với cây trồng cũng như vật nuôi mà hiện tại chưa được xác minh một cách rõ ràng.

Tính ứng dụng ấn tượng nhất của công nghệ nano trong nông nghiệp là sử dụng các hạt nano để xử lý hạt giống, chủ yếu là do khối lượng hạt nano dùng để xử lý cực nhỏ, thường không vượt quá một vài miligam tính cho một cân hạt giống [5]. Nhờ có kích thước nhỏ và hoạt tính phản ứng cao, các



Hình 1. Hoạt tính enzyme của dưa chuột: enzym proteaza trung tính (1) và kiềm (2); enzym glutacion peroxidaza (3) K – đối chứng; H-4 – nano Fe, Cu, Co, Mn; H-Se – nano Selen

hạt nano có thể xâm nhập vào các lỗ xốp của hạt giống và kích hoạt các hooc môn kích thích các quá trình sinh lý trong cây, nhờ đó làm tăng hoạt tính của các

enzym giúp cây tăng trưởng và tăng khả năng chống chịu stress. Ngoài ra, nhờ diện tích bề mặt lớn, các hạt nano có khả năng hấp phụ các loại độc tố khác nhau từ trong đất và vận chuyển các dưỡng chất vào các cơ quan khác nhau bên trong cây [6,7]. Từ kinh nghiệm sử dụng các chế phẩm hóa nông có thể thấy phân vi lượng truyền thống thực tế là các dung dịch ion mang điện tích. Các dung dịch này có thể xâm nhập qua lớp màng lipid vào bên trong tế bào chỉ với sự trợ giúp của các protein-vận chuyển đặc biệt. Tuy nhiên nguồn dự trữ các protein-vận chuyển này rất hạn chế, vì vậy để đạt được hiệu quả xử lý phải sử dụng một khối lượng lớn các nguyên tố vi lượng và chỉ một phần nhỏ của chúng xâm nhập được vào bên trong các tế bào cây. Trong khi đó các hạt nano vi lượng không phân ly trong nước, không có điện tích, do đó màng tế bào không nhận biết chúng như là vật thể lạ để tìm cách chống lại. Đồng thời các hạt nano vi lượng thường có kích thước nhỏ hơn kích thước các kênh dẫn (plasmodesmata) trên màng tế bào (50 nm), do đó chúng dễ dàng xâm nhập vào các tổ chức bên trong tế bào để tham gia vào quá trình tổng hợp các enzyme cần thiết cho việc gia tốc các quá trình trao đổi chất trong cây. Quá trình tổng hợp này đòi hỏi liều lượng vi lượng nhỏ hơn hàng trăm lần so với các chế phẩm vi lượng truyền thống. Các nhà khoa học Belarus đã chế tạo thành công chế phẩm Nanoplant đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới, trong đó lượng nguyên tố vi lượng sử dụng cho bốn lá là 0.2 g/ha, trong khi vẫn đảm bảo hiệu suất thu hoạch cao. Liều lượng này nhỏ hơn 250 lần so với trường hợp sử dụng phân vi lượng truyền thống dưới dạng dung dịch phức chelate (5 g/ha).

Kết quả thử nghiệm hiệu quả tác dụng của chế phẩm Nanoplant lên cây dưa chuột (thực hiện tại Belarus) được trình bày dưới đây.

Cách thức xử lý phân nano vi lượng như sau: xử lý hạt giống trước khi gieo, sau đó phun lên cây non sau 10 -15 ngày và sau 20 -25 ngày tiếp theo, với liều lượng 35 ml dung dịch nano (nồng độ nano vi lượng 20000 mg/L) cho 100 lít nước tưới.

Hình 1 cho thấy chế phẩm Nanoplant chứa các hạt nano Fe, Cu, Co và Mn và chế phẩm Nanoplant chứa Se đều tăng cường hoạt tính proteaza trung tính cũng như kiềm tính và glutacion peroxidaza so với mẫu đối chứng. Đồng thời hoạt tính enzym của chất chống oxy hóa quan trọng là glutacion peroxidaza tăng rất mạnh so với đối chứng. Có thể thấy, đối với dưa chuột, nano selen tăng hoạt tính enzym mạnh hơn tổ hợp nano (Fe,Cu,Co, Mn).

Bảng 1. Hàm lượng các nguyên tố dinh dưỡng trong quả dưa chuột sau khi cây được xử lý nano vi lượng [4]

mg/kg	P	Ca	K	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Na	Zn
Đối chứng	210	194	1731	125	0,92	0,13	0,15	0,30	11,1	0,56
Nano-Co, Mn, Cu, Fe	204	206	1607	120	0,82	0,15	0,17	0,30	13,4	0,47
Nano-Co, Mn, Cu, Fe, Zn, Cr	215	232	1613	118	0,84	0,17	0,22	0,31	13,6	0,58
Nano Se/ % tăng thêm	226 8	255 31	1990 15	146 17	1,21 32	0,27 108	0,25 67	0,39 30	20,3 83	0,70 25

Từ bảng 1 cho thấy, đối với tổ hợp nano vi lượng (NNVL) 6 nguyên tố, một số nguyên tố vi lượng quan trọng đối với cây trồng như Fe, Cu, Na, Zn, Mn, P, Ca đều tăng so với đối chứng, trong khi đối với tổ hợp NNVL 4 nguyên tố, chỉ có hàm lượng 4 nguyên tố tăng so với đối chứng và hàm lượng của 6 nguyên tố còn lại thấp hơn so với đối chứng. Riêng đối với nano Se – một nguyên tố không thuộc nhóm nguyên tố cần thiết đối với cây trồng – hàm lượng của tất cả các nguyên tố vi lượng khảo sát đều tăng mạnh so với đối chứng, có thể là do tính chất chống oxy hóa đặc biệt của selen. Kết quả thu được đã khẳng định vai trò của các hạt nano trong việc hỗ trợ cây hấp thụ các nguyên tố vi lượng từ đất tốt hơn.

Tác dụng của các hạt nano riêng lẻ lên quá trình sinh trưởng và phát triển của cây nông nghiệp được thể hiện trên bảng 2, 3 và 4. Số liệu thực nghiệm dẫn

ra cho thấy khả năng kích thích sinh trưởng của các hạt nano riêng lẻ, đồng thời hoạt tính kích thích phụ thuộc vào loài cây và nguyên tố hóa học của hạt nano.

Bảng 2. Tác dụng của các hạt nano cobalt và nano đồng lên sản lượng ngô bắp và hạt hướng dương. Hạt giống đã xử lý với các hạt nano (kích thước hạt từ 6 - 40 nm) trước khi gieo [8]

Các chỉ số	Đối chứng	Xử lý hạt giống với các hạt nano	
		Co	Cu
Ngô lai Obsky 140			
Sản lượng bắp, tấn/ha	36,80	32,80	41,77 (13,5%)
Hướng dương lai Donskoi 22			
Sản lượng hạt, tạ/ha	17,7	21,1 (19%)	20,8

Những kết quả trình bày ở trên (bảng 2-4) đã chứng minh một cách thuyết phục rằng riêng biệt từng nano kim loại siêu phân tán đều thể hiện tác dụng kích thích tăng trưởng và tăng năng suất cây trồng, trong đó nano Co có tác dụng tốt hơn đối với đậu tương, nano Fe tốt hơn đối với cây lúa và nano Cu tốt hơn đối với cây ngô.

Bảng 3. Thành phần sinh hóa của hạt ngô và hướng dương. Hạt giống đã được xử lý với các hạt nano (kích thước hạt từ 6 - 40 nm) trước khi gieo [8]

Các chỉ số	Đối chứng	Xử lý hạt giống với các hạt nano	
		Co	Cu
Ngô lai Obsky 140			
Vitamin C, mg/100g	0,8	4,9	0,5

Vitamin A, µg/100g	0,35	0,92	1,03
Hương dương lai Donskoi 22			
Số axit, mg KOH/g	2,5	0,98	1,4
Tinh dầu, mg/kg	37,0	38,4	39,4
Protein, %	13,13	17,78	18,64

Bảng 4. Sản lượng lúa mì, khoai tây và củ cải đường mà trước đó hạt giống đã được xử lý với hạt nano. Hạt giống đã được xử lý với các hạt nano (kích thước hạt từ 6 - 40 nm) trước khi gieo [8]

Loài cây	Đối chứng (tạ/ha)	Xử lý với các hạt nano (tạ/ha)		
		Fe	Co	Cu
Lúa mì	40,0	47,0	51,0 (27%)	48,0
Khoai tây	130,0	149,5	144,0	155,1 (19%)
Củ cải đường	200,0	280,0 (40%)	245,0	260,0

Một chế phẩm phân bón nano nổi tiếng khác là NANO-GRO (của công ty AGRARIUS, có bản quyền tại Ba Lan, Ukraina và Mỹ) đã được giới thiệu như là một vật liệu có khả năng kích hoạt cơ chế bảo vệ ở mức tế bào đối với cây trồng nhờ tạo ra các hooc môn sinh trưởng tự nhiên như auxin, cytokinin và gibberellin. Các hooc mon thực vật này hoạt động như một loại “vaccin”, tạo ra sự đề kháng tự nhiên bên trong cây trồng đối với các áp lực ức chế từ bên ngoài (stress). Thành phần của NANO-GRO là các hạt oligosaccarit có đường kính khoảng 4 µm trong đó chứa các muối sunfat của các nguyên tố Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni, Ag có nồng độ nanomol. Họ cho rằng với nồng độ cực thấp như vậy các muối sunfat kim loại trong dung dịch nước sẽ xâm nhập vào bên trong tế bào và thúc đẩy quá trình hình thành các enzym bảo vệ. Đồng thời cơ chế bảo vệ được kích hoạt, nhờ đó khả năng chống chịu các áp lực ức chế bên ngoài và hiệu lực

kháng nấm của cây được nâng cao. Có thể thấy, với chi phí 6 hạt phân/ha, chế phẩm NANO-GRO với hàm lượng vi lượng 10-9 mol thực sự đã thể hiện hiệu ứng vi lượng đồng căn (homeopathic).

Gần đây đã xuất hiện nhiều công trình nghiên cứu [9-12] cho thấy rằng các chế phẩm hoạt tính sinh học (trong đó kể cả các nguyên tố vi lượng có kích thước nano, một số loài nấm, loài vi khuẩn...) khi sử dụng riêng lẻ để xử lý hạt giống thì hiệu quả kích thích tăng trưởng đối với cây trồng không cao và không ổn định. Giải quyết những tồn tại này nhiều công trình nghiên cứu đã đề xuất sử dụng tổ hợp các chất hoạt tính sinh học với các chức năng khác nhau làm tác nhân kích thích sinh trưởng cho cây trồng. Các chất kích thích này được gọi chung là chất kích thích sinh học (biostimulants). Các chất kích thích sinh học (KTSH) được Kauffman [13] định nghĩa như là “những vật liệu không phải phân bón, nhưng có khả năng kích thích sinh trưởng cây trồng khi được sử dụng với lượng nhỏ. Các chất kích thích sinh học được chia thành 3 nhóm chủ yếu dựa trên nguồn gốc và hàm lượng của chúng. Đó là nhóm các hợp chất humic (HS), nhóm các chất chứa hooc môn (hormones-containing products - HCPs) và nhóm các chất chứa các axit amin (amino acids-containing products - AACPs).

Các nhà khoa học Nga [12] đã chỉ ra rằng những nguyên nhân làm cho việc xử lý hạt giống chỉ bằng một trong những loại chất KTSH đã biết, ví dụ như các nguyên tố vi lượng có kích thước nano, chưa được áp dụng rộng rãi trong thực tiễn là do những nguyên nhân sau đây:

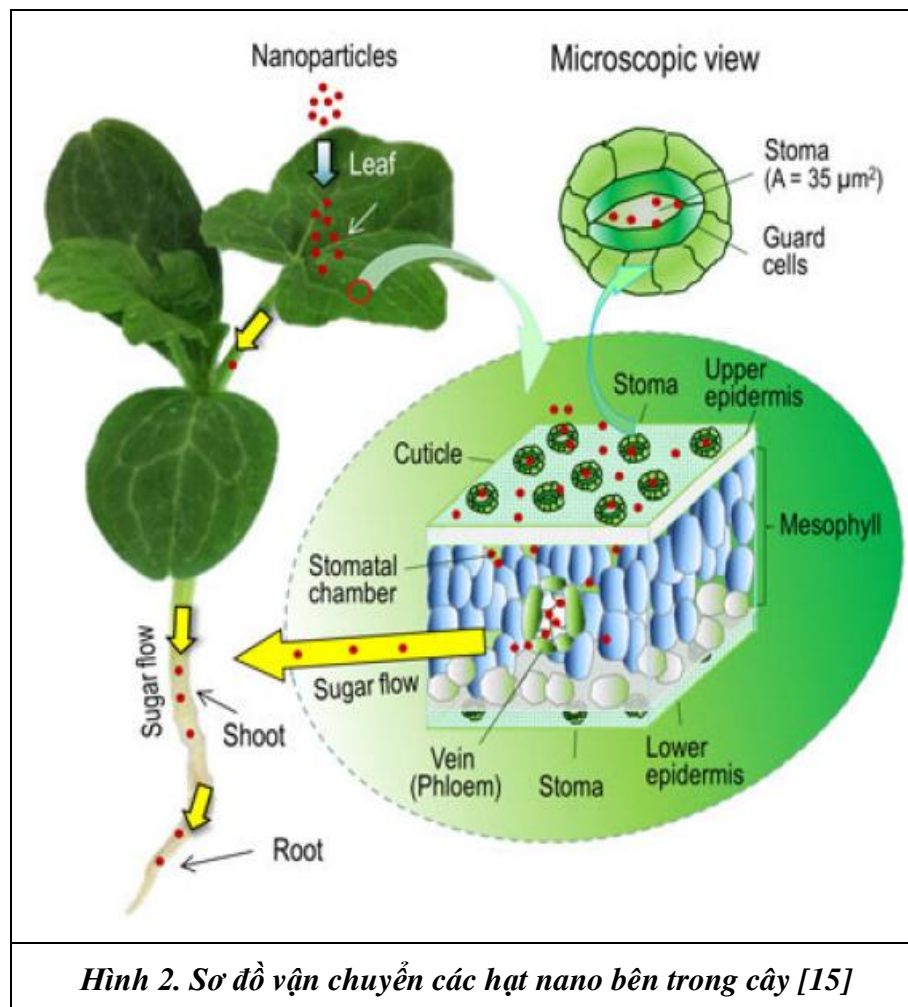
(a) Cùng một loại hạt giống của một cây được xử lý giống nhau nhưng gieo trồng ở các điều kiện khác nhau về thời tiết, điều kiện thổ nhưỡng cho các kết quả khác nhau về tỷ lệ nảy mầm, chỉ số lý - sinh của cây con và năng suất sản phẩm khi thu hoạch.

(b) Quá trình nảy mầm và sinh trưởng của hạt giống và cây con là tổng hợp của nhiều phản ứng sinh hóa xảy ra với sự tham gia của nhiều enzym trong hạt giống vì vậy nếu chỉ có sự tác động của một hoặc vài nguyên tố vi lượng có kích thước nano thì chưa đủ đảm bảo cho việc gia tăng về sinh trưởng và năng suất

của cây trồng trong các điều kiện môi trường xung quanh khác nhau và đối với các loại hạt giống khác nhau.

(c) Theo quan niệm hiện đại về chất kích thích sinh học các nguyên tố vi lượng dưới dạng nano được coi là chất kích thích sinh học cùng với nhiều chất khác như axit humic, axit amin, chất chiết tách từ rong biển (auxin, cytokinin, gibberellin), chitosan, oligosaccharit, vi khuẩn, chất diệt nấm... Các chất này tác động tương đối độc lập, tương hỗ lẫn nhau và nhiều khi còn thể hiện hiệu ứng công năng (synergetic).

(d) Để xử lý hạt giống đạt được kết quả mong muốn là cây con khỏe, tăng trưởng nhanh, có sức đề kháng chống lại các tác động không thuận lợi từ môi trường sống (thành phần đất, độ ẩm, thời tiết...), cho năng suất cao, cần có sự tác động của nhiều yếu tố kích thích lên hạt giống, kể cả các chất diệt nấm (US patent No 8 209 902 B2 Jul. 2012) [12].



Hình 2. Sơ đồ vận chuyển các hạt nano bên trong cây [15]

Các sản phẩm xử lý hạt giống hiện đại gồm có 4 nhóm trong thành phần: phân đa lượng và trung lượng, các chất KTSH bao gồm nhiều nguyên tố vi lượng và một số hợp chất có tác động tích cực lên hạt giống như axit humic, axit amin, polyphenol, chitosan và chất chống nấm. Thành phần hóa học của các nhóm này được mô tả chi tiết trong các tài liệu giới thiệu các sản phẩm xử lý hạt giống được bán ngày càng nhiều cho nhà nông như những vật tư nông nghiệp thiết yếu. Một số sản phẩm xử lý hạt giống nổi tiếng như Albit, NANO-GRO, Regoplant, Fertigrain Start... còn có thành phần KTSH phong phú, cụ thể là: hỗn hợp axit amin; các vitamin C, PP, B6, polyvitamin (E, B1, B2, B12, nicotinamid, pentotenol; các đường saccaroza, glucoza, fructoza; phân bón đa-vi lượng crystallon: N 18,4%, P 5,4%, K 22,6%, Mg 3%, S 7%, Fe 0,07%, Mn 0,04%, B 0,025, Cu 0,01, Mo 0,004%, Zn 0,025%; chất HDBM Tween 60, humat K, thuốc diệt nấm Tebu 60 và Packcil ultra.

- ***Sản xuất phân bón lá***

Trong nhiều công trình nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp, cá hạt nano tương được áp dụng trên các đối tượng hạt giống và bộ rễ. Trong các hệ này sự tương tác giữa các hạt nano, cây và đất có thể rất phức tạp và tiềm ẩn vấn đề an toàn sinh thái. Sự hấp thụ qua lá của các hạt nano là giải pháp thích hợp để khắc phục những trở ngại nêu trên. Hệ thống lá là cơ quan quan trọng bậc nhất của các quá trình quang hợp, hô hấp và trao đổi khí [14]. Các hạt nano có thể được lá hấp thụ bằng hai con đường: qua lớp biểu bì (cuticle) và qua khí khổng [15]. Con đường biểu bì chỉ cho phép các hạt nano có đường kính nhỏ hơn 5 nm do lỗ xốp biểu bì quá nhỏ [16]. Mặt khác, bằng con đường khí khổng các hạt nano có kích thước lớn hơn (≤ 50 nm, [15]) có thể xâm nhập qua đường khí khổng, bởi kích thước khí khổng vào cỡ micromet [17]. Ngoài ra, các nano kim loại của các nguyên tố khác nhau có thể có khả năng hấp thụ qua khí khổng khác nhau. Birbaum và cs [18] công bố rằng các hạt nano CeO_2 với bất kỳ kích thước hạt nhỏ to đều không có khả năng di chuyển trong cây ngô.

- ***Sản xuất thuốc bảo vệ thực vật và bảo quản quả tươi sau thu hoạch***

Nhiều vật liệu nano thể hiện khả năng kháng nấm, đặc biệt là các nguyên tố kẽm, đồng và bạc. Hạt nano oxit kẽm thể hiện hoạt tính kháng vi sinh vật khá cao. Các hạt nano của nguyên tố này có độc tính chọn lọc với vi khuẩn mà không độc với các tế bào của người và động vật vì thế rất có tiềm năng ứng dụng trong ngành nông nghiệp và thực phẩm [19, 20, 21].

Hạt nano bạc có khả năng đề kháng đối với nhiều nấm bệnh trên thực vật như *Bipolaris sorokiniana* và *Magnapothe grisea* [22, 23]. Kết quả thử nghiệm nano bạc với nồng độ thấp cho thấy nhiều loại nấm đang gây ra bệnh hại trên cây trồng và do đó làm giảm năng suất của các sản phẩm nông nghiệp, đã được vô hiệu hóa.

Hạt nano đồng đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực quang và điện tử, đồng thời là chất mới chống lại vi sinh vật. Gần đây, Kanhed et al [24] đã thông báo khả năng của nano đồng chống lại nấm gây bệnh ở cây trồng như *Phoma destructiva*, *Curvularia lunata*, *Alternaria alternata* và *Fusarium oxysporum*. Ouda [25] đồng thời phát hiện nano đồng và nano đồng kết hợp với nano bạc có khả năng kìm hãm và diệt hai loại nấm *Uernaria alternata* và *Botrytis cinere* gây bệnh trên nhiều loại cây trồng khác nhau.

Thiệt hại do các nấm bệnh sau thu hoạch có thể xảy ra bất cứ lúc nào trong quá trình xử lý sau thu hoạch, từ thu hoạch đến tiêu dùng. Bên cạnh những thiệt hại trực tiếp đến kinh tế, nhiều bệnh còn có nguy gây ảnh hưởng đến sức khỏe của người sử dụng. Một số chi nấm như *Penicilium*, *Alternaria* và *Fusarium* được biết có thể sản xuất độc tố trong những điều kiện nhất định. Và rủi ro lớn nhất của ô nhiễm độc tố xảy ra khi sản phẩm bị bệnh được sử dụng trong sản xuất chế biến thực phẩm hoặc thức ăn gia súc. Các bệnh phổ biến bao gồm bệnh thối quả gây ra do *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp. và *Fusarium* sp, thối cuống do *Lasiodiplodia* sp., mốc xanh do *Penicillium* sp., bệnh thán thư do *Colletotrichum* sp. Có nhiều cơ chế được dự đoán để giải thích hoạt tính kháng khuẩn của hạt nano ZnO. Việc sản sinh các hydrogen peroxide từ bề mặt của ZnO được coi

như là một cách hiệu quả để ức chế việc phát triển của vi sinh vật [26]. Một cơ chế khác về hoạt tính kháng vi sinh vật của hạt nano ZnO có thể do việc giải phóng các ion Zn^{2+} , làm phá hủy màng tế bào và tương tác với các cơ quan khác bên trong tế bào [19].

