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 NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG AXIT HUMIC VÀ RONG TẢO TRONG SẢN XUẤT HOẠT CHẤT KÍCH THÍCH SINH HỌC

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

***Với sự cộng tác của*:**

- **TS. Lê Công Nhất Phương**

Phó Giám đốc Trung tâm Nghiên cứu & Phát triển, Công ty Cổ phần Phân bón Dầu khí Cà Mau

- **ThS. Lâm Văn Thông**

Trung tâm Nghiên cứu & Phát triển, Công ty Cổ phần Phân bón Dầu khí Cà Mau

- **Ông Eric Bo**

China National Huachen Energy Group Co.

TP.Hồ Chí Minh, 11/2018

MỤC LỤC

I. TỔNG QUAN XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG HOẠT CHẤT KÍCH THÍCH SINH HỌC TRONG NÔNG NGHIỆP..... 1

1. Phân loại hoạt chất kích thích sinh học..... 2

2. Ứng dụng hoạt chất kích thích sinh học cho nông nghiệp 4

3. Cơ chế tác động của hoạt chất kích thích sinh học trên cây trồng và môi trường đất..... 6

4. Xu hướng ứng dụng và thị trường hoạt chất kích thích sinh học..... 22

II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG AXIT HUMIC VÀ RONG TẢO TRONG SẢN XUẤT HOẠT CHẤT KÍCH THÍCH SINH HỌC TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ..... 25

1. Tình hình công bố sáng chế về các hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian..... 25

2. Tình hình công bố sáng chế axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian..... 27

3. Tình hình công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học tại các quốc gia..... 28

4. Tình hình công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học theo các hướng nghiên cứu 29

5. Các đơn vị dẫn đầu sở hữu số lượng công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học..... 30

6. Một số sáng chế tiêu biểu..... 31

Kết luận 32

III. NGHIÊN CỨU VÀ SẢN XUẤT HOẠT CHẤT KÍCH THÍCH SINH HỌC TẠI TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU VÀ PHÁT TRIỂN, CÔNG TY CỔ PHẦN PHÂN BÓN DẦU KHÍ CÀ MAU. 32

1. Nghiên cứu sản xuất hoạt chất kích thích sinh học - axit Alginic lên men từ rong tảo...... 32

2. Hiệu quả các sản phẩm phân bón Đạm Cà Mau bổ sung các chất hoạt tính axit humic trên các loại cây trồng tại Việt Nam...... 38

XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG AXIT HUMIC VÀ RONG TẢO TRONG SẢN XUẤT HOẠT CHẤT KÍCH THÍCH SINH HỌC

****

I. TỔNG QUAN XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG HOẠT CHẤT KÍCH THÍCH SINH HỌC TRONG NÔNG NGHIỆP.

Các hoạt chất kích thích sinh học cho cây trồng khá đa dạng và hiện nay nó đang được quan tâm và ứng dụng nhiều trên thế giới. Thị trường toàn cầu về các hoạt chất kích thích sinh học cho cây trồng dự đoán tăng 12% mỗi năm và đạt trên 2,2 tỷ đô la vào năm 2018. Mặc dù các hoạt chất kích thích sinh học đang được sử dụng ngày càng nhiều trong nông nghiệp nhưng hiện nay vẫn chưa có nhiều nghiên cứu đánh giá có tính khoa học và ít được tuyên truyền rộng rãi, phổ biến các giá trị của nó đem lại nông nghiệp.

Tính năng của hoạt chất kích thích sinh học đối với cây trồng là giúp tăng trưởng rễ, tăng cường sự hấp thu chất dinh dưỡng và khả năng chịu stress...

Các hoạt chất kích thích sinh học trong nông nghiệp có thể được xem là một sản phẩm sinh học độc lập hoặc cũng có thể là 01 dạng hoạt chất bổ sung trong phân bón sinh học nhằm nâng cao chất lượng hiệu quả của phân bón và cât trồng, giúp tăng cường sự tăng trưởng, khả năng chống chịu và năng suất cây trồng.

Lợi ích của hoạt chất kích thích sinh học trong nông nghiệp:

• Nâng cao hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng.

• Tăng khả năng chống chịu của cây đối với sự bất thường của thiên nhiên, phi sinh học như: nhiệt, lạnh, hạn hán,….

• Cải thiện chất lượng nông sản: tăng các dinh dưỡng, hình dáng, đồng đều và thời hạn sử dụng lâu hơn

Thị trường các hoạt chất kích thích sinh học là một trong những loại trong thị trường lớn, hiện nay có giá trị từ 1,5 đến 2 tỷ USD và dự kiến sẽ tăng lên hơn 2,5 tỷ USD vào năm 2021.