- ***Làm phụ gia thức ăn chăn nuôi để bổ sung các nguyên tố vi lượng và hấp phụ độc tố nấm***

Ngành chăn nuôi cung cấp cho xã hội các thực phẩm có chất lượng dinh dưỡng cao như thịt, cá, trứng, sữa v.v... Tuy nhiên ngành chăn nuôi phải đối mặt với những thách thức không những chỉ đối với những nước đang phát triển mà kể cả những nước phát triển, bao gồm năng suất chăn nuôi, khả năng sinh sản và sức khỏe của vật nuôi, độ dinh dưỡng trong thức ăn, sản lượng thu hoạch cũng như chất lượng sản phẩm [29]. Một trong những giải pháp được đề xuất nhằm hóa giải những thách thức nêu trên đó là công nghệ nano. Việc đưa các hạt nano vào khẩu phần ăn của vật nuôi có thể cải thiện đáng kể thành phần dinh dưỡng và hiệu quả sử dụng thức ăn bằng cách tạo ra các hệ thống vận chuyển thức ăn vi lượng dưới dạng các polyme sinh học, mixen, liposom, v.v... [30].

Cùng với sự gia tăng cường độ chăn nuôi với xu thế chuyển dần sang quy mô công nghiệp với công suất ngày càng lớn, các nhà chăn nuôi ngày càng quan tâm đến vấn đề cân bằng dinh dưỡng trong khẩu phần thức ăn và nâng cao hệ số tác dụng hữu ích của thức ăn chăn nuôi. Kinh nghiệm chăn nuôi trên thế giới chỉ ra rằng việc duy trì sức khỏe vật nuôi và đạt năng suất thu hoạch cao không thể xảy ra nếu như trong khẩu phần thức ăn không có sự cân bằng tinh tế về nguyên tố vi lượng [31]. Là thành phần không thể thiếu của rất nhiều các chất hoạt tính sinh học như protein, enzym, hormone, vitamin, sắc tố, hoặc các chất gây ảnh hưởng lên các chức năng hoạt động của chúng, các nguyên tố vi lượng tham gia vào các quá trình trao đổi chất khác nhau trong cơ thể động vật.

Trong tình hình đó các chế phẩm sinh học thế hệ mới – các nguyên tố vi lượng dưới dạng bột kim loại kích thước nano đang nhận được sự quan tâm đặc biệt nơi các nhà chăn nuôi. Bột nano kim loại khác biệt với các dạng vi lượng

thường được sử dụng làm chất phụ gia sinh học trước đây ở chỗ là chúng có hoạt tính sinh học cao, hầu như không thể hiện độc tính sinh thái học và cho hiệu quả kinh tế cao. Kết quả nghiên cứu những năm gần đây đã khẳng định tính hiệu quả của chúng trong các ngành trồng trọt, sản xuất thức ăn tổng hợp và chăn nuôi [32-41].

Một trong những yếu tố quyết định để có được các sản phẩm chất lượng cao trong chăn nuôi là thức ăn và mức độ chất lượng toàn diện của khẩu phần thức ăn có khả năng cung cấp cho cơ thể vật nuôi năng lượng, protein, khoáng chất, vitamin và một loạt các chất hoạt tính sinh học khác. Trong lĩnh vực chăn nuôi chi phí cho thức ăn chiếm phần quan trọng nhất trong tổng chi phí, đặc biệt là đối với chăn nuôi lợn và chăn nuôi gia cầm. Theo tính toán của các nhà chăn nuôi tại LB Nga chi phí cho thức ăn trong chăn nuôi lợn là hơn 65%, chăn nuôi gia cầm – 51,3%. Vì vậy một trong những biện pháp nâng cao hiệu quả chăn nuôi là cải thiện khâu sản xuất thức ăn tổng hợp bằng cách giảm giá thành của chúng. Mặt khác, vấn đề bảo vệ nguồn gien ngày càng trở nên cấp thiết, mà không có nó thì không thể có sản phẩm chăn nuôi chất lượng cao, mang tính cạnh tranh. Một vấn đề quan trọng nữa xuất hiện trong chăn nuôi năng suất cao là việc phòng chống các bệnh cho vật nuôi liên quan đến sự mất cân bằng trong trao đổi khoáng chất, bởi vì khoáng chất giữ vai trò quan trọng và cực kỳ đa dạng trong cơ thể động vật. Để tạo ra các khẩu phần thức ăn đầy đủ chất lượng cần sử dụng các nguồn vật liệu phi truyền thống, đặc biệt là các nguồn nguyên liệu tại chỗ. Kinh nghiệm chăn nuôi của nhiều nước trên thế giới đã cho thấy sử dụng các nguồn khoáng chất tự nhiên đem lại hiệu quả rất cao. Trong thành phần của sét bentonite có khoảng 20 nguyên tố - chính là những nguyên tố cần cho quá trình chăn nuôi chất lượng cao. Bentonite thể hiện nhiều tính chất đặc biệt, trong đó quan trọng nhất là khả năng hấp phụ alkaloid, vi khuẩn, độc tố, đồng thời trong bentonite hầu như không có các nguyên tố độc hại như As, Bi, Sb, Hg v.v.... Thành phần cơ bản của khoáng bentonite là sét montmorilonit, chiếm khoảng 60-70% khối lượng. Khoáng chất này thể hiện nhiều tính chất đặc biệt về khả năng hấp phụ, trao đổi ion, lọc phân tử, tác dụng tốt lên trạng thái

sinh lý của động vật, bình thường hóa các quá trình trao đổi chất, tăng cường sức đề kháng của vật nuôi và khả năng tiếp thu các chất dinh dưỡng của premix, nâng cao sản lượng nuôi, giảm thiểu bệnh và mức độ tử vong. Đây chính là cơ sở quan trọng để có thể nhìn nhận sét montmorillonit như một nguyên liệu nhiều triển vọng trong sản xuất premix [42-57].

Mới đây nhằm tăng khả năng ứng dụng bentonite trong chăn nuôi các nhà khoa học đã nghiên cứu đưa nano bạc vào thành phần phụ gia thức ăn chăn nuôi. Nano bạc có khả năng kháng khuẩn cao hơn nhiều so với muối bạc và thể hiện sức đề kháng chống lại sự vô hiệu hóa hoạt tính của nó bởi các axit trong đường tiêu hóa. Bởi vì nano bạc có tính ổn định cao hơn so với ion Ag⁺ trong dung dịch axit HCl trong dịch dạ dày do đó ít bị các tế bào eucariotic (có nhân chuẩn) hấp thụ và vì vậy ít độc hơn. Tính an toàn của nano bạc đã được kiểm chứng bằng một thí nghiệm khảo sát khả năng lưu giữ bạc trong các mô. Kết quả là không phát hiện được các ion bạc trong mô thận hoặc mô cơ của những con lợn đê được cho ăn 20 – 40 ppm nano bạc trong thời gian 35 ngày (n = 18) và chỉ tìm thấy 0,435 và 0,837 µg/g trong gan.

- ***Làm thuốc thú y cho chăn nuôi và thủy sản***

- * Thực trạng trong lĩnh vực nuôi trồng thủy sản (NTTS)

NTTS là một ngành kinh tế chủ đạo ở nhiều quốc gia trên thế giới, đặc biệt là những quốc gia có tiềm năng lớn về mặt nước. Nuôi thủy sản cũng đang gây ra nhiều hậu quả về môi trường và sức khỏe con người. Nuôi thủy sản hiện nay của hầu hết các nước trên thế giới vẫn tập trung ở vùng ven biển và vùng nội địa, nơi đang có hoạt động rất nhộn nhịp của các ngành kinh tế và dân sinh khác. Việc hình thành một khu vực nuôi thủy sản tập trung hay một vùng nước có diện tích lớn phục vụ cho thủy điện, thủy lợi kết hợp với nuôi thủy sản có thể tác động lên nhiều mặt về kinh tế và môi trường. Suy giảm nguồn lợi sinh vật do khai thác con giống tự nhiên phục vụ cho NTTS đang diễn ra hàng ngày ở nhiều nước trên thế giới. Ngành NTTS vẫn còn chưa chủ động được nguồn giống cho nuôi trồng bằng con đường nhân tạo như tôm hùm, cá mú,... Để phục vụ phát

triển nuôi các đối tượng này, ở một số nước (Indonesia, Philippine, Việt nam) người dân phải đánh bắt, thu gom con giống từ tự nhiên. Việc làm này gây ảnh hưởng không nhỏ đến nguồn lợi. Người ta đã xác định được rằng ở Malaysia và Philippine để thu được một con tôm sú giống từ tự nhiên đã làm thiệt hại 475 con tôm giống của các loài tôm khác, hay 1000 tôm con và cá con ở Ấn Độ [58]. Tương tự để thu được 3,3 tỷ con hậu ấu trùng tôm *P.vannamei* cho thả nuôi mỗi năm ở Honduras đã làm thiệt hại khoảng 15 – 20 tỷ con giống các loài thủy sản khác. Tại các vùng nuôi thường tích lũy nhiều trầm tích trên nền đáy. Để phân giải các hợp chất hữu cơ trầm tích cần một lượng oxy lớn gây thiếu hụt Oxy hòa tan (DO) tầng đáy. Sự phân hủy chất hữu cơ trầm tích trong điều kiện yếm khí tạo ra các sản phẩm có tính độc cao như H_2S , CH_4 ,... làm chất lượng môi trường nước giảm, gây giảm sự phong phú khu hệ sinh vật đáy. Sự lắng đọng một số lớn chất thải có thể tạo ra một vùng đáy nghèo sinh vật, chiếm ưu thế là những loài thích nghi được với điều kiện nhiều trầm tích và DO thấp. Sự gia tăng lượng chất hữu cơ hòa tan còn có thể làm tăng số lượng vi sinh vật, đặc biệt là vi khuẩn.

Trong NTTS, đặc biệt là nuôi ở mức độ thâm canh, người ta đã dùng nhiều hóa chất, dược liệu khác nhau để sát trùng, diệt địch hại, phòng trị bệnh, quản lý môi trường hay chuyển đổi giới tính động vật thủy sản, gây mê cá tôm trong vận chuyển, đánh bắt .v.v. Có nhiều loại hóa chất khác nhau, tạm thời có thể chia làm một số nhóm như thuốc sát trùng, thuốc trừ địch hại, thuốc diệt tảo, thuốc diệt ký sinh trùng, thuốc kháng sinh. Việc sử dụng hóa chất trong NTTS hiện nay trở nên khá phổ biến ở nhiều quốc gia trên thế giới. Theo Pillay (1996) tại Anh, khi điều tra 148 trại nuôi cá thì 99 trại thông báo có dùng hóa chất, chiếm khoảng 60% [59]. Một nghiên cứu của Pathak et al. (1996) đã điều tra 1004 trại cá ở Ấn Độ chỉ có 10% số trại điều tra trả lời là không dùng hóa chất. Như vậy trong nguồn nước thải ra từ cơ sở NTTS, ngoài các chất thải rắn và lỏng còn chứa các dư lượng hóa dược với những tác động khác nhau đến môi trường. Đánh giá dư lượng kháng sinh tồn dư trong nước thải từ NTTS còn chưa được nghiên cứu nhiều và còn nhiều ý kiến chưa thống nhất.

Mặt khác, các hóa chất và kháng sinh dùng trong NTTS không chỉ tiêu diệt, kìm hãm những sinh vật là tác nhân gây bệnh hoặc dịch hại mà còn có khả năng ảnh hưởng đến những sinh vật khác không gây hại cùng sống trong môi trường nuôi hay sống trong các vùng nước thải từ NTTS [60]. Đã có nhiều nghiên cứu để chứng minh nhận định này. Theo Pillay (1996) cho biết việc dùng thuốc có tên Sevin (một loại thuốc trừ dịch hại) trong vùng nuôi Hàu ở bang Washington-Mỹ là để diệt hai loại tôm đào hang *Callinassa californiensis* và *Upogebia nugettensis*. Hoạt động đào hang của tôm này có thể làm tăng các chất vẩn lơ lửng làm Hàu giống ngạt thở và chết hoặc ảnh hưởng năng suất hàu thương phẩm. Họ thường dùng với nồng độ 8,5kg Sevin/ha mặt nước nuôi Hàu, không dùng quá 20 ha/1 lần và không quá 320 ha/năm. Sau mỗi lần rải thuốc, nồng độ cao nhất của Sevin quan sát được từ 1-20 ppm. Sau vài giờ do quá trình thủy phân và hấp thụ vào trầm tích, nồng độ này giảm xuống 0,1ppm.

Kháng sinh – một loại hóa dược được xem là có phổ tác dụng chọn lọc hơn cũng đang được dùng phổ biến trong nuôi trồng thủy sản để phòng và trị các bệnh do vi khuẩn. Kháng sinh có thể dùng để tắm, ngâm hay trộn vào thức ăn cho tôm, cá. Một lượng kháng sinh không nhỏ có thể bị đào thải ra môi trường qua nước thải từ ao, bể dùng thuốc, từ lượng thức ăn dư thừa hay từ phân của cá, tôm và từ đó ảnh hưởng lên môi trường. Theo Rosenthal ngành công nghiệp nuôi cá hồi biển của Na Uy trong 1984 đã dùng 6.223 tấn Oxytetracyclin; 7,82 tấn Tribissen; 5,5 tấn Nitrofurazolidon và 6 kg Sulphamerazine. Liều dùng khoảng 430g/tấn cá sản phẩm và chỉ 20-30% kháng sinh này được cá sử dụng; phần còn lại 70-80% kháng sinh sẽ tan trong môi trường hay tồn tại lâu dài trong trầm tích. Việc sử dụng kháng sinh một cách bừa bãi trong nuôi trồng thủy sản có thể gây ra nhiều vấn đề nghiêm trọng như gây độc, biến đổi hệ vi khuẩn của người tiêu dùng hoặc làm cho người tiêu dùng cũng bị kháng thuốc [61].

Tuy vậy, lưu lượng kháng sinh ở nguồn nước thải từ nuôi trồng thủy sản phụ thuộc vào từng loại kháng sinh. Oxytetracyclin là loại kháng sinh được dùng rất phổ biến trong NTTS trên toàn thế giới, nhưng Smith và cộng sự thông báo có thể tìm thấy Oxytetracyclin trong nước thải từ trại giống tương đương gần

bằng lượng thuốc dùng. Cravedi (1987) xác định rằng chỉ có 7-9% lượng Oxytetracylin được hấp thu qua ruột cá và khoảng trên 90% lượng kháng sinh đã được đào thải ra môi trường theo phân cá, thức ăn thừa và hoà tan vào nguồn nước thải [62]. Thuốc kháng sinh nói riêng và các chất có hoạt tính nói chung khi được nano hóa sẽ tăng thời gian lưu thông trong cơ thể vật chủ vì đã được nano hóa bởi các polyme hoặc copolyme có khả năng chống lại sự phân hủy của các men tiêu hóa đường ruột và hàng rào bảo vệ của cơ thể thủy sản nuôi.

Chế phẩm thuốc một khi được nano hóa sẽ làm tăng đáng kể hiệu quả sử dụng do chúng không bị phân hủy bởi các men tiêu hóa và sự loại thải của cơ thể vật chủ, qua đó làm tăng hiệu quả sử dụng thuốc (giảm liều dùng).

Các chất kháng sinh nếu được nano hóa sẽ làm tăng hiệu quả sử dụng, giảm liều dùng nhưng vẫn đảm bảo được hiệu quả điều trị bệnh trên vật nuôi thủy sản, giảm tồn dư các chất kháng sinh trong vật nuôi thủy sản, giảm sự ô nhiễm môi trường do lạm dụng các chất kháng sinh trong nuôi trồng thủy sản.

* Tình hình ứng dụng vật liệu nano trong NTTS:

Mặc dù ứng dụng thương mại còn chưa được rộng rãi, vật liệu nano có tiềm năng to lớn được sử dụng trong các lĩnh vực sau:

- Nano vaccine DNA:

Dịch bệnh là một trong những trở ngại lớn trong sự phát triển và duy trì bền vững ngành nuôi trồng thủy sản. Sử dụng tiểu phân nano như chitosan và PLGA [63] làm chất mang các vaccin cùng với thuốc gây viêm nhẹ có thể tạo ra một mức độ bảo vệ cao cho cá và các động vật có vỏ không chỉ chống lại các bệnh do vi khuẩn mà còn một số bệnh do virus cùng với các tác dụng phụ của vaccine. Tiểu phân nano được sử dụng làm chất mang thuốc đường uống vì nhiều lí do:

Cải thiện sinh khả dụng của thuốc với đặc tính hấp thu kém [64]

Kéo dài thời gian lưu thông và ổn định thuốc trong đường ruột [65]

Phân tán ở mức độ phân tử và do đó hấp thu hiệu quả [66]

Vận chuyển các vaccin đến các mô bạch huyết ở đường tiêu hóa [67]

Kiểm soát giải phóng thuốc [68].

- Vận chuyển gen:

Sự phát triển các hệ vận chuyển thuốc mới để vận chuyển gen mang lại các biện pháp điều trị nhiều rối loạn về gen. Hệ vận chuyển non-viral ngày càng được đề xuất làm chất thay thế cho các vector virus do đặc điểm là an toàn, ổn định và khả năng được sản xuất trên quy mô lớn [69]. Phức hợp DNA chứa lipid, protein, peptid hoặc chất mang polymer cũng như các phối tử có khả năng hướng phức hệ DNA tới đích là các receptor trên bề mặt tế bào đích và các phối tử để hướng vận chuyển DNA tới nhân [70]. Phức DNA-chitosan làm tăng hiệu quả vận chuyển thuốc. Việc thêm các phối tử phù hợp vào phức DNA-chitosan tạo ra một hệ vận chuyển gen hiệu quả hơn, thông qua cơ chế nhập bào qua trung gian receptor [71].

- Hệ vận chuyển thuốc thông minh:

Ngày nay, sử dụng thuốc kháng sinh, chế phẩm sinh học và dược phẩm được cung cấp qua thức ăn hay tiêm vừa điều trị dự phòng vừa điều trị triệu chứng. Hệ vận chuyển thuốc thông minh có nhiều đặc điểm như được dự đoán trước, kiểm soát thời gian tác dụng, theo dõi tác dụng của hệ vận chuyển các chế phẩm sinh học, hormone, hóa chất và vaccine [72].

- Kích thích tăng trưởng của cá:

Tiêu phân nano chứa các phân tử khác nhau được nghiên cứu làm chất kích thích tăng trưởng. Theo báo cáo, cá chép và cá tầm bé có tốc độ tăng trưởng nhanh hơn khi được dùng nano chứa sắt [73]. Nano chứa selenium (Se) cũng được dùng làm chất kích thích tăng trọng và nâng cao khả năng chống oxy hóa [74].

- Hệ vận chuyển nano nutraceutical (dinh dưỡng):

Về cơ bản, thức ăn được thiết kế với thành phần dựa trên nhu cầu của động vật thủy sản, với một mức cân bằng giữa các yếu tố chất béo, đạm, khoáng,

vitamin, và carbohydrate. Tuy nhiên, hơn 70% lượng thức ăn công nghiệp dạng viên không được chuyển hóa hết và bị đào thải ra môi trường bên ngoài. Thức ăn nano sẽ dễ dàng đi qua hệ thống mô ruột và được hấp thu dễ dàng vào cơ thể động vật thủy sản. Các hạt khoáng chẳng hạn, với kích cỡ của hạt nano, có thể di chuyển dễ dàng hơn những hạt cùng loại nhưng có kích thước lớn hơn. Nghiên cứu trên cá cho thấy, thức ăn nano giúp đẩy nhanh tăng trưởng của cá tằm và cá chép lên 30% và 24% với việc bổ sung thêm các phân tử nano sắt. [75, 76]. Việc sử dụng hợp lý loại thức ăn này sẽ làm giảm đáng kể hàm lượng thức ăn dư thừa bị thải ra môi trường bên ngoài, giúp ổn định chất lượng nước trong hệ thống nuôi.

- Gắn thẻ và nano mã vạch:

Các thẻ có thể được sử dụng làm thiết bị theo dõi sự trao đổi chất, mô hình bơi và tập quán ăn uống của cá. Bằng cách kết hợp mã vạch nano, công nghiệp chế biến và xuất khẩu có thể kiểm soát nguồn hoặc tình trạng vận chuyển các sản phẩm thủy sản cho đến khi tới thị trường. Hơn nữa cùng với các cảm biến nano và DNA tổng hợp được dán nhãn theo màu đầu que mã hóa, thiết bị mã vạch nano có thể phát hiện mầm bệnh và kiểm tra sự thay đổi nhiệt độ, rò rỉ,... do đó nâng cao chất lượng sản phẩm [77].

- ***Làm các chế phẩm xử lý nước và môi trường chăn nuôi, thủy sản***

Trong xử lý môi trường nuôi trồng thủy sản, các hạt nano có tiềm năng ứng dụng cao gồm các hạt nano bạc, cacbon hoạt tính, nano sắt từ, ... so với các xử lý môi trường thông thường thì các hạt nano có hoạt tính cao gấp nhiều lần, giảm liều lượng sử dụng nhưng tăng thời gian tác dụng. Một số vật liệu nano có tính kháng khuẩn cao. Nếu sử dụng những hạt nano này trong xử lý môi trường nước nuôi trồng thủy sản sẽ giúp loại bỏ mầm bệnh và nguồn bệnh gây hại cho thủy sản nuôi (bao gồm các loại vi khuẩn và vi rút gây bệnh cho thủy sản nuôi như tôm, cá, nhuyễn thể, ...) và góp phần làm sạch các tạp chất trong môi trường nước (như các chất cặn bã hữu cơ cũng như các loại tảo gây độc cho thủy sản nuôi). Qua đó cho thấy, nếu sử dụng hạt nano xử lý môi trường nuôi trồng

thủy sản sẽ làm tăng chất lượng nước nuôi trồng thủy sản, loại bỏ gần như triệt để các mầm bệnh cũng như các chất gây độc cho thủy sản nuôi, góp phần làm tăng chất lượng môi trường nuôi thủy sản, giảm tối thiểu việc sử dụng các loại chất kháng sinh và các chất xử lý môi trường độc hại. Mặt khác, khi môi trường nuôi thủy sản đã bị nhiễm bệnh việc sử dụng các hạt nano để xử lý môi trường nuôi với ưu thế tác dụng nhanh và mạnh sẽ nhanh chóng làm sạch môi trường và giúp ngăn ngừa sự lây lan của dịch bệnh trong khu vực nuôi trồng.

- Lọc nước và xử lý ô nhiễm:

Công nghệ nano hiện nay được dùng để loại bỏ các chất ô nhiễm trong nước. Vật liệu nano trong các dạng vật liệu hoạt hóa như carbon, nhôm, với các chất mang như zeolite, bentonite và các hợp chất chứa Fe có thể được sử dụng trong nuôi trồng thủy sản để tạo màng lọc hiệu khí và kỵ khí để loại bỏ ammoniac, nitrit và nitrat. Tương tự như vậy, bột nano siêu mịn sắt từ có thể được sử dụng hiệu quả để loại các chất ô nhiễm như trichloroethane, carbon tetrachloride, dioxin và polychlorinated biphenyl [78].

- Quản lý môi trường nước:

Các chất làm sạch dựa trên công nghệ nano như Nanocheck được sử dụng hiệu quả trong ao cá và bể bơi. Nanocheck chứa các tiểu phân nano của các hợp chất lantan có kích thước 40nm có thể hấp phụ phosphate trong nước. Bằng cách này, sự bùng phát vi tảo có thể được xử lý bằng cách giảm hàm lượng P có trong hồ. Bên cạnh đó, hệ vận chuyển nano của các chất diệt cỏ và các tác nhân làm ẩm đất có thể rất hữu ích để kiểm soát cỏ dại và giảm stress do biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường nước [79].

- ***Xây dựng các hệ thống quan trắc trên cơ sở các bộ cảm biến cho phép quan trắc thời gian thực các chỉ số môi trường trên thực địa***

Ngày nay các hệ cảm biến nano sinh học (nanobiosensors) đang được sử dụng khá phổ biến để quan trắc thời gian thực tình trạng phân bón, thuốc BVTV, vi sinh vật có lợi và vi sinh vật gây bệnh, độ ẩm và độ pH của đất..., hỗ trợ đắc

lực cho quá trình phát triển các phương pháp canh tác chính xác và nền nông nghiệp bền vững, nhờ đó nâng cao chất lượng và sản lượng ngũ cốc [80,81].

Các hệ cảm biến nano sinh học cùng với các hệ vận chuyển dưỡng chất thông minh có thể giúp các nhà nông nghiệp giảm đáng kể nguyên liệu đầu vào, các thành phần dinh dưỡng, nước tưới v.v... Các bộ cảm biến nano sinh học khi được bố trí đều khắp trên cánh đồng, với sự trợ giúp GPS có thể quan trắc mức độ dinh dưỡng của đất trồng [82, 83], trong khi mức độ ô nhiễm được đánh giá nhanh chóng bởi các bộ nano cảm biến bụi và khí [84]. Phương pháp kiểm soát các hooc môn sinh trưởng như auxin trên cơ sở công nghệ nano có thể giúp các nhà nông nghiệp hiểu biết sâu hơn về quá trình rễ cây ngũ cốc thích nghi với điều kiện môi trường thay đổi trong đất, đặc biệt đối với những vùng đất không thuận lợi cho việc trồng trọt [85].

Bộ cảm biến nano sinh học trên cơ sở sử dụng đầu tips của thiết bị hiển vi lực nguyên tử (atomic force microscopy) được chức năng hóa bởi enzym acetolactat synthaza đã được áp dụng thành công [86] trong việc phát hiện lượng vết thuốc diệt cỏ metsulfuron-methyl (chế phẩm ức chế enzym acetolactat synthaza).

Hệ cảm biến nano sinh học trên cơ sở cấu trúc nano lai (hybrid nanostructure) gồm một kim loại quý hiếm (Pd, Pt, Au, Ir...)/DNA/ống cacbon đơn tường (SWCNTs) đã được chế tạo bằng phương pháp in phun trên bề mặt một vi điện cực rồi khử điện hóa ion kim loại về hóa trị không. Các nano cảm biến loại này thể hiện độ nhạy cao đối với nhiều loại khí như H₂, H₂S, CO, NH₃, NO_x..., phụ thuộc vào nguyên tố kim loại sử dụng (ví dụ Pd/DNA/SWCNTs được sử dụng cho H₂S) [87]. Bằng cách kết hợp các kim loại quý hiếm khác nhau với nhau thành một cảm biến có thể phân tích đồng thời hỗn hợp các chất khí với độ nhạy cao. Cảm biến nano sinh học được NNI (national nanotechnology initiatives) xem là một trong 5 lĩnh vực công nghệ nano quan trọng cần được đầu tư [88].

2. Những ứng dụng ban đầu vật liệu nano trong nông nghiệp ở nước ta

Ở Việt Nam, tuy chỉ mới tiếp cận với công nghệ nano trong những năm gần đây nhưng cũng có những bước chuyển tạo ra sức hút đối với lĩnh vực đầy thử thách này. Nhà nước cũng đã dành một khoản ngân sách khá lớn cho chương trình nghiên cứu công nghệ nano cấp quốc gia với sự tham gia của nhiều trường Đại học và Viện nghiên cứu. Và việc đưa những kết quả nghiên cứu này ứng dụng vào cuộc sống còn phải trải qua cả một quá trình nữa.

Về nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp số lượng công bố chưa được nhiều và các nghiên cứu riêng lẻ được thực hiện có tính chất tự phát. Nhiều nhất có thể kể đến các thông tin về sử dụng nano bạc để khử trùng nước trong ao, hồ nuôi thủy sản. Đáng chú ý là, vào tháng 6 năm 2013, Phòng Thí nghiệm Công nghệ nano (LNT) – Đại học Quốc gia Tp. HCM phối hợp với Cục Công tác phía Nam – Bộ KH-CN, Sở NN-PTNT tỉnh Bạc Liêu đã tổ chức Hội thảo với chủ đề “*Ứng dụng công nghệ nano trong phòng ngừa bệnh tôm*”. Trong Hội thảo này PTN LNT đã giới thiệu sản phẩm dung dịch nano bạc do PTN chế tạo với nồng độ từ 200 – 100.000 ppm và kích thước hạt ≤ 5 nm, sử dụng để xử lý nước ao nuôi tôm và bảo quản thanh long. Kết quả khảo nghiệm nuôi tôm thẻ chân trắng tại trại nuôi tôm của Trường Đại học Nông lâm Tp. HCM cho thấy sau 53 ngày trong bể nuôi có sử dụng nano bạc số tôm còn sống đạt 85%, trong khi ở bể đối chứng chết hết.

Năm 2013 Trường ĐHKHTN Tp. HCM kết hợp với 4 cơ sở nghiên cứu và triển khai gồm PTN LNT, Trường Đại học Nông lâm Tp. HCM, Trường Đại học Kinh tế- Luật, Saigon HT Park và Công ty cổ phần chiếu xạ An Phú đã triển khai thực hiện dự án “*Ứng dụng công nghệ vật liệu nano trong nông nghiệp kỹ thuật cao*”. Ba mục tiêu của Dự án là:

- Chế tạo hạt nano kim loại (B, Mn, Cu, Mg, Ca) dùng trong phân bón lá cung cấp vi chất dinh dưỡng cho cây trồng (bằng phương pháp chiếu xạ);
- Sản xuất các chế phẩm ứng dụng làm thuốc bảo vệ thực vật;

- Chế tạo máy phun hiệu năng cao.

Tuy nhiên trong dự án này các tác giả chưa đưa ra được một kết quả thử nghiệm sơ bộ nào về tác dụng của các hạt nano này lên cây trồng và chưa có một công trình nào liên quan đến kết quả nghiên cứu làm cơ sở cho việc xây dựng dự án được công bố.

Nhóm nghiên cứu thuộc Trường Đại học Khoa học Huế cũng đã chế tạo thành công dung dịch nano bạc bằng phương pháp sinh học thân môi trường, sử dụng dịch chiết từ cây thảo dược làm tác nhân khử. Sản phẩm thu được đã được công ty cổ phần Huetronics tiếp thu và ứng dụng trong nuôi tôm, với kết quả khả quan. Sau 3 vụ nuôi có sử dụng chế phẩm nano bà con nông dân huyện Duyên Hải tỉnh Trà Vinh đã thu lãi từ 400 – 700 triệu đồng.

Ngoài ra, hạt nano bạc còn có tác dụng tăng cường sự phát triển của cây hoa cúc (*Chrysanthemum sp.*), dâu tây (*Fragaria sp.*) và hoa đồng tiền (*Gerbera sp.*) được nuôi cấy trong ống nghiệm tại Viện nghiên cứu Khoa học và Công nghệ Tây nguyên. Viện Công nghệ Hóa học cũng đã chế tạo dung dịch nano Cu bằng phương pháp khử đối với oxalate Cu, CuCl_2 , CuSO_4 sử dụng chất khử ethylene glycole, diethylene glycole, glycerin kết hợp hỗ trợ của vi sóng và sử dụng dung dịch Cu nano làm nguyên liệu chế tạo thuốc bảo vệ thực vật kháng và diệt bệnh nấm hồng *Corticium salmonicolor*, bệnh phấn trắng *Oidium Heveae* trên cây cao su và cho kết quả tốt. Viện Khoa học Vật liệu ứng dụng đã nghiên cứu chế tạo keo bạc nano bằng bức xạ gamma-Co-60 có hiệu lực diệt nấm gây bệnh đạo ôn trên lúa (*Piricularia oryzae Cavara*) và bệnh lem lét hạt lúa (*Pseudomonas glumae Kurita et Tabei*).

Viện Công nghệ môi trường (thuộc Viện HLKHCNVN), trên cơ sở hợp tác khoa học-công nghệ với các nhà khoa học LB Nga, đặc biệt là các trường Đại học Y học và Đại học Công nghệ nông nghiệp Ryazan, đã chế tạo thành công các hạt nano kim loại hóa trị không Ag, Fe, Co, Cu dưới dạng bột siêu phân tán và Se dưới dạng dung dịch bằng phương pháp hóa học dung dịch nước. Dung dịch nano bạc đã được chế tạo từ năm 2005 và đưa vào ứng dụng trong y tế và

hàng năm cung cấp cho công ty Merab để sản xuất dung dịch vệ sinh phụ nữ và bình xịt chứa nano bạc. Các chế phẩm nano kim loại Fe, Co và Cu thu được đã được áp dụng để xử lý hạt giống ngô và cây đậu tương trước khi gieo.

Để phục vụ chăn nuôi, Viện CNMT cũng đã sử dụng benonite (một loại sét tự nhiên, có chứa khoáng, có khả năng hấp phụ các chất độc và trao đổi ion) kết hợp với nano bạc làm phụ gia thức ăn cho gia cầm. Nano Ag sau khi cấy vào bentonite tinh chế thành sản phẩm có khả năng hạn chế sự phát triển của các loài nấm mốc tiết ra các độc tố thường phát triển trên môi trường thức ăn cho gia cầm. Bentonite hấp thụ các độc tố nấm hiện diện trong thức ăn, tăng sự cân bằng các chất điện giải trong cơ thể, thải ra ngoài các sản phẩm độc hại của quá trình tiêu hóa, giúp điều hòa ổn định quá trình sinh trưởng và sinh sản đối với gia cầm. Sản phẩm hứa hẹn góp phần đẩy mạnh sự phát triển của ngành chăn nuôi tại Việt Nam.

Tham gia Chương trình KHCN phát triển kinh tế, xã hội tây bắc Viện Khoa học Vật liệu đang thực hiện đề tài “*Nghiên cứu ứng dụng và chuyển giao công nghệ xử lý hạt ngô giống bằng một số nano kim loại để tăng năng suất thu hoạch của cây ngô tại một số địa phương vùng Tây Bắc*” thực hiện trong 3 năm 2016-2018.

Các đề tài, dự án nghiên cứu về ứng dụng công nghệ nano trong trồng trọt và chăn nuôi hiện nay đang được thực hiện ở Viện Hàn lâm KHCNVN được thực hiện trên nền tảng kiến thức của các ngành hóa học, sinh học, khoa học vật liệu của các Viện nghiên cứu trực thuộc trong sự kết hợp chặt chẽ với các nhà khoa học thuộc các Viện, Trung tâm trực thuộc Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. Dự án trọng điểm của Viện Hàn lâm KHCNVN “*Nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp*” do Viện Công nghệ môi trường chủ trì với sự tham gia của & Viện nghiên cứu thuộc Viện Hàn lâm KHCNVN và tám Viện, Trung tâm nghiên cứu thuộc Viện KHNNVN được thực hiện trong các năm 2015-2018 bao gồm 4 hợp phần với các nội dung chính:

Hợp phần 1: Xây dựng quy trình công nghệ chế tạo các sản phẩm nano sử dụng trong nông nghiệp.

Viện Công nghệ môi trường và Viện Khoa học Vật liệu thực hiện chế tạo các vật liệu nano của các nguyên tố vi lượng và kim loại Fe, Zn, Cu, Mn, B, Mo, Co, Se để từ đó chế tạo các sản phẩm xử lý hạt giống trước khi gieo, phân bón lá, phụ gia thức ăn chăn nuôi khoáng vi lượng nano, thuốc bảo vệ thực vật chống nấm cho cây trồng, thuốc thú y phòng bệnh chăn nuôi, các hệ vật liệu mang thuốc kháng sinh có kích thước nano đa chức năng sử dụng trong nuôi tôm.

Hợp phần 2: Nghiên cứu ứng dụng các chế phẩm nano trong trồng trọt.

Các nội dung nghiên cứu chính trong Hợp phần này là xây dựng các quy trình xử lý hạt giống ngô và đậu tương ngay trước khi gieo trồng; quy trình sử dụng phân bón lá nano vi lượng cho cây cà phê, thanh long và hồ tiêu; chống các loại nấm có hại cho cây cam và soài trước và sau thu hoạch sử dụng các vật liệu nano do Viện CNMT chế tạo. Các đơn vị tham gia thực hiện các nghiên cứu nêu trên là Viện Công nghệ Sinh học, Viện KHKT nông nghiệp miền Nam, Trung tâm Nghiên cứu Thực nghiệm Nông nghiệp Hưng Lộc, Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Đậu đỗ, Viện Bảo vệ Thực vật, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Duyên hải Nam Trung bộ.

Hợp phần 3: Nghiên cứu ứng dụng các chế phẩm nano trong chăn nuôi lợn, bò và tôm.

Các nội dung nghiên cứu trong Hợp phần này phục vụ chăn nuôi bò, heo và tôm: tạo được các quy trình sử dụng phụ gia thức ăn chăn nuôi khoáng nano vi lượng trong nuôi bò thịt, bò sữa, bê và heo để tăng năng suất và hiệu quả chăn nuôi; sử dụng kem bôi phòng chống viêm vú bò, thuốc chống sưng chân, viêm tử cung của bò sữa; quy trình sử dụng các hệ vật liệu mang thuốc kháng sinh có cấu trúc nano đa chức năng tự điều chế có tác dụng chữa trị bệnh cho tôm không độc hại, không gây dư lượng kháng sinh; phương pháp sử dụng vật liệu nanocomposite để làm sạch môi trường và phòng bệnh trong nuôi thủy sản. Tham gia thực hiện nghiên cứu trong Hợp phần này có Viện Khoa học Vật liệu,

Viện Sinh học Nhiệt đới, Viện Chăn nuôi, Trung tâm nghiên cứu Bò và Đồng cỏ Ba Vì, Trường Đại học Nông Lâm Huế, Trung tâm quan trắc cảnh báo môi trường và phòng ngừa dịch bệnh thủy sản khu vực miền Bắc

Hợp phần 4: Nghiên cứu cơ chế tác động và đánh giá an toàn sinh học của các chế phẩm nano được nghiên cứu trong dự án.

Nội dung của Hợp phần này là nghiên cứu cơ chế tác động của một số chế phẩm nano kim loại đến tăng cường năng suất và sức khỏe của cây trồng, vật nuôi; đánh giá mức độ an toàn sử dụng của các chế phẩm nano kim loại đối với cây trồng, vật nuôi và môi trường đất; cung cấp các số liệu khoa học có tính thuyết phục nhằm thúc đẩy việc sử dụng hiệu quả và an toàn các hạt nano kim loại trong sản xuất nông nghiệp. Tham gia nghiên cứu có Viện Hóa sinh Biển, Viện Công nghệ sinh học, Viện nghiên cứu khoa học Tây nguyên, Viện Nghiên cứu hệ gen, Phòng Thí nghiệm Trọng điểm Công nghệ tế bào thực vật (Viện Di truyền nông nghiệp), Viện Thú y.

Việc thực hiện Dự án “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp” tạo sự liên kết, phối hợp lớn nhất trong nghiên cứu giữa Viện Hàn lâm KHCNVN với Viện KHNNVN và tạo đà phát triển mới trong nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano phục vụ phát triển nông nghiệp ở nước ta.

Trong nông nghiệp nước ta đã có xảy ra nhiều trường hợp là chính sách và chủ trương của các cơ quan quản lý nông nghiệp đi chậm hơn sự phát triển của sản xuất thực tế, ví dụ như sự phát triển của ngành nuôi tôm sú cách đây trên 20 năm, sau đó là nuôi tôm thẻ chân trắng... Trường hợp phát triển ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp hiện nay cũng vậy. Nếu các cơ quan quản lý trong ngành nông nghiệp cho đến nay chưa có ban hành qui định, tiêu chuẩn về sử dụng công nghệ nano trong nông nghiệp thì cơ quan quản lý khoa học, công nghệ chưa nhìn nhận công nghệ nano là hướng cần ưu tiên phát triển trong giai đoạn hiện nay. Vì vậy nhiều loại sản phẩm, vật tư nông nghiệp đã được quảng cáo và bán với tên gọi có kèm theo chữ nano nhưng không hề chứng tỏ công nghệ hoặc vật liệu nano đóng góp gì để tạo nên chúng. Trong nghiên cứu khoa

học công nghệ một số đề tài về chế tạo và sử dụng vật liệu nano trong nông nghiệp đã được các Viện, Trường đại học đề xuất và triển khai nghiên cứu nhưng chưa hợp lại được thành mảng nghiên cứu lớn và nhìn chung chưa đem lại nhiều lợi ích thiết thực.

Các sản phẩm được gắn tên nano được quảng bá rộng rãi nhất ở nước ta hiện nay thuộc 2 loại chính là thuốc bảo vệ thực vật và phân bón. Thuốc bảo vệ thực vật dùng để trừ nấm và diệt khuẩn có các thành phần chủ yếu là nano bạc và nano đồng, còn phân bón nano có trong thành phần các hạt có kích thước nano của một số nguyên tố vi lượng. Trên mạng Internet có các thông tin về các sản phẩm của các công ty sau đây:

✓ Cung cấp thuốc bảo vệ thực vật nano

- Công ty cổ phần Nano Đại Việt trên trang web www.nanobac.net giới thiệu sản phẩm nano bạc hàm lượng 500 ppm sử dụng để diệt nấm và vi khuẩn trong đầm nuôi tôm, trong chuồng trại chăn nuôi, trong trồng hoa công nghiệp, hồ tiêu, cây lấy quả.