1. Phân loại hoạt chất kích thích sinh học

Tại Mỹ, các hoạt chất kích thích sinh học đang phát triển nhanh chóng, nhưng vẫn chưa đưa ra định nghĩa pháp lý được thỏa thuận về hoạt chất kích thích sinh học ở quốc gia này. Hiệp hội hoạt chất kích thích sinh học của Mỹ đang đi đầu trong việc giải quyết các vấn đề pháp lý liên quan đến các chất phụ gia sinh học hoặc có nguồn gốc tự nhiên để sử dụng với cây trồng. Và cùng với sự tham vấn của Hiệp hội các nhà chức trách kiểm soát thực phẩm Mỹ (AAPFCO), đã đồng ý thuật ngữ "các chất có lợi" được xác định có thể là một chất hữu ích theo đó các hoạt chất kích thích sinh học có thể tìm ra các định nghĩa riêng. AAPFCO cho rằng: "Bất kỳ chất hoặc hợp chất nào khác ngoài chất dinh dưỡng chính, thứ cấp và vi sinh vật có thể được chứng minh bằng nghiên cứu khoa học để mang lại lợi ích cho một hoặc nhiều loài thực vật, khi được áp dụng ngoại sinh cho cây hoặc đất".

Cho đến nay, khu vực châu Âu đã tiến xa nhất trong việc phát triển một định nghĩa đồng thuận cũng như khung pháp lý và lập pháp cho các hoạt chất kích thích sinh học. Hiệp hội hoạt chất kích thích sinh học châu Âu (EBIC) định nghĩa hoạt chất kích thích sinh học như sau: "Hoạt chất kích thích sinh học chứa các chất và hoặc vi sinh vật có chức năng khi áp dụng cho thực vật hoặc vùng rễ là kích thích quá trình tự nhiên để tăng cường hấp thu dinh dưỡng, hiệu quả dinh dưỡng, khả năng chịu stress phi sinh học và chất lượng cây trồng."

Phân nhóm hoạt chất kích thích sinh học (Theo du Jardain, 2015): bao gồm 7 nhóm chính

- Axit humic và axit fulvic.
- Thủy phân protein và các dạng đạm khác.
- Chiết xuất rong biển và thực vật.
- Chitosan và các loại polimer sinh học khác.
- Các dạng hợp chất vô cơ (như các nguyên tố có lợi).
- Nấm có lợi.
- Vi khuẩn có lợi (như: nhóm vi khuẩn vùng rễ kích thích sinh trưởng thực vật (PGPR)).

Các đặc điểm chung của hoạt chất kích thích sinh học (Jene S. và ctv, 2017)

- Bản chất của hoạt chất kích thích sinh học không hạn chế, rất đa dạng.
- Các chức năng sinh lý rất đa dạng.
- Các tác động khoa học đã chứng minh của tất cả hoạt chất kích thích sinh học hội tụ đến ít nhất một hoặc một số chức năng nông nghiệp
- Lợi ích kinh tế và môi trường.

Sự hiểu biết của chúng ta về các hoạt chất kích thích sinh học và tác dụng của chúng đã được mở rộng với tốc độ đáng kể. Vai trò của hoạt chất kích thích sinh học, đặc biệt liên quan đến tăng cường tăng trưởng và khả năng dinh dưỡng, đã được xem xét (du Jardin [1, 4–6]). Những đánh giá này tập trung vào thúc đẩy tăng trưởng thực vật và stress sinh học giúp giải quyết toàn diện những gì được biết về chất sinh học làm giảm tác động của stress phi sinh học (Bảng 1).

Bảng 1: Tóm tắt loài, hoạt chất kích thích sinh học và ảnh hưởng chống chịu stress phi sinh học (Van Oosten và ctv, 2017)

Nhóm Biostimulant	**Hiệu quả trên cây trồng**	**Stress và effect**
A. brasilense	*T. aestivum*	Kháng hạn
A. brasilense	*C. arietinum*	Kháng mặn
A. brasilense	*V. FAba*	Kháng mặn
A. brasilense	*L. sativa*	Kháng mặn
A. brasilense	*T. aestivum*	Khán hạn, mặn
A. brasilense	*L. lycopersicum*	Kháng hạn
A. brasilense/P. dispersa	*C. annuum*	Kháng mặn
A. chrococcum	*Z. mays*	Kháng mặn
A. chrococcum	*T. aestivum*	Kháng mặn
A. chrococcum	*T. aestivum*	Chịu nhiệt
A. lipoferum	*T. aestivum*	Kháng mặn
A. nodosum	*Kappaphycus alvarezii*	Chịu lạnh
A. nodosum	*P. dulcis*	Cân bằng ion
A. nodosum	*C. sinensis*	Kháng hạn
B. phytofirman,	*Vitis vinifera*	Chịu lạnh
F. glaciei	*Solanum lycopersicum*	Chịu lạnh
Fulvic và humic axits	*F. arundinacea*	Kháng hạn
Fulvic và humic axits	*A. palustris*	Kháng hạn
Glycinebetaine	*L. lycopersicum*	Chilling stress