- Công ty cổ phần ứng dụng công nghệ cao Á châu cung cấp các sản phẩm nano nano bạc, đồng, kẽm, bo để khử khuẩn, nấm, khử mùi và cung cấp vi lượng cho cây trồng trên trang www.ahtc.com.vn

- Công ty Cổ phần Đông Á Lagi thông báo cung cấp các chế phẩm nano (nano bạc, nano đồng,...) với quy mô công nghiệp được ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực công nghiệp, nông nghiệp, y tế, dược phẩm, thủy hải sản, hóa mỹ phẩm trên trang mạng www.nanobacdietkhuan.com. Riêng trong nông nghiệp nano bạc được sử dụng để:

- + Khử trùng nước trong ao nuôi thủy sản
- + Diệt khuẩn, khử mùi hôi cho chuồng trại chăn nuôi
- + Tiêu diệt mầm bệnh trên cây, bảo quản rau quả tươi

Có các hướng dẫn cụ thể về ứng dụng nano bạc KGO trong trồng các loại cây cà chua, su hào, gừng, các loại cây ăn quả như thanh long, cam đường, dâu tây, vải, bưởi

- Trang thông tin của cá nhân www.nanobacsuper.com quảng cáo về nano bạc, nano đồng, nano hợp kim bạc đồng, nano oxytclorua đồng dùng cho nuôi thủy sản (tôm, baba, ếch...), cho trồng trọt (diệt nấm khuẩn mạnh, phổ rộng).

✓ Phân bón nano được các công ty chào hàng

- Loại nhập khẩu:

Công ty Cổ phần Đầu tư và Phát triển Nga - Việt (RusVietcorp) là đơn vị độc quyền nhập khẩu kinh doanh phân bón hữu cơ Nano Bioplant Flora (Dạng dung dịch nồng độ cao) tại Việt Nam, Lào và Cambodia. Phân bón này dùng để bón gốc cho cây nông nghiệp và cây chè, bao gồm nhiều chủng loại vi sinh và các loại phân đa lượng, trung lượng, vi lượng như: N, P, K, Mg, Ca, Zn, Na, I, Cu, Fe, Co. . www.rusviet.com

Có loại phân tên là Nano-Gro do công ty TNHH MTB ở thành phố Cần Thơ nhập từ Mỹ, độc quyền phân phối nhưng thành phần chỉ thấy nêu các chủng vi sinh, không thấy có yếu tố nano trong trang web www.mtb.vn

Công ty Cổ phần nông nghiệp Việt Nam UKR đang thử nghiệm phân bón vi lượng Vuagro nano trên các loại cây nông nghiệp như lúa, mía, thanh long, cỏ Alfalfa với vai trò là chất xử lý hạt giống, ngâm hom cây, phân bón lá. Trang web www.vuagro.com

- Loại tự sản xuất trong nước

Công ty TNHH Công nghệ nano có bộ sản phẩm phân bón gốc, bón lá cho lúa, bộ sản phẩm cho nuôi thủy sản, cho xử lý môi trường giới thiệu trên trang mạng nanotech.net.vn

Tổng công ty phân bón Sông Gianh giới thiệu loại phân vi lượng Nano-Siêu ra rễ dùng cho lúa, ngô, rau màu và cây ăn quả.

Công ty TNHH Hóa Sinh nanolife trên trang mạng phanbonnano.com giới thiệu nhiều loại phân bón mang tên Nanolife có thể chia làm 3 nhóm: phân bón rễ, phân hòa tan và sản phẩm dạng lỏng

Công ty TNHH Quốc tế Việt Nhật chào hàng phân bón lá, phân bón dinh dưỡng cao cấp

Công ty CP Siêu Nano giới thiệu Viên Nang vi lượng Siêu Nano cung cấp vi lượng cho cây trồng ở dạng nano gồm Nano Sắt, Nano Kẽm, Nano Mangan, Nano Boron, Nano Coban giúp cây phát triển mạnh tăng quang hợp cho lá, giảm rụng hoa, tăng độ ngọt cho trái và màu sắc đẹp trên trang mạng www.sieunano.com.

Danh sách các công ty chào bán phân bón và thuốc bảo vệ thực vật có trong thành phần một loại vật liệu nano có thể kéo dài. Điều có thể thấy qua các trang thông tin trên mạng Internet là hiệu quả thực tế do những sản phẩm này đem lại cho sản xuất nông nghiệp chưa thấy được nêu rõ và cần được kiểm chứng. Tuy nhiên khuynh hướng tìm kiếm qua thương mại và sản xuất các sản phẩm của công nghệ và vật liệu nano để sử dụng trong nông nghiệp ngày càng rõ.

II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ NANO TRONG NÔNG NGHIỆP TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ

Vật liệu có kích thước hạt nhỏ hơn 100nm theo ít nhất một chiều thường được phân loại là vật liệu nano. Sự phát triển của công nghệ nano kết hợp với công nghệ sinh học mở rộng đáng kể phạm vi ứng dụng của vật liệu nano trong các lĩnh vực khác nhau. Trong lịch sử, nhiều lĩnh vực như y học, khoa học môi trường, và chế biến thực phẩm đã sử dụng an toàn thành công vật liệu nano. Mặc dù công nghệ nano ít phát triển trong nông nghiệp hơn các ngành khác do đầu tư ít hơn nhưng công nghệ nano có tiềm năng để cải thiện nông nghiệp. Ứng dụng nano trong nông nghiệp sơ bộ cho thấy tiềm năng:

- Cải thiện sự nảy mầm và tăng trưởng
- Nâng cao năng suất và chất lượng
- Trừ sâu, côn trùng bảo vệ thực vật
- Phát hiện và chữa bệnh cây trồng.

Tại Việt Nam, các đề tài nghiên cứu và ứng dụng nano trong nông nghiệp cũng đã được tiến hành trong những năm gần đây như:

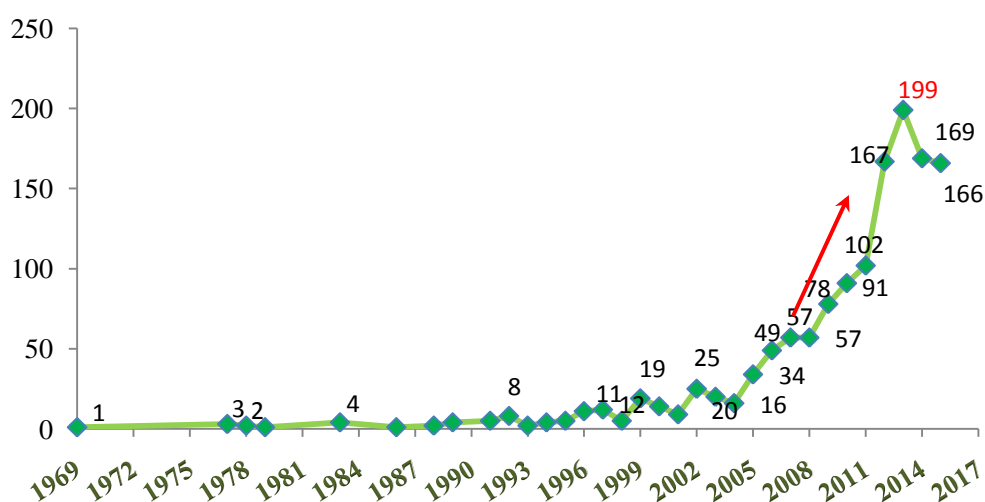
Tên đề tài	Tác giả	Nội dung đề tài	Năm
Nghiên cứu xây dựng quy trình sản xuất phân bón lá ứng dụng công nghệ vật liệu nano phục vụ trong sản xuất nông nghiệp	Lê Hữu Bảo Dương Th.S Đỗ Thanh Sinh <i>Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Nông nghiệp Công nghệ cao</i>	Xây dựng quy trình điều chế vật liệu nano làm nguyên liệu sản xuất phân bón. Xây dựng quy trình sản xuất phân bón lá ứng dụng vật liệu nano.	2014
Tổng hợp vật liệu Nano kẽm – bạc ứng dụng chế tạo thuốc	Th.S Võ Quốc Khương <i>TT Phát triển Khoa học và Công nghệ Trẻ</i>	Chế tạo thành công dung dịch Zn-Ag với kích thước dưới 50 nm với độ đồng	2013

bảo vệ thực vật diệt nấm hồng cho cây cao su		đều cao và ứng dụng làm thuốc bảo vệ thực vật xử lý nấm hồng trên đối tượng cây cao su	
Nghiên cứu ứng dụng công nghệ Nano trong phòng trừ bệnh hại cây trồng nông nghiệp nhằm hạn chế sử dụng thuốc hóa học	TS. Phạm Hữu Nhượng <i>Trung tâm Công nghệ Sinh học TP. Hồ Chí Minh</i>	Đánh giá được hiệu lực của một số nano đơn và công thức phối trộn có hiệu quả các loại nano trong phòng và trên đồng ruộng của các chế phẩm Nano phòng trừ bệnh hại cây trồng nông nghiệp	2012
Nghiên cứu ứng dụng dầu vỏ hạt điều hấp thu trên vật liệu Nano LDH trong phòng chống sâu bệnh	Th.S Nguyễn Thị Như Quỳnh <i>Viện Sinh học Nhiệt đới</i>	Đề tài tạo chế phẩm thuốc trừ sâu sinh học nano trong việc phát triển nền nông nghiệp sinh thái bền vững. Nghiên cứu khả năng phòng trừ sâu hại của chế phẩm hạt nanoMg/Al LDH-anacardic acid	2012
Nghiên cứu chế tạo vật liệu nanochitosan ứng dụng trong dược phẩm và trong nông nghiệp	Đỗ Trường Thiện <i>Viện Hóa học-Hà Nội</i>	Kết quả xây dựng quy trình chế tạo sản phẩm từ Nanochitosan ứng dụng trong nông nghiệp, thử nghiệm tác dụng kích thích sinh trưởng cho cây lúa	2010

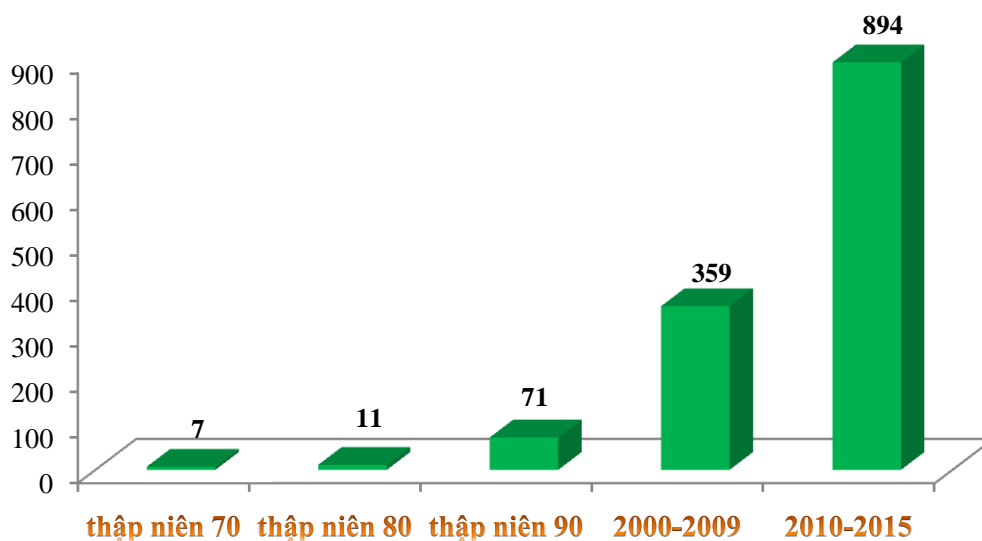
Trên thế giới, xu hướng ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp đã được quan tâm từ thập niên 60 và cho đến nay có khoảng 1376 sáng chế đăng kí bảo hộ về vấn đề này.

1. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp theo thời gian

Năm 1969 có một sáng chế nộp đơn đăng kí bảo hộ về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp. Năm 2013, số lượng sáng chế đăng kí bảo hộ về vấn đề này là nhiều nhất, được 199 sáng chế.



Biểu đồ 1: Tình hình nộp đơn bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp theo thời gian



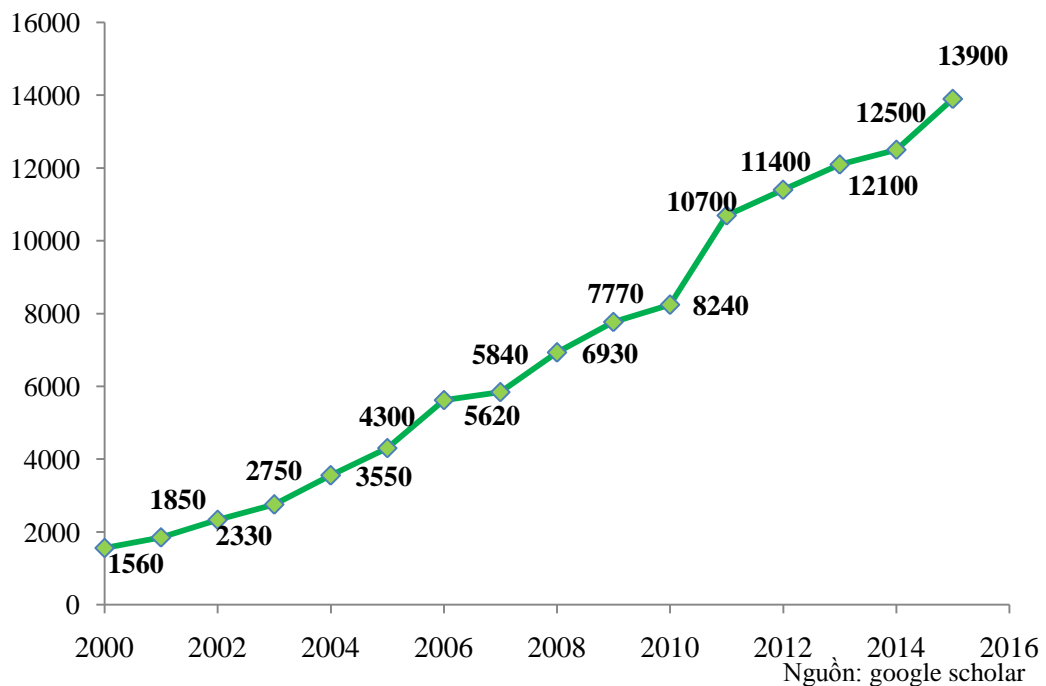
Biểu đồ 2: Tình hình nộp đơn bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp theo từng giai đoạn

Từ năm 1969 đến nay, nếu chia thành từng giai đoạn theo các thập niên có thể thấy rõ được sự gia tăng lượng sáng nộp đơn đăng ký bảo hộ về nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp

- Thập niên 70: 7 sáng chế
- Thập niên 80: 11 sáng chế
- Thập niên 90: 71 sáng chế
- Giai đoạn 2000-2009: 359 sáng chế
- Giai đoạn 2010-2015: 894 sáng chế

Số lượng sáng chế đăng kí bảo hộ trong giai đoạn 2000-2009 tăng nhanh chóng so với thập niên 90 và giai đoạn 2010-2015 tăng gấp đôi so với giai đoạn 2000-2009 do ở các quốc gia bắt đầu có nhiều triển khai ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp.

Bên cạnh, phân tích đánh giá dựa trên số lượng sáng chế đăng kí, xu hướng nghiên cứu về công nghệ nano trong nông nghiệp còn được thể hiện rõ qua số lượng bài báo khoa học công bố về vấn đề này (biểu đồ 3)



Biểu đồ 3: Số lượng các bài báo công bố về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp theo thời gian

Từ biểu đồ 3, ta nhận thấy số lượng bài báo về chủ đề này tăng liên tục từ 1.560 bài báo năm 2000 lên 13.900 bài báo năm 2015. Trên cơ sở kết quả phân tích dữ liệu sáng chế, bài báo khoa học theo thời gian cho thấy xu hướng ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp vẫn là xu hướng được các quốc gia trên thế giới quan tâm và nghiên cứu cho đến hiện nay.

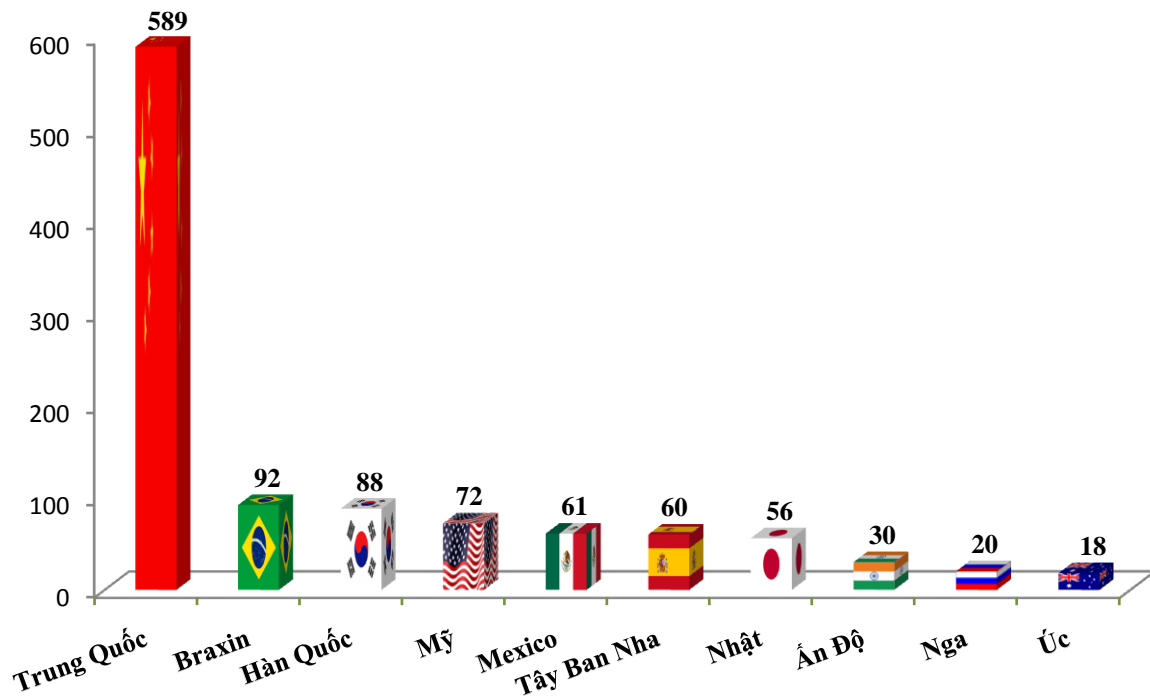
2. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp tại các quốc gia

Số lượng sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp được nộp đơn bảo hộ ở 50 quốc gia từ 4 châu lục: Châu Á, Châu Âu, Châu Mỹ và Châu Úc.



Hình 3: Sự phân bố khu vực có sáng chế nộp đơn bảo hộ về công nghệ nano trong nông nghiệp trên thế giới

Hiện nay có khoảng 50 quốc gia nhận đơn đăng kí bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp, trong đó 10 quốc gia nhận nhiều đơn bảo hộ nhất là Trung Quốc: 589 sáng chế, Braxin: 92 sáng chế, Hàn Quốc: 88 sáng chế, Mỹ: 72 sáng chế, Mexico: 61 sáng chế, Tây Ban Nha: 60 sáng chế, Nhật: 56 sáng chế, Ấn Độ: 30 sáng chế, Nga: 20 sáng chế, Úc: 18 sáng chế.



Biểu đồ 4: Mười quốc gia nhận đơn bảo hộ sáng chế nhiều nhất về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp

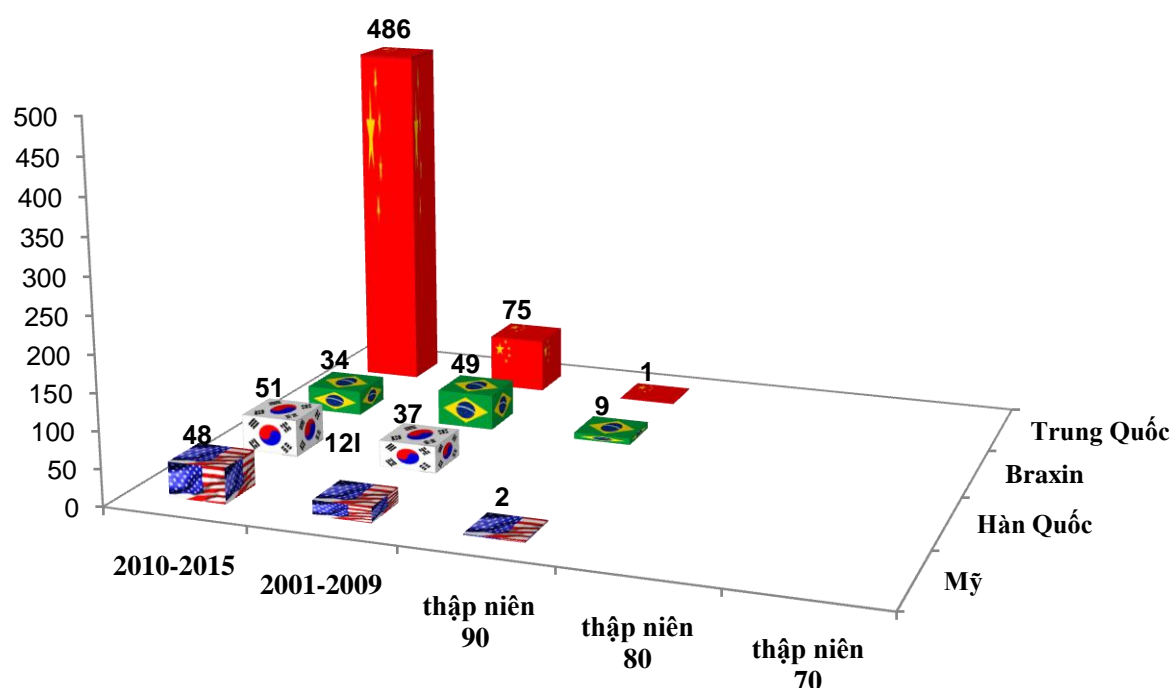
Nhật Bản là quốc gia có các sáng chế nộp đơn đăng kí bảo hộ về công nghệ nano trong nông nghiệp từ những năm 70, 80.

Tại Trung Quốc, công nghệ nano bắt đầu xuất hiện cuối những năm 80 và bắt đầu áp dụng từ giữa những năm 90 dẫn đến số lượng đăng kí sáng chế sáng chế và ủy quyền bằng phát minh sáng chế liên quan đến công nghệ nano tăng mạnh trong các giai đoạn sau [89]. Theo biểu đồ 4, số lượng sáng chế về công nghệ nano trong nông nghiệp nộp đơn tại Trung Quốc tăng từ 1 sáng chế trong thập niên 90 lên 75 sáng chế trong giai đoạn 2001-2009, và đạt 486 sáng chế trong giai đoạn 2010-2015, đứng đầu danh sách các nước đăng kí bảo hộ sáng chế về vấn đề này.

Tại Braxin, thập niên 90 bắt đầu có các sáng chế nộp đơn đăng kí bảo hộ về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp, trong giai đoạn 2001-2009 số lượng sáng chế tăng lên 49 và có 34 sáng chế nộp đơn trong giai đoạn 2010-2015.

Tại Hàn Quốc, cho đến giai đoạn 2001-2009 có 37 sáng chế nộp đơn về vấn đề này, và số lượng tiếp tục tăng lên 51 sáng chế trong giai đoạn 2010-2015.

Tại Mỹ, năm 1996 chính sách pháp lý về thuốc trừ sâu thay đổi đáng kể với việc thông qua đạo luật bảo vệ chất lượng thực phẩm (the Food Quality Protection Act-FQPA). Cơ quan bảo vệ môi trường Mỹ (Environment Protection Agency-EPA) đánh giá khắt khe các rủi ro và nguy hiểm của thuốc trừ sâu hóa học và bảo đảm an toàn cho con người dẫn đến xu hướng tránh sử dụng các thuốc trừ sâu độc hại và chuyển sang ứng dụng công nghệ nano kiểm soát sinh học, kiểm soát dịch hại, cỏ dại, côn trùng, cải tạo đất [90]. Số sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp trong thập niên 90 từ 2 sáng chế tăng lên 21 sáng chế trong giai đoạn 2001-2009, và đạt 48 sáng chế trong giai đoạn 2010-2015.

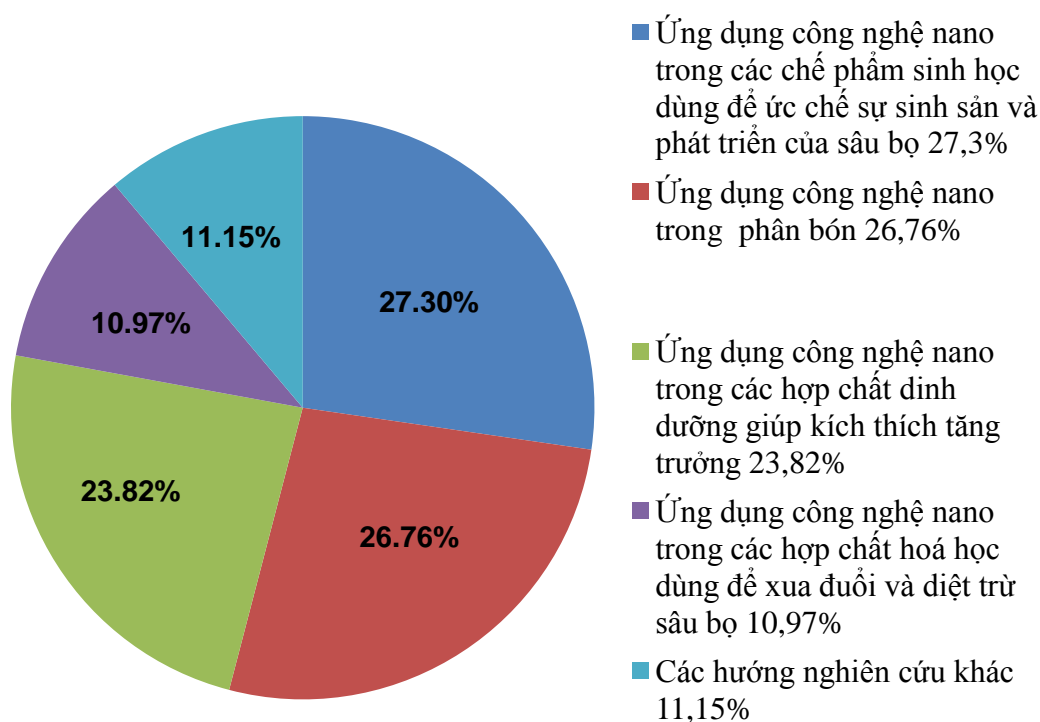


Biểu đồ 5: Tình hình nộp đơn bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp ở các quốc gia theo thời gian

3. Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp theo chỉ số phân loại sáng chế quốc tế IPC

Theo bảng phân loại sáng chế quốc tế IPC, ta nhận thấy số lượng các sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp tập trung chủ yếu vào các hướng nghiên cứu sau:

- Hướng nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong các chế phẩm sinh học dùng để ức chế sự sinh sản và phát triển của sâu bọ 27,3%
- Hướng nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong phân bón 26,76%
- Hướng nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong các hợp chất dinh dưỡng giúp kích thích tăng trưởng 23,82%
- Hướng nghiên cứu ứng dụng công nghệ nano trong các hợp chất hoá học dùng để xua đuổi và diệt trừ sâu bọ 10,97%
- Các hướng nghiên cứu khác 11,15%



Biểu đồ 6: Tình hình nộp đơn đăng ký bảo hộ sáng chế về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp theo chỉ số phân loại sáng chế quốc tế IPC

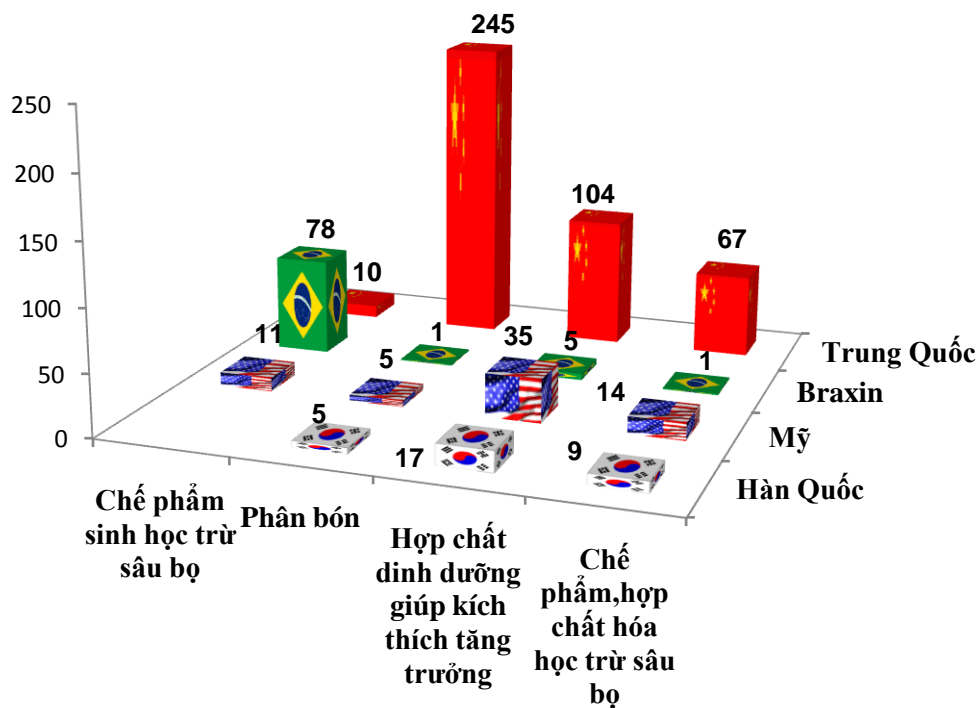
Các sáng chế đăng kí bảo hộ về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp tại 4 quốc gia dẫn đầu hầu hết phân bố vào cả 4 hướng nghiên cứu chính.

Tại Trung Quốc, các sáng chế đăng kí bảo hộ chủ yếu về hướng nghiên cứu công nghệ nano trong hỗn hợp phân bón

Tại Braxin, các sáng chế đăng kí bảo hộ chủ yếu về hướng nghiên cứu công nghệ nano trong chế phẩm sinh học trừ sâu bọ .

Tại Mỹ, các sáng chế đăng kí bảo hộ chủ yếu về hướng nghiên cứu công nghệ nano trong hợp chất dinh dưỡng giúp kích thích tăng trưởng

Tại Hàn Quốc, các sáng chế đăng kí bảo hộ chủ yếu về hướng nghiên cứu công nghệ nano trong hợp chất dinh dưỡng giúp tăng trưởng thực vật.



Biểu đồ 7: Tình hình đăng kí sáng chế bảo hộ ở các hướng nghiên cứu về ứng dụng công nghệ nano trong nông nghiệp tại các quốc gia

*** Giới thiệu một số sáng chế**

1. Preparation of a nano long-acting selenium fertilizer (Tổng hợp phân bón selen dạng nano có hoạt tính dài)

US8246713B2/ 2012-08-21

2. Nanosilver for preservation and treatment of diseases in agriculture field (Nano bạc trong bảo quản và điều trị bệnh trong lĩnh vực nông nghiệp)

US20090075818A1/ 2009-03-19

3. The nanoparticle containing a crop protection agent (Hạt nano chứa chất bảo vệ thực vật)

JP03968348B2/ 2007-08-29

4. Non toxic pesticides for crops containing nano silver and growth-promoting material, and use thereof (Thuốc trừ sâu không độc cho cây trồng chứa nano bạc và vật liệu kích thích tăng trưởng- cách sử dụng)

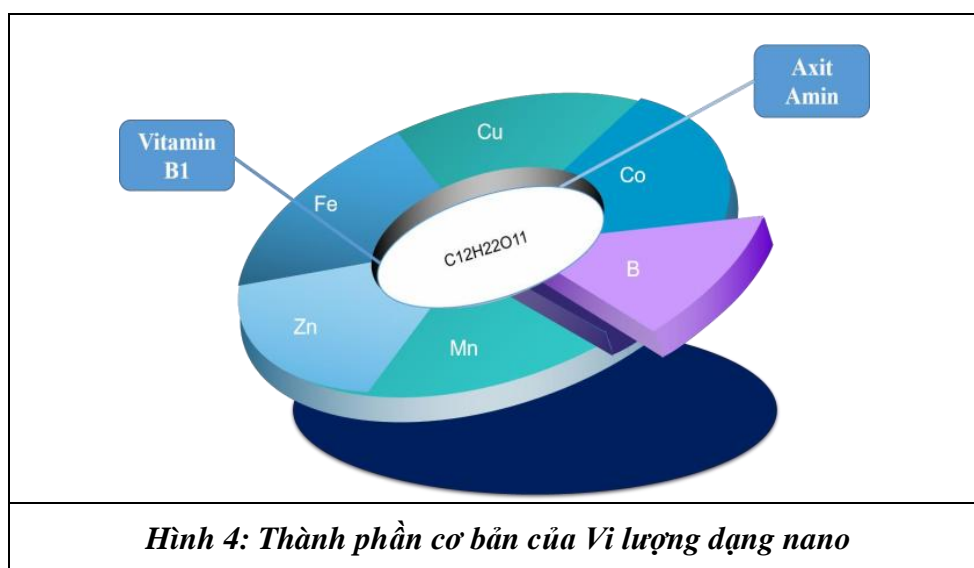
KR2006115017A/ 2006-11-08

III. GIỚI THIỆU SẢN PHẨM VÀ KẾT QUẢ ỨNG DỤNG VI LƯỢNG DƯỚI DẠNG NANO TRONG TRỒNG TRỌT VÀ THỦY SẢN

1. Giới thiệu sản phẩm vi lượng dưới dạng nano

Vi lượng dưới dạng nano phức hợp gọi tắt là Vi lượng nano (VLN) là một tổ hợp các chất vi lượng được sản xuất bằng công nghệ cao, với kích thước rất nhỏ (< 100 nanomet) bao gồm các chất như: Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo và Co. Ngoài các cấu phần chính này VLN còn chứa các chất khác như các axit amin, vitamin B1, Silic và đường, tùy theo nhu cầu của từng cây trồng mà hàm lượng vi chất cho các loại cây trồng khác nhau, do vậy mỗi cây trồng hay nhóm cây trồng sẽ có các công thức vi lượng tương ứng. Vi chất dưới dạng nano sẽ được hấp thụ rất nhanh vào các tế bào thực vật với tỷ lệ hấp thụ lên đến trên 90% và chỉ trong vòng 20 – 120 phút.

Sản phẩm vi lượng nano của VUAGRO là sản phẩm đã được cấp chứng nhận về chất lượng và tiêu chuẩn an toàn do bộ y tế Ukraina cấp.

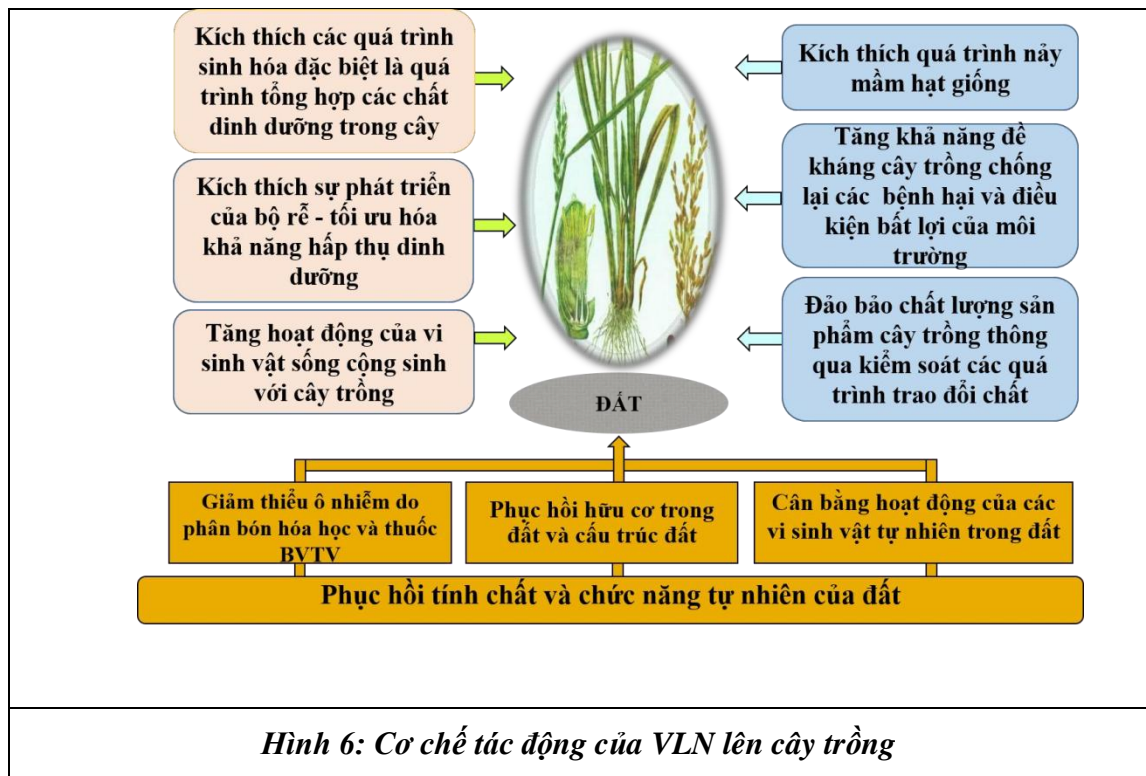




Hình 5: Chứng chỉ của sản phẩm

***Tác động của Vi lượng dạng nano (VLN)**

VLN làm tăng năng suất và chất lượng sản phẩm cây trồng thông qua việc kích thích các quá trình sinh hóa trong cây đặc biệt là quá trình tổng hợp các chất dinh dưỡng, thúc đẩy sự phát triển của bộ rễ, tối ưu hóa khả năng hấp thụ dinh dưỡng và tăng khả năng hoạt động của visinh vật sống cộng sinh với cây trồng.



- Tác dụng khi phun vào thân, lá

Khi được bón qua lá, vi chất dưới dạng nano sẽ được hấp thụ vào tế bào của lá và tạo thành cấu phần quan trọng của các enzyme thúc đẩy quá trình quang hợp, dẫn đến tăng tổng hợp chất hữu cơ trong cây trồng. Quá trình này mặt khác thúc đẩy sự phân chia tế bào làm gia tăng diện tích lá cho quang hợp. Một phần chất hữu cơ được tổng hợp sẽ được thải qua bộ rễ làm giàu chất hữu cơ trong vùng rễ từ đó thúc đẩy hoạt động của các vi khuẩn sống cộng sinh trong vùng rễ. Những vi khuẩn này chuyển hóa chất dinh dưỡng thành dạng dễ hấp thụ cho cây. Theo kết quả của một số nghiên cứu đã có thì khoảng 30% chất hữu cơ được tổng hợp qua lá và thân cây sẽ được thải qua bộ rễ.

- Tác dụng khi phun vào vùng rễ

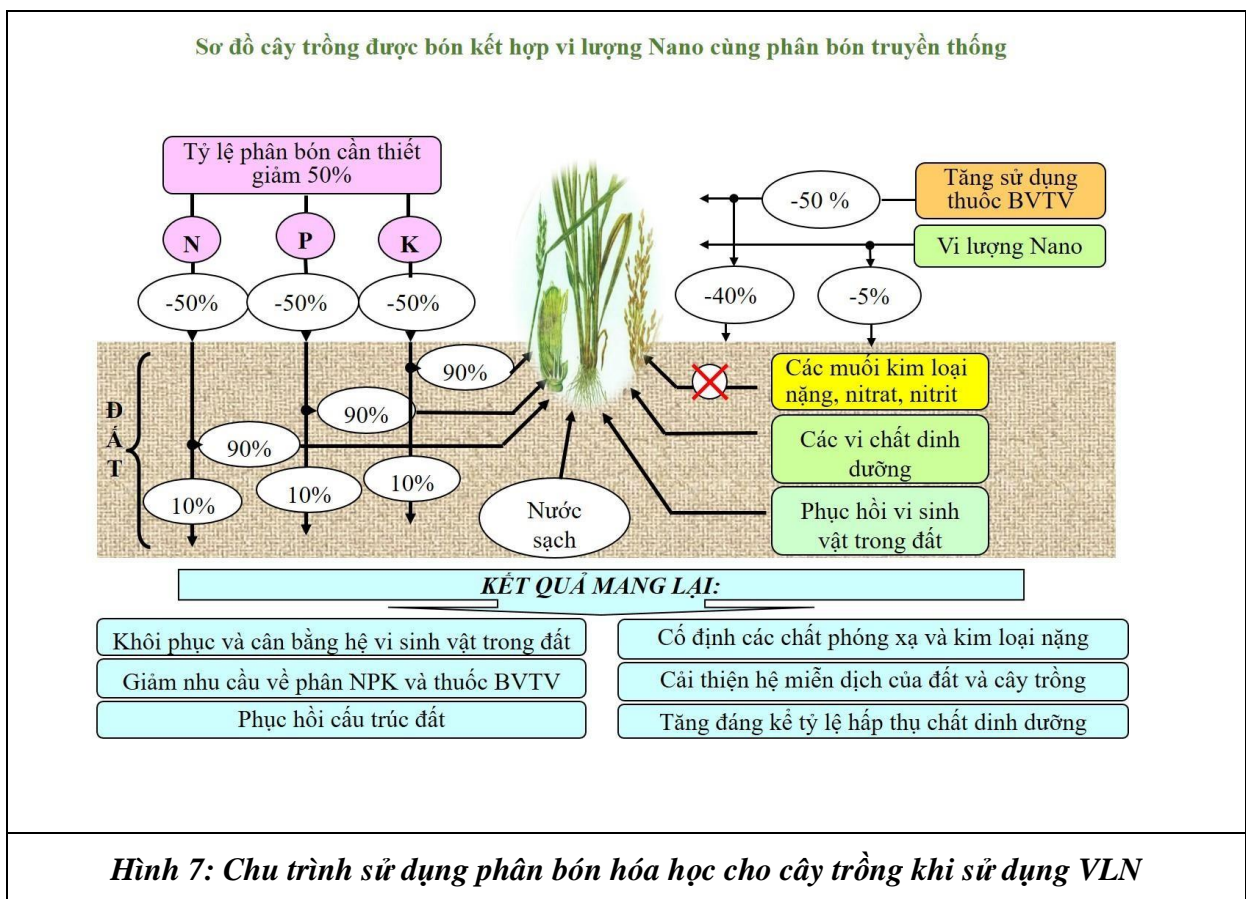
Phần vi chất được bón vào vùng rễ sẽ có tác động kích thích sự phát triển của rễ tơ phục hồi và phát triển tối ưu bộ rễ của cây, giúp cho cây có khả năng hấp thụ tối đa các chất dinh dưỡng từ đất.

Ngoài ra VLN còn tác động trực tiếp đến hệ vi khuẩn trong đất. Các vi khuẩn này có khả năng phân hủy chất dinh dưỡng trong vùng rễ từ dạng khó hấp thụ thành dạng dễ hấp thụ cho cây, do vậy nó làm tăng khả năng hấp thụ dinh

dưỡng qua bộ rễ dẫn tới tăng năng suất cây trồng và tăng hiệu quả sử dụng phân bón. Sự tương tác qua lại giữa vi khuẩn và chất hữu cơ trong đất sẽ cải thiện cấu trúc và độ màu mỡ của đất.

- Tăng khả năng kháng bệnh và khả năng chịu đựng các điều kiện thời tiết bất lợi

Với sự phát triển vượt trội của bộ rễ, sự cân bằng của các yếu tố phát triển trong vùng rễ cùng sự gia tăng của quá trình quang hợp, cây trồng sẽ có sức chịu đựng tốt hơn dưới tác động của các điều kiện sinh trưởng bất lợi như hạn hán, nhiệt độ quá cao hay thấp và có sức đề kháng cao hơn chống lại bệnh hại dẫn tới làm giảm lượng thuốc BVTV cần dùng. Ưu điểm này đóng một vai trò rất quan trọng trong nông nghiệp thời kỳ biến đổi khí hậu.



Quá trình hấp thụ dinh dưỡng hiệu quả dưới tác động của VLN làm giảm 50% lượng phân bón cần thiết cho cây trồng (hình 7) do 90% lượng phân bón được hấp thụ qua bộ rễ và chỉ 10% bị mất đi trong môi trường đất.



- ✓ Đặc điểm vượt trội của vật liệu nano

- Chất vi lượng được cung cấp dưới dạng nano với hiệu suất hấp thụ đến 95% và chỉ trong vòng có 2 tiếng sau khi áp dụng.
- Hiệu quả tác động lên sinh trưởng cây trồng nhanh, có thể nhận biết được trong thời gian ngắn, đặc biệt giúp cây phục hồi rất nhanh khi có những sự cố môi trường bất lợi cho sinh trưởng.
- Sử dụng VLN chỉ với một lượng rất nhỏ khoảng 5g - 10g/ha, chi phí tương đối thấp nhưng hiệu quả cao.
- Là sản phẩm sạch không độc hại, thân thiện với môi trường đạt tiêu chuẩn an toàn của Châu Âu
- Cách sử dụng VLN đơn giản rất thuận tiện cho người sử dụng.
- ✓ Cách pha chế và sử dụng VLN
- Tỷ lệ pha: 1 hạt VLN + với 10g đường ăn (khoảng 2 muỗng cà phê đầy) pha với 10 lít nước.
- Cách pha: cho hạt VLN + với đường ăn vào chai nhựa, thêm nước vừa đủ lắc đều cho đến khi hạt nano tan hết trong nước. Sau đó đổ thêm nước theo tỷ lệ và khuấy đều.
- Dung dịch VLN sau đó dùng để phun bón lá và vào vùng rễ ở giai đoạn cây cần phát triển.

2. Kết quả nghiên cứu ứng dụng sản phẩm vi lượng dưới dạng nano trên một số cây trồng và thủy sản của Viện KHKT Nông nghiệp miền Nam (IAS) liên kết với Công ty Cổ phần Nông Nghiệp Việt Nam UKR (VUAGRO).

2.1 Thử nghiệm vi lượng nano trên cây thanh long tại Liên Hiệp HTX Dịch Vụ Sản Xuất Thanh Long Phan Thiết

Thanh long được xử lý trong tình trạng cây đang bị suy, mắc bệnh thối thân và vàng lá. Cây được phun dung dịch VLN lên lá cây. Kết quả cho thấy sau 14 ngày sắc màu của cây biến đổi rõ rệt, cây được phục hồi lại.

<i>Cây trước khi xử lý VLN vàng lá</i>	<i>Cây 14 ngày sau khi xử lý VLN</i>
	
<p align="center"><i>Hình 8: Thanh long được xử lý với VLN khi cây bị suy, mắc bệnh thối thân</i></p>	

Thanh long được xử lý với VLN vào lá và vùng rễ khi cây đang bị bệnh nấm trắng. Kết quả cho thấy, bệnh nấm trắng trên thân đã khô và ngừng phát triển, lá bắt đầu phục hồi lại, bộ rễ phát triển thêm nhiều rễ tơ (hình 8).



Hình 9: Thanh long hồi phục sau khi bị bệnh nấm trắng

Cây được xử lý VLN khi trên cây đã có trái lớn và đang bị bệnh và vết tích ở mùa mưa. Sau khi xử lý với VLN các vết loét đã khô và liền sẹo, vết thâm để lại trên trái còn mờ mờ, da của trái bóng mượt hơn hẳn (hình 10)



Hình 10: Trái thanh Long được xử lý VLN (trái) và không được xử lý VLN (phải)

Sau khi cây được xử lý VLN thẳng vào hoa hay trái non ở mùa mưa. Kết quả là trái không có biểu hiện bị các nấm bệnh tấn công, tai của trái to cứng, da trái rất bóng mượt và đẹp.

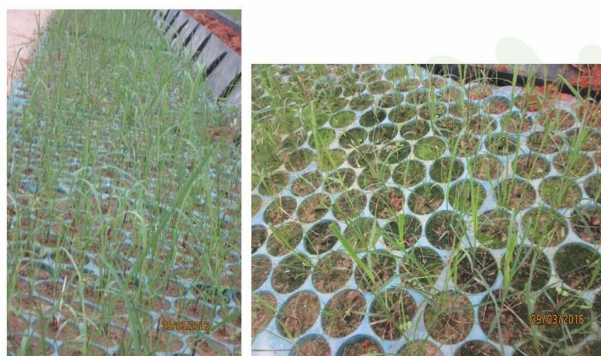
2.2 Thử nghiệm vi lượng nano trên cây mía tại công ty Lam Sơn – Thanh Hóa

Tại công ty Lam Sơn, VLN được dùng thử nghiệm trên cây mía cây mô và mía trồng từ hom.

Cây con được phun VLN khi chuyển từ ống nghiệm sang trồng trên giá thể trong nhà kính. Kết quả cho thấy cây con phát triển mạnh so với đối chứng

Thử nghiệm với mía bắt đầu trồng bằng hom được tiến hành trên 5 ha trong khu công nghệ cao Lam Sơn với các giống mía khác nhau.

Kết quả sơ bộ ban đầu cho thấy cây nảy mầm sớm hơn so với đối chứng 15 ngày, mật độ cây nhiều hơn. Kết quả cuối cùng sẽ tiếp tục ghi nhận và cập nhật ngay sau khi thu hoạch tháng 2 năm 2017.



Mía cây
vi lượng

vi lượng

Hình 11: Thử nghiệm với mía cây mô



Lô mía đối chứng không được xử lý
vi lượng

Lô mía được xử lý vi lượng

Hình 12: Thử nghiệm trên cây mía tại công ty Lam Sơn

2.3 Thử nghiệm vi lượng nano trên cây mía của tập đoàn mía đường Thành Thành Công - Tây Ninh

Ngoài công ty Lam Sơn, Thanh Hóa, VLN còn được thử nghiệm trên cây mía tại tập đoàn Thành Thành Công, Tây Ninh. Diện tích thử nghiệm là 1 ha và đã xử lý được 4 lần: phun VLN lên hom khi trồng; khi cây mía được 1 tháng tuổi; khi cây mía được 2 tháng tuổi; khi cây mía được 4 tháng tuổi.

2.4 Kết quả thử nghiệm vi lượng nano trên cây lúa và ngô, phối hợp với Viện KHKTNN Miền Nam

Kết quả cho thấy VLN tác động chủ yếu làm tăng số bông trên m^2 và tăng năng suất trung bình lên khoảng 20,27% (Bảng 5).

**Bảng 5: kết quả thử nghiệm xử lý vi lượng nano trên cây lúa Japonica
tại huyện Tháp Mười, Đồng Tháp, 2015**

Công thức	Độ dài bông (cm)	Hạt chắc/bông (hạt)	Hạt lép/bông (hạt)	Số bông/ m ²	Năng suất/ m ²	Tỷ lệ tăng %	Năng suất tấn/ha	Vượt đôi chứng
Nano-3	22,9	91,4	24	541	771,2	120	7,712	20,27
Đôi chứng	21,9	81,2	23,8	424	641,2	100	6,412	

Kết quả Bảng 6 cho thấy năng suất ngô xử lý Nano-2 đạt năng suất vượt đôi chứng không xử lý 20,54%.

**Bảng 6: Kết quả thử nghiệm xử lý vi lượng nano trên cây ngô tại
Trung tâm thực nghiệm Nông nghiệp Hưng Lộc, Trảng Bom,
Đồng Nai, Hè Thu, 2016**

Nghiệm thức	Số hàng/ bắp (hàng)	Số hạt/hàng (hạt)	P 1.000 hạt (g)	Tỷ lệ tăng %	Năng suất (kg/1.000 m ²)	Vượt đôi chứng (%)
Nano-2	14,67	40,13	295,33	120	639,50	20,54
Đôi chứng	14,27	36,92	265,80	100	530,52	



**Hình 13: Thử nghiệm xử lý VLN trên cây ngô tại TT thực nghiệm Nông nghiệp Hưng Lộc,
Trảng Bom, Đồng Nai**

Ngoài những thử nghiệm nêu trên, VLN còn được thử nghiệm trên một số cây trồng khác như khoai lang, khoai tây, chè và cà tôm, cá chình kết quả đem lại rất khả quan.

- ❖ *Thử nghiệm trên cây khoai lang (600m²) tại công ty Tùng Lâm (Đồng Nai)*

Kết quả:

- Năng suất đạt 50tấn/ha
- Cây phát triển trong 120ngày.
- Khả năng sinh nhiều củ trên 1gốc.



Hình 14: Khoai lang xử lý VLN cho nhiều củ/gốc

- ❖ *Thử nghiệm trên cây khoai tây tại Thuận Thành, Bắc Ninh*

Kết quả:

- Năng suất tăng 35%
- Da củ căng đẹp
- Đặc biệt là có nhiều củ nặng tới 600g.



Hình 15: Kết quả thử nghiệm trên khoai tây

- ❖ *Trên cây chè tại Công ty chè Tuyên Quang*

Kết quả:

- Năng suất tăng trung bình 20%

- Lá chẻ dày hơn, xanh hơn
- Lượng búp nhiều hơn hẳn so với đối chứng.



Hình 16: Kết quả thử nghiệm trên chè

❖ *Trên một số cây rau màu tại Đà Lạt*



Cần tây sử dụng VLN sau 10 ngày

Cần tây đối chứng ko sử dụng VLN

Hình 17: Kết quả thử nghiệm trên cần tây

❖ *Thử nghiệm vi lượng nano đưa vào thức ăn nuôi tôm tại xã Hòa Tú 1, Sóc Trăng*

Thử nghiệm tiến hành trên 3 ao, mỗi ao 1800 m² và mỗi ao nuôi 100.000 con tôm giống, 2 ao được bổ sung VLN vào thức ăn và 1 ao làm đối chứng

Kết quả do chủ hộ báo cáo sau thu hoạch:

- Trong thời gian nuôi tôm đã không phải dùng bất kỳ loại thuốc kháng sinh nào
- Tỷ lệ tôm chết hao với ao có VLN là 9% trong khi ao không sử dụng là 30%

- Sau 25 ngày, ao đối chứng có hiện tượng tôm chết nhiều do bệnh cong thân và chủ hộ quyết định cho ăn VLN thì ngưng bệnh.

- Hai ao sử dụng VLN tôm có biểu hiện rất khỏe, ăn nhiều, và màu sắc con tôm đẹp hơn so với đối chứng.

- Khi thu hoạch, cả 2 ao sử dụng VLN cho thấy tôm không có biểu hiện bệnh gì mặc dù ao đối chứng đã có hiện tượng bệnh và ao nhà hàng xóm kế bên tôm bị chết vì bệnh gan mà vẫn không bị lây nhiễm.



Hình 18: Kết quả thử nghiệm trên tôm

❖ ***Thử nghiệm VLN trong nuôi cá chình Tại công ty cá giống Vạn Xuân ở Suối Cát, Cam Lâm, Khánh Hòa***

Kết quả do chủ hộ báo cáo như sau:

- Trong thời gian nuôi cá chưa phát hiện thấy bệnh tật gì

- Lô sử dụng VLN cá có biểu hiện rất khỏe, ăn nhiều, và màu sắc con cá đẹp hơn so với đối chứng.

- Khi thu hoạch, lô sử dụng VLN cho thấy cá lớn nhanh hơn so với đối chứng

Bảng 7: Báo cáo lô cá thương phẩm nuôi 45 ngày sử dụng vi lượng nano

Chỉ Tiêu	Bể đã sử dụng Nano	Bể đối chứng
Hệ số thức ăn (FCR)	3,19	5,35
Tốc độ tăng trưởng (kg/ngày)	2,98	1,15
Tốc độ tăng trưởng (g/ngày/con)	1,56	0,66
Tốc độ tăng trưởng (%/ngày)	0,228	0,101



Hình 19: Kết quả thử nghiệm trên cá chình

3. Kết quả nghiên cứu ứng dụng sản phẩm nano phức hợp trên một số cây trồng cạn của Viện KHKT Nông nghiệp miền Nam (IAS) liên kết với Viện Hàn Lâm Khoa Học và Công Nghệ Việt Nam.

3.1 Nghiên cứu phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long do nấm *neoscytalidium dimidiatum* gây ra bằng nano bạc, nano đồng, albit và anolit

Bệnh đốm nâu thanh long do nấm *Neoscytalidium dimidiatum* gây ra, phát sinh gây hại nghiêm trọng ở các vùng trồng thanh long xuất khẩu chủ lực của Việt Nam gồm Bình Thuận, Long An, Tiền Giang với gần 50% trong tổng số trên 35.000 ha bị nhiễm và đang có xu hướng gia tăng mạnh cả về diện tích và mức độ gây hại dẫn đến không đáp ứng được tiêu chuẩn xuất khẩu, gây thiệt hại kinh tế rất lớn cho nông dân. Biện pháp phòng trừ bằng các loại hóa chất trừ bệnh là chính, nhưng kém hiệu quả nên phải phun thuốc rất thường xuyên gây thiệt hại nặng kinh tế cho người trồng thanh long, ô nhiễm môi trường và mất cân bằng sinh thái.

Trên thế giới, các loại sản phẩm nano như Nano bạc, Nano đồng, Nano Coban hay Albit, Anolit đã được ứng dụng rộng rãi trong nông nghiệp từ nhiều năm nay để tăng năng suất và bảo vệ cây trồng khỏi các loài dịch hại. Ở Việt Nam, gần đây các sản phẩm nano được sử dụng như là dinh dưỡng vi lượng giúp tăng năng suất cây trồng, bên cạnh đó một số nghiên cứu in vitro đánh giá khả

năng kiểm soát nấm gây hại cây trồng đã được thực hiện cho thấy Nano bạc, Nano đồng có khả năng ức chế rất tốt sự phát triển của nấm *Colletotrichum* sp., *Fusarium oxysporum* và *Rhizoctonia sonali*, nhưng chưa được kiểm chứng với nấm *Neoscytalidium dimidiatum* gây bệnh đốm nâu thanh long.

- ***Thí nghiệm và phương pháp nghiên cứu***

Thí nghiệm xác định hiệu lực của nano bạc đối với nấm *Neoscytalidium dimidiatum* ở điều kiện *in vitro*

Thời gian và địa điểm: thí nghiệm được thực hiện từ tháng 10-11/2014 tại Phòng NC Bảo vệ thực vật, Viện KHKT Nông Nghiệp Miền Nam

Vật liệu thí nghiệm chính: 2 nano đơn là nano bạc, nano đồng, Albit và Anolit và các thiết bị phòng thí nghiệm

- ✓ ***Thí nghiệm***

Bố trí thí nghiệm: Nano bạc ở nồng độ 50, 100, 150, 200, 250, 300ppm và đối chứng không nhiễm Nano bạc được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên (RCD), 5 lần nhắc lại. Mỗi đĩa Petri là một ô cơ sở.

Chuẩn bị môi trường PDA thí nghiệm: Nấm *N. dimidiatum* đã thuần được nuôi cấy trên môi trường PDA (MT1) để sử dụng làm nguồn nấm thí nghiệm. 10ml môi trường PDA đã trộn đều Nano bạc ở mỗi nồng độ thí nghiệm (MT2) và 10ml môi trường PDA (MT0) được cho vào đĩa Petri 9cm, khi môi trường đặc nguội, 1 miếng MT1 chứa sợi nấm *N. dimidiatum* có đường kính 2mm được cấy vào tâm đĩa Petri chứa MT2 và MT0. Sau đó các đĩa Petri này được ủ trong điều kiện nhiệt độ phòng.

Theo dõi sự phát triển của nấm *N. dimidiatum*: quan sát và đo đường kính tản nấm ở 24 và 42 giờ sau cấy. Mỗi đĩa Petri đo đường kính tản nấm ở 3 vị trí cách đều nhau theo chu vi của đĩa để tính đường kính tản nấm/ đĩa. Tính hiệu lực của Nano bạc dựa trên đường kính tản nấm phát triển trên môi trường PDA (Φ), cụ thể:

$$\text{Hiệu lực ức chế (\%)} = [(A - B)/A] \times 100$$

Trong đó:

A là Φ ở đĩa môi trường PDA không trộn nano

B là Φ ở đĩa môi trường PDA trộn nano

Thí nghiệm đánh giá hiệu lực phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long của Nano bạc, Nano đồng, Albit và Anolit ở điều kiện nhà kính

Thời gian và địa điểm: thí nghiệm được thực hiện từ tháng 10-12/2014 tại Viện Khoa Học Kỹ Thuật Nông Nghiệp Miền Nam

Cơ sở thiết lập thí nghiệm: từ thí nghiệm trong phòng, chọn mức nồng độ Nano bạc có hiệu quả ức chế nấm *N. dimidiatum* cao nhất để đánh giá khả năng phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long ở điều kiện nhà lưới, đồng thời xác định phương pháp xử lý thuốc có hiệu quả cao nhất.

✓ *Phương pháp nghiên cứu*

Cách tiến hành thí nghiệm: Nano bạc ở nồng độ 250 ppm và Albit, Anolit, Nano đồng ở nồng độ khuyến cáo 2%, 35ppm, 100ppm tương ứng được sử dụng để phun ướt đều trên cây thanh long ở 2 thời điểm ký hiệu là C1 và C2: C1 là phun lần đầu ở thời điểm trước nhiễm nấm 10 ngày, lần 2 sau nhiễm nấm 10 ngày và lần 3 ở thời điểm 10 ngày sau phun lần 2, tổng số lần phun là 3. C2 là phun lần đầu cùng thời điểm phun lần 2 của C1, các lần tiếp theo cách nhau 10 ngày, tổng số lần phun như C1.

Bố trí thí nghiệm: 9 nghiệm thức (4 loại nano x 2 thời điểm xử lý và đối chứng không phun) được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên (RCD), mỗi nghiệm thức 9 chậu.

Chuẩn bị nguồn nấm *N. dimidiatum* và nhiễm nấm: nguồn nấm đã làm thuần được nhân mật số trên môi trường PDA, sau 5 ngày nuôi cấy, thu thập các bào tử, pha loãng bằng nước cất trước khi phun lên cây. Các hom thanh long sạch bệnh được trồng trong chậu nhựa có dung tích 20 lít chứa giá thể đất sạch (3 hom/chậu), ở thời điểm 30 ngày sau khi cành mới thứ nhất xuất hiện tiến

hành gây 10 vết thương/cành bằng kim vô trùng và phun dung dịch bào tử nấm mật số $1,3 \times 10^6$ cfu/ml ướt đều các cây/chậu vào buổi chiều mát.

Phương pháp theo dõi: theo dõi bệnh ở thời điểm trước xử lý nano và 7 ngày sau mỗi lần phun nano theo C2.

Chỉ tiêu theo dõi:

$$+ \text{Tỷ lệ hại (TLH) (\%)} = (A/B) \times 100$$

Trong đó:

A: Tổng số cành bị hại B: Tổng số cành điều tra

+ Chỉ số hại (CSH) được tính theo công thức của Townsend- Heuberger:

$$CSH (\%) = \frac{\sum(a.b)}{N.T} .100$$

N.T

Trong đó:

$\sum(a.b)$: Tổng của tích số giữa cành bị hại với cấp hại tương ứng

N: Tổng số cành điều tra

T: hại cao nhất trong bảng phân cấp

+ Thang phân cấp bệnh hại như sau:

Cấp 1: < 1% diện tích bị hại Cấp 3: 1 - 5% diện tích bị hại

Cấp 5: > 5 – 25% diện tích bị hại Cấp 7: >25 – 50% diện tích bị hại

Cấp 9: > 50% diện tích bị hại

Đánh giá hiệu lực phòng trừ của thuốc theo công thức Abbott.

$$\text{Hiệu quả (\%)} = [1 - (Ta/Ca)] \times 100$$

Trong đó:

Ta: mức gây hại trong lô thí nghiệm sau xử lý.

Ca: mức gây hại trong lô đối chứng sau xử lý.

- **Kết quả thí nghiệm**

Hiệu lực của nano bạc (Nano đơn) đối với nấm *Neoscytalidium dimidiatum* ở điều kiện in vitro

Hiệu lực ức chế sự phát triển của nấm *N. dimidiatum* gây bệnh đốm nâu thanh long của Nano bạc được ghi nhận ở *Bảng 8* cho thấy đường kính tản nấm ở môi trường nuôi cấy có nano phát triển chậm hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với đối chứng và giảm dần khi tăng nồng độ nano ở cả hai thời điểm theo dõi do đó hiệu lực ức chế nấm tăng dần theo mức tăng nồng độ nano. Trong đó, môi trường nuôi cấy có Nano bạc ở nồng độ ≥ 250 ppm có khả năng ức chế hoàn toàn sự phát triển của nấm ở tất cả các thời điểm theo dõi, tương đương với các loại hóa chất trừ nấm hoạt chất Mancozeb được 63% và 40% hộ trồng thanh long ở Long An và Tiền Giang sử dụng phòng trừ bệnh đốm nâu và cao hơn các loại thuốc gốc đồng với 25%, Difenoconazole với 20%, Hexaconazole với 41% số hộ ở Bình Thuận và Long An sử dụng được đánh giá trong điều kiện in vitro ở nồng độ khuyến cáo. Ở các nồng độ Nano bạc thấp hơn, hiệu lực ức chế nấm *N. dimidiatum* phát triển ở mức thấp hơn (71-93%), nhưng tương đương với nhóm thuốc gốc đồng, Difenoconazol Hexaconazole, Cacbendazim (với 33% và 13% số hộ tại Long An và Tiền Giang sử dụng) ở điều kiện in vitro.

Như vậy, ở điều kiện in vitro Nano bạc nồng độ 25-250 ppm có khả năng ức chế sự phát triển của nấm *N. dimidiatum* tương đương với các loại hóa chất trừ nấm đang được sử dụng phổ biến trong phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long tại Bình Thuận, Long An và Tiền Giang.

Bảng 8: Hiệu lực ức chế nấm *Neoscytalidium dimidiatum* của Nano bạc ở điều kiện in vitro

Đường kính (mm)	Thí nghiệm		Hiệu lực (%)	
	24 giờ	48 giờ	24 giờ	48 giờ

Nano bạc 25ppm	1,08b	2,57b	56,58d	71,23
Nano bạc 50ppm	1,03bc	2,67b	58,95d	70,10
Nano bạc 100ppm	0,69bc	1,92c	71,85cd	78,48
Nano bạc 150ppm	0,61cd	1,74c	75,57bc	80,47
Nano bạc 200ppm	0,29df	0,55d	88,61ab	93,93
Nano bạc 250ppm	0f	0f	100,00a	100,00a
Nano bạc 300ppm	0f	0f	100,00a	100,00a
ĐC (PDA)	2,49a	8,92a		
Pro.	0,000	0,000	0,000	0,000

* Ghi chú: ĐC là không xử lý nano bạc. Các giá trị trong cột có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua trắc nghiệm Duncan ở $p = 0,05$, các số liệu đường kính tán nấm được chuyển đổi sang $(x + 0,5)1/2$ trước khi xử lý thống kê.

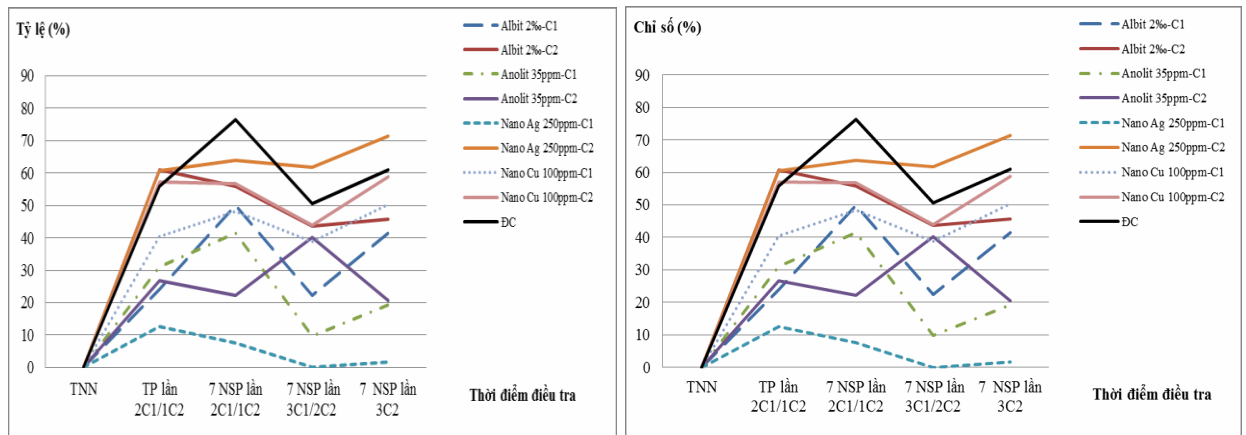
Hiệu lực phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long của nano bạc (Nano đơn) ở điều kiện nhà lưới

Diễn biến bệnh đốm nâu thanh long thí nghiệm ở điều kiện nhà lưới

Diễn biến bệnh đốm nâu thanh long thí nghiệm được ghi nhận ở hình 20 cho thấy các nghiệm thức phun nano, Albit, Anolit lần thứ nhất trước nhiễm nấm 10 ngày (C1) bệnh diễn biến ở mức thấp hơn so với các nghiệm thức phun cùng loại nano lần thứ nhất sau nhiễm nấm 10 ngày (C2), ngoại trừ Anolit. Trong các loại nano thí nghiệm, nghiệm thức Nano bạc-C1 bệnh đốm nâu ở mức thấp nhất và giảm mạnh từ sau nhiễm nấm 10 ngày lần 2 (C1/1C2) đến 7 ngày sau phun nano lần 3 (7 NSP lần 3C1/2C2), sau đó gần như không phát triển đến kết thúc theo dõi, trong khi đó nghiệm thức Anolit-C1 và Albit-C1 bệnh đốm nâu tiếp tục phát triển đến 7 này sau phun lần 2, sau đó giảm mạnh đến thời điểm 7 ngày sau phun lần 3 trước khi phát triển nhanh trở lại.

Ở các nghiệm thức phun nano, Albit, Anolit theo C2, nghiệm thức phun Anolit-C2 bệnh đốm nâu hầu như phát triển chậm và ở mức thấp hơn các

nghiệm thức khác từ sau nhiễm nấm 10 ngày đến kết thúc theo dõi, các nghiệm thức khác bệnh đốm nâu phát triển gần như tương đương với nghiệm thức đối chứng.



Hình 20: Diễn biến bệnh đốm nâu thanh long ở các nghiệm thức; C1 là phun nano lần thứ nhất trước nhiễm nấm 10 ngày; C2 là phun nano lần thứ nhất sau nhiễm nấm 10 ngày; TNN là trước nhiễm nấm, TP là trước phun nano, NSP là ngày sau phun nano, ĐC là không phun nano.

Hiệu lực phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long bằng nano bạc (Nano đơn) ở điều kiện nhà lưới

Trong các loại nano, Albit, Anolit sử dụng thí nghiệm, nghiệm thức Nano bạc-C1 có khả năng phòng trừ hiệu quả 95,53% bệnh đốm nâu thanh long ở thời điểm 7 ngày sau lần phun 2, sau lần phun 3 hiệu quả phòng trừ bệnh là 100% và duy trì ở mức 98% đến thời điểm 14 ngày sau phun lần 3. Các nghiệm thức phun Anolit cũng cho thấy hiệu quả phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long, trong khi đó các nghiệm thức khác hầu hết không có hiệu quả phòng trừ bệnh ở các thời điểm theo dõi. Kết quả phân tích thống kê cho thấy hiệu lực phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long của nghiệm thức Nano bạc-C1 cao hơn có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức phun Nano đồng, Albit và Nano bạc-C2 (Bảng 9).

Bảng 9: Hiệu lực phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long của nano bạc (Nano đơn) ở điều kiện nhà lưới

	Hiệu lực (%)
--	--------------

Nghiệm thức	7 NSP	7 NSP	7 NSP
	lần 2 C1 hoặc 1 C2	lần 3 C1 hoặc 2 C2	lần 3 C2
Albit 2‰-C1	44,39bc	58,23bc	38,88bc
Albit 2‰-C2	30,41c	20,27cd	37,25bc
Anolit 35ppm-C1	45,91bc	85,05ab	75,79ab
Anolit 35ppm-C2	71,06ab	10,00d	74,87ab
Nanobạc	95,53a	100,00a	98,55a
Nanobạc	26,20c	3,74d	8,82c
Nanodồng	26,28c	28,58cd	30,78c
100ppm- C1			
Nanodồng	33,54c	34,56cd	21,80c
100ppm- C2			
Prob.	0,0052	0,000	0,001

Ghi chú: C1 là phun nano lần thứ nhất trước nhiễm nấm 10 ngày, C2 là phun nano lần thứ nhất sau nhiễm nấm 10 ngày, NSP là ngày sau phun. Các giá trị trong cột có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua trắc nghiệm Duncan ở mức $p = 0,05$. Các số liệu được chuyển đổi sang arcsin $x/2$ trước khi xử lý thống kê, số 0 được chuyển thành $1/4n$, 100 được chuyển thành $100-(1/4n)$ trước khi arcsin $x/2$.

Để đánh giá hiệu quả phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long của 3 lần phun nano, Anolit, Albit theo thời điểm bắt đầu xử lý, chỉ số AUDPC (The Area Under the Disease Progress Curve) được sử dụng để đánh giá mức độ bệnh tích lũy ở mỗi nghiệm thức từ khi nhiễm nấm đến kết thúc theo dõi. Kết quả ghi nhận ở Bảng 3.3 cho thấy nghiệm thức Nano bạc-C1 có chỉ số AUDPC thấp hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức Nano bạc-C2, các nghiệm thức phun cùng loại còn lại không cho thấy khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa 2 thời điểm bắt đầu xử lý. Kết quả thí nghiệm cũng cho thấy nghiệm thức Nano bạc-C1 có chỉ số AUDPC thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại, ngoại trừ nghiệm thức Anolit-C1.

Sau 3 lần phun, nghiệm thức Nano bạc-C1 làm giảm > 91% bệnh đốm nâu thanh long so với đối chứng không phun nano, cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức phun Albit, nano đồng, Nano bạc-C2 và Anolit-C2, nghiệm thức Anolit-C1 cũng cho thấy khả năng phòng trừ bệnh đốm nâu khi làm giảm > 68% bệnh.

Bảng 10: Hiệu quả phòng trừ bệnh đốm nâu thanh long bằng nano bạc (Nano đơn) ở điều kiện nhà lưới

Nghiệm thức	AUDPC (%.ngày)		Giảm so với đối chứng (%)	
	Tỷ lệ	Chỉ số	Tỷ lệ	Chỉ số
Albit 2‰-C1	989,97cde	261,45bc	46,11bcd	55,31bc
Albit 2‰-C2	1.475,89abc	381,18ab	19,65de	34,84ed
Anolit 35ppm-C1	584,27ef	144,81cd	68,19ab	75,25ab
Anolit 35ppm-C2	834,20de	294,24bc	54,59bc	49,70bc
Nano bạc 250ppm-C1	151,41f	19,99d	91,76a	96,58a
Nano bạc 250ppm-C2	1.723,82ab	581,82a	6,15e	0,55e
Nano đồng 100ppm- C1	1.278,46bcd	342,78bc	30,40cde	41,41bcd
Nano đồng 100ppm-C2	1.575,85ab	416,99ab	14,21de	72ed
ĐC	1.836,87a	585,01a		
Prob.	0,000	0,000	0,001	0,000

* Ghi chú: AUDPC là chỉ số diện tích dưới đường cong diễn tiến bệnh, C1 là phun nano lần thứ nhất trước nhiễm nấm 10 ngày, C2 là phun nano lần thứ nhất sau nhiễm nấm 10 ngày, ĐC là không xử lý nano. Các giá trị trong cột có cùng ký tự theo sau khác biệt không có ý nghĩa thống kê qua trắc nghiệm Duncan ở mức $p = 0,05$. Các số liệu được chuyển đổi sang arcsin $x/2$ trước khi xử lý thống kê, số 0 được chuyển thành $1/4n$ trước khi arcsin $x/2$.

✓ **Kết luận**

Sử dụng Nano bạc ở nồng độ ≥ 250 ppm có khả năng ức chế hoàn toàn sự phát triển của nấm *Neoscytalidium dimidiatum* gây bệnh đốm nâu thanh long trong điều kiện in vitro.

Phun Nano bạc và Anolit ở nồng độ 250 ppm và 35 ppm trước nhiễm nấm *Neoscytalidium dimidiatum* 10 ngày làm giảm $> 96\%$ và $> 75\%$ bệnh đốm nâu thanh long ở điều kiện nhà lưới.

3.2 Xác định ảnh hưởng của hạt nano Đồng (nano đơn) và chế phẩm Albit đến sinh trưởng, năng suất và chất lượng lúa ngắn ngày

Hạt nano kim loại và chế phẩm Albit đã được nhiều nước trên thế giới ứng dụng và được xem là giải pháp kỹ thuật hiệu quả để tăng năng suất và tính chống chịu stress (sinh học và phi sinh học) của cây trồng. Đây là thí nghiệm thăm dò trên cây lúa ở Nam Bộ do Viện Công nghệ Môi trường đề xuất.

- ***Vật liệu và phương pháp thí nghiệm***

- ✓ ***Vật liệu thí nghiệm***

- Giống lúa: 3 giống lúa ngắn ngày phổ biến ở phía Nam: VN121, OM4900 và IR50404

- Chất xử lý hạt giống: hạt nano kim loại Cu và chế phẩm Albit

- ✓ ***Phương pháp thí nghiệm, cách thực hiện***

- Phương pháp xử lý hạt giống: do do Viện CNMT thực hiện; hạt sau xử lý được ngâm ủ cho nảy mầm rồi đem gieo mạ để cấy;

- Bố trí thí nghiệm: thí nghiệm được bố trí lô lớn, tuần tự không lặp lại, diện tích 40 m²/ô thí nghiệm;

- Kỹ thuật canh tác: sử dụng biện pháp cấy, tuổi mạ 20 ngày, cấy 1 tếp tuyệt đối, bón phân chăm sóc theo qui trình canh tác lúa ngắn ngày, không xịt thuốc phòng trừ đạo ôn;

- Thời gian và địa điểm: thí nghiệm được thực hiện trong vụ Xuân Hè, tháng 1-4/2014, trên chân ruộng chủ động được nước tưới tại xã Long Phước, huyện Long Thành, Đồng Nai;

✓ *Chỉ tiêu theo dõi, đánh giá*

- Đặc điểm sinh trưởng, màu sắc lá, sâu bệnh hại;

- Năng suất và thành phần năng suất: lấy mẫu 1 m², 7 điểm/ô thí nghiệm, so sánh T-test giữa công thức xử lý hạt giống với công thức đối chứng (ĐC) không xử lý hạt giống;

- Phân tích và đánh giá các chỉ tiêu chất lượng chính như: tỷ lệ gạo, bạc bụng, hàm lượng amylose, chất lượng cơm,... theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN) và IRRI (1966);

- Xử lý số liệu bằng phần mềm Excel và SAS 9.1.1

• ***Kết quả và thảo luận***

✓ *Đặc điểm sinh trưởng, tính chống chịu các giống lúa thí nghiệm*

Bảng 11, 12 và 13 cho thấy: công thức xử lý hạt kim loại Cu và chất Albit có ảnh hưởng trong việc kích thích sự sinh trưởng của lúa theo hướng tăng chiều cao và chiều dài bông, làm màu lá đậm hơn nhưng giảm về thời gian sinh trưởng. Mặc dù các chỉ tiêu định lượng về sinh trưởng là chưa đủ giá trị thực tiễn nhưng sự tác động này là rõ ràng do thể hiện trên cả 3 giống lúa thí nghiệm. Đặc biệt, hai công thức xử lý hạt thể hiện tác động làm tăng khả năng chống chịu bệnh đạo ôn trên giống lúa OM4900. Hai giống VN121 và IR50404 có tính chống chịu đạo ôn tốt nên tác động của công thức thí nghiệm đến tính chống chịu chưa được thể hiện.

Bảng 11. Đặc tính sinh trưởng, tính chống chịu giống lúa VN121

qua 2 biện pháp xử lý hạt

Stt	Tên giống	TGST (ngày)	Cao cây (cm)	Màu lá	Dài bông (cm)	Đạo ôn (cấp)	Ghi chú
1	VN121 ĐC	110	91.5	Xanh	20.6	0-1	

2	VN121 Cu	108	92.4	Xanh +	21.2	0-1	
3	VN121 Albit	108	92.9	Xanh +	22.0	0-1	

Bảng 12. Đặc tính sinh trưởng, tính chống chịu giống lúa OM4900 qua 2 biện pháp xử lý hạt

Stt	Tên giống	TGST (ngày)	Cao cây (cm)	Màu sắc lá	Dài (cm)	Đạo ôn (cấp)	Ghi chú
1	OM4900 ĐC	116	87.8	Xanh	20.6	5	
2	OM4900 Cu	114	89.2	Xanh +	21.5	5	
3	OM4900 Albit	114	91.6	Xanh +	22.4	1-3	

Bảng 13. Đặc tính sinh trưởng, tính chống chịu giống lúa IR50404 qua 2 biện pháp xử lý hạt

Stt	Tên giống	TGST (ngày)	Cao cây (cm)	Màu sắc lá	Dài bông (cm)	Đạo ôn (cấp)	Ghi chú
1	IR 50404 ĐC	105	70.7	Xanh	19.5	0-1	
2	IR 50404 Cu	103	72.8	Xanh +	20.1	0-1	
3	IR 50404 Aibit	103	74.6	Xanh +	21.2	0-1	

✓ *Năng suất và thành phần năng suất giống của các giống lúa thí nghiệm*

Bảng 14, 15 và 16 cho thấy: công thức xử lý hạt kim loại Đồng và chất Albit có xu hướng làm gia tăng các yếu tố cấu thành năng suất đối với cả 3 giống thí nghiệm. Ảnh hưởng đến chỉ tiêu số bông/m² thể hiện rõ (có ý nghĩa thống kê) trên giống VN121 và OM4900, trong đó ảnh hưởng của chế phẩm Albit rõ ràng hơn hạt kim loại Đồng. Về năng suất lúa, chế phẩm Albit thể hiện tác động tích cực rõ rệt trên cả 3 giống với mức tăng năng suất có ý nghĩa thống kê so với ĐC; công thức xử lý hạt Cu chỉ thể hiện hiệu quả có ý nghĩa thống kê trên giống VN121. Trắc nghiệm T-test trên chỉ tiêu hạt chắc/bông và KL1000 hạt chưa thể hiện sai khác có ý nghĩa giữa công thức thí nghiệm xử lý hạt giống

và ĐC nhưng xu hướng làm tăng các chỉ tiêu này kết hợp với sự gia tăng có ý nghĩa chỉ tiêu bông/m² đã đóng góp vào việc gia tăng năng suất thuyết phục như kết quả đã phân tích.

Tuy nhiên, đây chỉ là kết quả của thí nghiệm thăm dò nên giá trị tác động của hạt kim loại đồng và chế phẩm Albit đến năng suất lúa cần được kiểm định thêm bằng các thí nghiệm chính quy khác.

Bảng 14. Thành phần năng suất và năng suất giống VN121 qua 2 biện pháp xử lý hạt

Stt	Tên giống	Số bông /m ²	Số hạt chắc/bông	Tỷ lệ hạt lép (%)	KL1000 hạt (gam)	NS (tấn/ha)
1	VN121 ĐC	195	62	27.1	24.0	5.41
2	VN121 Cu	221*	64ns	23.7 ns	24.3 ns	5.88*
3	VN121 Albit	228*	68 ns	20.9 ns	24.7 ns	6.15*

*ns và *:* không khác biệt và khác biệt với ĐC theo phép thử T-test ($P < 0,05$)

✓ *Chất lượng của các giống lúa thí nghiệm*

Bảng 15, 16 và 17 cho thấy: ảnh hưởng của công thức xử lý hạt kim loại đồng và chất Albit đến phẩm chất các giống lúa gần ngày phổ biến ở Nam Bộ là chưa rõ. Các chỉ tiêu chất lượng quan trọng được định lượng như: tỷ lệ gạo nguyên, hàm lượng amylose và chỉ tiêu định tính như cấp bạc bụng, độ mềm-dẻo và độ trắng của cơm nấu ở các công thức thí nghiệm đều tương đồng với ĐC và thể hiện được đặc tính giống lúa. Các sai lệch trong bảng số liệu phân tích chỉ ở mức sai số nhỏ, chưa thể hiện khác biệt chất lượng do tác động yếu tố bên ngoài.

Bảng 15. Chất lượng giống lúa VN121 qua 2 biện pháp xử lý hạt

Stt	Ký hiệu mẫu	% gạo nguyên	Bạc bụng (cấp)	Amylose (%)	Độ mềm cơm (cấp)	Độ dính cơm (cấp)	Độ trắng cơm (cấp)
1	VN121 ĐC	49,3	3	21,0	4,8	4,8	4
2	VN121 Cu	50,1	3	21,1	4,7	5,0	4
3	VN121 Albit	49,9	3	20,8	4,9	5,0	4

Bảng 16. Chất lượng giống lúa OM4900 qua 2 biện pháp xử lý hạt

Stt	Ký hiệu mẫu	% gạo nguyên	Bạc bụng (cấp)	Amylose (%)	Độ mềm cơm (cấp)	Độ dính cơm (cấp)	Độ trắng cơm (cấp)
1	OM4900 ĐC	45,3	0	19,1	5,0	4,7	4,5
2	OM4900 Cu	46,7	0	18,2	5,0	4,8	4,8
3	OM4900 Albit	46,0	0	18,8	5,0	5,0	4,5

Bảng 17. Chất lượng giống lúa IR50404 qua 2 biện pháp xử lý hạt

Stt	Ký hiệu mẫu	% gạo nguyên	Bạc bụng (cấp)	Amylose (%)	Độ mềm cơm (cấp)	Độ dính cơm (cấp)	Độ trắng cơm (cấp)
1	IR50404 ĐC	52,3	3	24,6	2,5	2,3	3
2	IR50404 Cu	52,0	3	24,5	2,5	2,1	3
3	IR50404 Aibit	52,7	3	24,9	2,4	2,3	3

- **Kết luận và đề nghị**

Hạt nano đồng và chế phẩm Albit có ảnh hưởng tích cực đến sinh trưởng phát triển, tính chống chịu và năng suất lúa theo hướng rút ngắn thời gian sinh trưởng, tăng cường tính chống chịu đạo ôn và tăng năng suất lúa; tác động của chế phẩm Albit rõ hơn tác động của hạt nano đồng trong thí nghiệm này; Đề nghị bố trí các thí nghiệm chính qui và trong các mùa vụ, chân đất khác nhau để có đánh giá tin cậy hơn tác động của hạt nano đồng và chế phẩm Albit đến cây lúa ngắn ngày ở Nam Bộ. Đề nghị chuyển sang nghiên cứu vi lượng dạng nano phức hợp đối với lúa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Loomis R.S., Connor D.J. 1992. *Crop Ecology: productivity and management in agricultural systems*. Cambridge University Press, Cambridge, 538.
2. Raun W.R. and Johnson G.V. 1999. *Improving nitrogen use efficiency for cereal production*. Argon J. 91: 357-363.
3. Solanki P., Bhargava A., Chhipa H. et al. 2015. *Nano-fertilizers and their smart delivery System*. *Nanotechnology in food and agriculture*. M. Rai et al. eds. Springer IPS 2015.
4. Азизбемян С.Г. и Домаш В.И. 2015. Наноплант – новое отечественное микроудобрение. Наше Сельское Хозяйство –Агрономия: Земледелие 07.2015, с. 2-4.
5. Азизбемян С.Г., Набиуллин А.Р., Домаш В.И. 2012. Исследование эффективности микроудобрений на основе наночастиц биоэлементов. Нанотехника 4, 70-71, 2012 (Nghiên cứu hoạt lực của phân vi lượng trên cơ sở các hạt nano kim loại có nguồn gốc sinh học).
6. E. M. Popov, “*Ecological-economical grounding of promising development of technologies based on the most common nanoparticles application*” Nauchn.Vestn. Mosk. Gos. Gorn. Univ., No. 11, 194–198 (2013).
7. Fedorenko V.F., Buklagin D.S., Golubev I.G. et al. 2015, *Review of Russian Nanoagents for Crops Treatment*. Rossiiskie Tekhnologii, 2015, vol. 10, Nos 3-4.
8. Churilov D.G., Gorokhova M.N., Budarina G.I. et al. 2011. *Features of corn and sunflower growth if seeds are processed by cobalt nanoparticles*. Trudy GOSNITI, 46-48, 2011.
9. Jankowski K., Deska J., Truba M. et al. 2013. *Impact of Nano-Gro stimulator on the seeds germination and growth kinetics of seedlings of selected grass and legumess species*. Environmental Protection and Natural Resources 2013, vol. 24, No 1(55), 23-26.
10. Zedrszczyk E., Ambroszczyk A.M. *The influence of NANO-GRO® organic stimulator on the yielding and fruit quality of field tomato (Lycopersicon esculentum Mill.)*. Folia Horticulture 28/1 (2016): 87-94.

11. Harms C.L., Oplinger E.S. *Plant growth regulators: The use in crop production*. NCR-103 Committee, North Central Region Extension Publication 303.
12. Fedotov G.N., Fedotova M.F., Shalaev V.S. và cs. 2016. *К вопросу о стимуляции прорастания семян с неглубоким покоем (Về vấn đề kích thích nảy mầm hạt giống ngủ nghỉ không sâu)*. TC Lesnoi Vestnik. Seleksia i Instruksia Rastenia N1, 147-157, 2016.
13. Kauffman G.L., Kneivel D.P., Watschke T.L.. 2007. *Effect of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass*. Crop Sci. 47, 261-267.
14. Nadakavukaren M, McCracken D (1985) *Botany: an introduction to plant biology*. West, New York.
15. Eichert T, Kurtz A, Steiner U, Goldbach HE (2008) *Size exclusion limits and lateral heterogeneity of the stomatal foliar uptake pathway for aqueous solutes and water-suspended nanoparticles*. Physiol Plantarum 134(1):151–160.
16. Eichert T, Goldbach HE (2008) *Equivalent pore radii of hydrophilic foliar uptake routes in stomatous and astomatous leaf surfaces—further evidence for a stomatal pathway*. Physiol Plantarum 132(4):491–502.
17. Willmer C and Fricker M (1996) *Stomata*. Chapman and Hall ed., London
18. Birbaum K, Brogioli R, Schellenberg M, Martinoia E, Stark WJ, Gunther D, Limbach LK (2010) *No evidence for cerium dioxide nanoparticle translocation in Maize plants*. Environ Sci Technol 44(22):8718–8723.
19. Brayner R, Ferrari-Iliou R, Brivois N, Djediat S, Benedetti MF, Fievet F. *Toxicological impact studies based on Escherichia coli bacteria in ultrafine ZnO nanoparticles colloidal medium*. Nano Lett. 2006; 6:866–870.
20. Reddy KM, Feris K, Bell J, Wingett DG, Hanley C, Punnoose A. *Selective toxicity of zinc oxide nanoparticles to prokaryotic and eukaryotic systems*. Appl. Phys. Lett. 2007; 90: 2139021–2139023.

21. Zhang LL, Jiang YH, Ding YL, Povey M, York D. *Investigation into the antibacterial behaviour of suspensions of ZnO nanoparticles (ZnO nanofluids)*. J.Nanopart. Res. 2007; 9:479–489.
22. Shrivastava S, Bera T, Roy A, Singh G, Ramachandrarao P and Dash D. *Characterization of enhanced antibacterial effects of novel silver nanoparticles*, Nanotechnology. 2007; 18: 225103.
23. Kim KJ, Sung WS, Suh BK, Moon SK, Choi JS, Kim JG. *Antifungal activity and mode of action of silver nano-particles on Candida albicans*. Biometals. 2009; 22:235-242.
24. Kanhed P, Birla S, Gaikwad S, Gade A, Seabra AB, Rubilar O, Duran N, Rai M. *In vitro antifungal efficacy of copper nanoparticles against selected crop pathogenic fungi*. Materials Letters. 2014, 115: 13-17.
25. Ouda SM. *Antifungal activity of silver and copper nanoparticles on two plant pathogens, Alternaria alternata and Botrytis cinerea*. Research Journal of Microbiology. 2014, 9: 34-42.
26. Yamamoto O (2001) Influence of particle size on the antibacterial activity of zinc oxide. Int. J. Inorg. Mater. 3:643–646.
27. Nguyễn T.P.P. (2011). Nghiên cứu chế tạo dung dịch Cu nano làm nguyên liệu chế tạo thuốc bảo vệ thực vật kháng và diệt bệnh nấm hồng Corticium salmonicolor, bệnh phấn trắng Oidium Heveae trên cao su. Báo cáo đề tài tỉnh Đồng Nai.
28. Nguyen H.C., Nguyen T.T., Dao T.H. et al. 2016. Preparation of Ag/SiO₂ nanocomposite and assessment of its antifungal effect on soybean plant (a Vietnamese species DT26). Adv. Sci. and technol.: Nanotechnology and Application. Đã được chấp nhận đăng số cuối năm 2016.
29. Ryu CM, Kang BR, Han SH et al. Tobacco cultivars vary in induction of systemic resistance against cucumber mosaic virus and growth promotion by Pseudomonas chlororaphis 06 and its gacS mutant Eur J. Plant Pathol. 2007; 119: 383-390.
30. Gajjar P, Pettee B, Britt DW. Antimicrobial activities of commercial nanoparticles against an environmental soil microbe Pseudomonas putida KT 2440. J. Biol Eng. 2009; 3:9 -18.

31. Loper JE, Hassan KA, Mavrodi DV et al. Comparative genomics of plant-associated pseudomonas spp.: Insights into diversity and inheritance of traits involved in multitrophic interactions. *PloS Genet.* 2012; 8: e1002784.
32. Lin D, Xing B. Root uptake and phytotoxicity of ZnO nanoparticles. *Environ Sci Technol.* 2008; 42:5580–5585.
33. Churilov G. I. Các hiệu ứng sinh học-sinh thái của các hạt kim loại dạng nano tinh thể. Tóm tắt luận án TSSH. Tp. Balashikha, 2010.
34. Doshi R, Braida W, Christodoulatos C, Wazne M, O'Connor G. Nano-aluminum: transport through sand columns and environmental effects on plants and soil communities. *Environ Res.* 2008; 106:296–303.
35. Shah V, Belozerova I. Influence of metal nanoparticles on the soil microbial community and germination of lettuce seeds. *Water Air Soil Pollut.* 2009; 197:143–148.
36. Scott N. R. Nanoscience in veterinary medicine. *Vet. Res. Commun.*, 31(Suppl.1), 139-141, 2007.
37. Chen H., Weiss. J. and Shahidi F. Nanotechnology in nutraceuticals and functional foods. *Food Technol.*, 30-36, March 2006.
38. Ammerman C. B. and Miller S. M. Bioavailability of minor mineral ions: A review. *J. Anim. Sci.* 35: 681-694, 1972.
39. Ген М.Я., Миллер А.В. Левитационный метод получения ультрадисперсных порошков металлов. *Поверхность. Физика, химия, механика.* № 2, 150–154, 1983.
40. Pavlov G. V., Folmanis G. E.. *Биоактивность ультрадисперсных порошков: Монография. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1999. 78с.*
41. Nazarova A. A. Ảnh hưởng của các bột kim loại siêu phân tán Fe, Co và Cu lên trạng thái sinh lý của đàn gia súc ở thời kỳ bú sữa. Luận án PTS SH. Riazan, 2009.
42. Ю. А. Кармацких, Использование бентонита Зырянского месторождения в животноводстве. Дисс. Д-ра С.-Х. наук. Новосибирск – 2009.

43. В. А. Крохина, Калашников А.П., Фисинин В.И. Комбикорма, кормовые добавки и ЗЦМ для животных (состав и применение) справочник,-М. Агропромиздат, 1990, 304 с.
44. Н.В. Кравчик. Монмориллонитовая глина при кормлении свиней. В кн.: Теория и практика рационального кормления животных. 1984, с. 27030.
45. Н.В. Очкась. Прогнозирование конкурентно-способности говядины. В сб. «Прогнозирование конкурентно-способности основных видов продовольствия в условиях Краснодарского края. Краснодар, 1997, с. 110 -117.
46. В.А. Луговский. Прогнозирование конкурентно-способности основных видов продовольствия в условиях Краснодарского края. Краснодар, 1997, с. 129 -137.
47. В.Г. Мирошников. Прогнозирование конкурентно-способности свинины. В сб. «Прогнозирование конкурентно-способности основных видов продовольствия в условиях Краснодарского края», 1997, с. 110-117.
48. А. И. Везенцев. Разработка эффективных сорбентов на основе минерального сырья Белгородской области // Сорбенты как фактор качества жизни и здоровья: Материалы Вс. науч. конф. с международным участием. –Белгород. Изд. Белгу, 2004. –с.29-33.
49. Рекомендации по применению в птицеводстве новых кормовых форм биологически активных и минеральных веществ// ВНИИТИП. Под ред. Фисинина В.И. и Околеловой Г.М. Загорск, 1986, 26с.
50. Harvey R.B., L.F. Kubena, T.D. Phillips et al. *Prevention of aflatoxicosis by addition of hydrated sodium calcium aluminosilicate to the diets of growing barrows*. Am. J.Vet. Res. 50:416-420, 1993
51. Rodenburg J. Feed additives for the dairy herd: a literature review and discussion of practical applications// Can.Vet. Inv. V.26, N1, 40-45, 1985.
52. Mendel V.R. Montmorillonite clay in feed lot rations. Anim. Sci. vol. 33, N 4, 8910894, 1971.

- 53.Б.С. Орлинский. Минеральные и витаминные добавки в рационах свиней. –М.: Россельхозиздат, 1979, 119с.
54. Б.Д. Кальницкий. Минеральные вещества в кормлении животных. – Ленинград, 1985, 207 с.
- 55.Ф.Р. Аракелян, Арутюнян Э.Ф., Бабина Э.А. Содержание SH- групп в органах кур при даче повышенных доз монтмориллоновой глины. Тр. ЕрЗВИ. –Ереван, 1981, 2, с. 3-5.
56. Л.А. Матюшевский. Применение препаратов кремния в животноводстве и ветеринарии. Мат. коорд. совещ. -Воронеж, 1985, с. 123-125.
- 57.Santurio J.M et al., *Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broiler chickens intoxicated with aflotoxins*. Brit. Poultry Sci., 40(1), 115-119, 1999.
- 58.Fisher L.J., Mackay V.G. *The investigation of sodium bicarbonate or bentonite as supplements in silages fed to lactating cows*. Can. J. Anim. Sci., V. 63, N 4, 939-947, 1983.
- 59.Великанов В., Пчелкин Ю., Смагулов С. Эффективная добавка. Ж. Птицеводство, N 4, с.23, 1983.
- 60.Караджян А.М., Чиркинян А.Т., Таворкян Т.А. и др. Влияние природного бентонита на использование питательных веществ молодняком цыплят. Труды Ереванского зооветинститута, 57, 1985.
- 61.Жук Р.К., Батыжевский Ю.Н. Природные бентониты как кормовая и наполнитель премиксов в комбикормах для ремонтного молодняка яичных кур. Ж. Птицеводство, N 4, 1988.
- 62.Камалян Р. Г., Аракелян Ф.Р., Бабина Э.Я. и др. Суточные колебания ряда биохимических показателей у кур несушек в норме и при подкормке монтмориллоном// Молекулярно-генетические основы гетерозиса: Тез. докладов симпозиума, Симферополь, с. 26-27, 1980.
- 63.Blair R., Gagnon J., Salmon R.E. et al. *Evaluation of spent bleaching clay as a feed supplement in broiler diets*. Poultry Sci. V.65, N10, 1990-1992, 1986 (Canada).

64. Караджян А.М., Геворкян Г.А., Аванесян Г.С. *Природный бентонит – эффективная кормовая добавка в рационах с-х животных и птиц.* Ученые Ереванского Зооветинститута производству, 1986.
65. Аракелян Ф.Р., Арутюнян Э.Ф., Камалян Р.Г. *К механизму действия монтмориллонитовой глины у жвачных.* Научн. конф. к 60-летию ЕЗВИ: Тез. докл. Ереван, 1988, с. 22-23.
66. Бурлака В.А., Биба А.Т., Пясковский В.М. *Использование бентонитовой муки в рационах с-х животных. Передовой производственный опыт и Н-Техн. достижения рекомендуемые для внедрения.* Инф. сб., 4. М., 1989.
67. Anderson I. *Transfer of ¹³⁷Cs from feed to lambs and the influence of feeding bentonite.* Swed. J. Agric. Res. V.19, 85-92, 1989.
68. Anderson I., Hakansson J., Anner K. *Transfer of ¹³⁷Cs from grain to muscle and internal organs of growing finishing pigs, and the effect of feeding bentonite.* Swed. J. Agric. Res. V.20, N1, 43-48, 1990.
69. Ахмедов Ф. Г., Иванов А.В., Трemasов М.Я. *Профилактика микотоксикозов у животных.* Ветеринария –М., N2, 47-50, 2001.
70. Santurio J. M., Mallmann C.A., Rosa A.P. et al. *Effect of sodium bentonite on the performance and blood variables of broilre chickens intoxicated with aflotoxins.* Brit. Poultry Sci. V.40, N1, 115-119, 1999.
71. Дмитроченко А. П., Мороз З.М. *Применение монтмориллонитов, природных и обогащенных жиром в рационах животных и птиц//Вестник с-х наук. –Москва, «Колос», N9, 12-18, 1972.*
72. Аракелян Ф. Р. *Применение монтмориллонитовой глины Саригюхского месторождения в качестве кормовой добавки к рациону с-х животных// Ученые Ереванского Зооветинститута – производству, Ереван, 1986, с.17-18.*
73. Эргашев Д.Д. *Эффективное использование местных монтмориллонитовых глин в кормлении молодок и кур-несушек в условиях Таджикистана- Автореф. дисс. канд. с-х наук, Душанбе, 1997, 22с.*

74. Ходанович И.П., Рахимов И.Х., Вторых Э.А. Влияние распадаемости в рубце протеина на ферментацию корма, усвоение азота и продуктивность коров// Бюлл. ВНИИ физиол. биохимии и питания с-х животных, 4/76, 3-6, 1984.
75. Dann B.H. *Sodium bentonite and sodium dicarbonate in high concentrate diets for lambs and steers*. I. Anim. Sci. V.48, N4, 769-787, 1979.
76. Bartos S. *Influence of feeding montmorillonite clay on the process of fermentation and nitrogen exchange in ruminant's paunch*. Biol. Chem. Zivocinsne vyroby- Veter. V.18, N4, 333-346, 1982 (Tzecho).
77. Lambertini L., Galassi S. *Qualitative evaluation of montmorillonite clays used as feed for agricultural livestock*. Riv. Zootechn. Veter., T.13, N1, 107-113, 1985.
78. Снегирева Т.В., Коркина Л.Г., Величковский Б.Т. Исследование физико-химических, цитотоксических и мутагенных свойств природных бентонитов// Использование природных глинистых алюмосиликатов в народном хозяйстве. Новосибирск, 1991, ч.2, 122-129, 1991.
79. Кузнецов С.Г. Итоги и перспективы изучения минерального обмена с-х животных. В сб.: Актуальные проблемы биологии в животноводстве: Мат. 2ой междунар. конф. -Боровск, 1997, с.298-311, 1997.
80. Кузовлев А.П., Исаев Б.И., Дампилова В.П. Эффективность скармливания бентонитовой добавки при выращивании овцематок// Использование природных глинистых алюмосиликатов в народном хозяйстве. Новосибирск, 1991, ч.2, 69-71, 1991.
81. Sekhon B.S. 2014. *Nanotechnology in agri-food production. Review*. NanoTechnol. Sci. and Appl. DOVEPRESS 2014, 7: 31-53.
82. Jones PBC. *A Nanotech Revolution in Agriculture and the Food Industry*. Blacksburg, VA: Information Systems for Biotechnology; 2006. Available from: <http://www.isb.vt.edu/articles/jun0605.htm>. Accessed April 19, 2014.
83. Brock DA, Douglas TE, Queller DC, Strassmann JE. *Primitive agriculture in a social amoeba*. Nature. 2011; 469 (7330): 393–396.

84. Mousavi SR, Rezaei M. *Nanotechnology in agriculture and food production*. J Appl Environ Biol Sci. 2011; 1 (10): 414–419.
85. McLamore ES, Diggs A, Calvo Marzal P, et al. *Non-invasive quantification of endogenous root auxin transport using an integrated flux microsensor technique*. Plant J. 2010; 63 (6): 1004–1016.
86. da Silva AC, Deda DK, da Róz AL, et al. *Nanobiosensors based on chemically modified AFM probes: a useful tool for metsulfuron-methyl detection*. Sensors (Basel). 2013;13 (2): 1477–1489.
87. Su HC, Zhang M, Bosze W, Lim JH, Myung NV. *Metal nanoparticles and DNA co-functionalized single-walled carbon nanotube gas sensors*. Nanotechnology. 2013; 24 (50): 505502.
88. Farrell D, Hoover M, Chen H, Friedersdorf L. *Overview of Resources And Support for Nanotechnology for Sensors and Sensors for Nanotechnology: Improving and Protecting Health, Safety, and the Environment*. Arlington VA: US National Nanotechnology Initiative; 2013. Available from: http://nano.gov/sites/default/files/pub_resource/nsi_nanosensors_resources_for_web.pdf. Accessed April 19, 2014.
89. Shiwen Huang & Ling Wang & Lianmeng Liu, Yuxuan Hou & Lu Li, *Nanotechnology in agriculture, livestock, and aquaculture in China*. A review, springer, 2014.
90. Willis B. Wheeler, *Role of Research and Regulation in 50 Years of Pest Management in Agriculture*, J. Agric. Food Chem. 2002, 50, 4151–4155.
91. C.M. Monreal, M. DeRosa, S.C. Mallubhotla, P.S. Bindraban and C. Dimkpa, 2015. *The Application of Nanotechnology for Micronutrients in Soil-Plant Systems*. VFRC Report 2015/3. Virtual Fertilizer Research Center, Washington, D.C. 44 pp.; 1 tables; 5 figs.; 270ref.