H. diazotrophicus	*H. vulgare*	Kháng mặn
Humic axit và phosporous	*C. annuum*	Kháng mặn và cân bằng ion
Humic axits	*O. sativa*	Chống oxi hóa và stress hạn
Humic axits	*P. vulgaris*	Kháng mặn
Megafol	*L. lycopersicum*	Kháng hạn
Melatonin	*Z. mays*	Chống chịu phỏng lạnh
P. frederiksbergensis	*Solanum lycopersicum*	Chịu lạnh
P. putida	*T. aestivum*	Chịu nhiệt
P. putida	*S. bicolor*	Chịu nhiệt
P. vancouverensis	*Solanum lycopersicum*	Chịu lạnh
P.dispersa	*T. aestivum*	Chịu lạnh
Protein hydrolysates	*H. vulgare*	cân bằng ion
Protein hydrolysates	*Z. mays*	Kháng mặn
Protein hydrolysates	*T. aestivum*	Chống chịu độc KL nặng
Protein hydrolysates	*L. sativa*	Kháng mặn, chịu lạnh
Protein hydrolysates	*D. kaki/D. lotus*	Kháng mặn
Protein hydrolysates	*Lolium perenne*	Chịu nhiệt
R. leguminosarum	*V. FAba*	Kháng mặn
R. leguminosarum	*P. sativum*	Kháng mặn
SWE (seaweed extract)	*A. thaliana*	Chịu lạnh
SWE	*P.* pratensis	Kháng mặn
SWE	*A. stolonifera*	Chịu nhiệt
SWE	*S. oleracea*	Kháng hạn
SWE	*L. sativa*	Cân bằng ion
SWE	*V. vinifera*	Kháng hạn và cân bằng ion
SWE	*S. nipponica*	Kháng hạn
SWE	*P. eugenioides*	Kháng hạn
SWE	*Z. mays*	Chịu lạnh

2. Ứng dụng hoạt chất kích thích sinh học cho nông nghiệp

Theo EBIC, các chất phân hủy sinh học phân biệt chúng với các nguyên liệu đầu vào truyền thống theo hai cách chính, và do đó bổ sung cho dinh dưỡng cây trồng và bảo vệ cây trồng:

• Hoạt chất kích thích sinh học hoạt động thông qua các cơ chế khác nhau so với phân bón, bất kể sự có mặt của các chất dinh dưỡng trong sản phẩm.

• Chúng khác với các sản phẩm bảo vệ thực vật vì chúng chỉ hoạt động trên sức sống của thực vật và không có bất kỳ hành động trực tiếp nào chống lại sâu bệnh hoặc bệnh tật.

Hơn nữa: " Hoạt chất kích thích sinh học nông nghiệp bao gồm các công thức đa dạng của các hợp chất, chất và vi sinh vật được áp dụng cho thực vật hoặc đất để cải thiện sức sống cây trồng, năng suất, chất lượng và khả năng chịu áp lực phi sinh học.

• Cải thiện hiệu quả của sự trao đổi chất của cây trồng để tăng sản lượng và nâng cao chất lượng cây trồng

• Tăng khả năng chịu đựng và phục hồi của cây trồng từ stress phi sinh học

• Tạo điều kiện thuận lợi cho việc đồng hóa chất dinh dưỡng, chuyển hóa và sử dụng

• Tăng cường các chất lượng của sản phẩm, bao gồm hàm lượng đường, màu sắc, hạt giống trái cây, …

• Tăng hiệu quả sử dụng nước cho thực vật

• Tăng cường khả năng hấp thu dinh dưỡng đất, đặc biệt tạo môi trường cho sự phát triển của vi sinh vật có lợi đất "

Phát triển công nghệ sinh học cho nông nghiệp

Agricen và các công ty trong hệ thống, Agricen Sciences và Agricen Australia, đang nghiên cứu các hoạt chất kích thích sinh học có nguồn gốc từ một nhóm vi sinh vật và các sản phẩm hóa sinh tự nhiên (các axit hữu cơ, protein, enzyme). Những hóa sinh này là những thành phần hoạt động chính của công nghệ sản phẩm biocatalyst thương mại của chúng tôi. Hóa sinh trong các sản phẩm của chúng tôi tương tác với hệ thống đất trồng để tăng tính khả dụng và hấp thu các chất dinh dưỡng được áp dụng dưới dạng phân bón hoặc hiện diện trong đất hoặc trong dư lượng cây trồng.

Chương trình nghiên cứu khoa học rất nghiêm ngặt của chúng tôi, tiếp tục tập trung vào phát triển các sản phẩm sinh học có nguồn gốc sinh học và sinh hóa, với mục tiêu cải thiện hơn nữa hiệu suất của các chương trình dinh dưỡng thực vật và

cung cấp cho người trồng những công cụ cần thiết để tăng năng suất và tính bền vững.

3. Cơ chế tác động của hoạt chất kích thích sinh học trên cây trồng và môi trường đất

3.1 Axit Humic và axit fulvic

• Chất Humic (HS) là thành phần tự nhiên của chất hữu cơ trong đất, do sự phân hủy của dư lượng thực vật, động vật và vi sinh vật, mà còn từ hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn đất sử dụng các chất nền này. Chúng cũng được chiết xuất từ các chất hữu cơ tự nhiên (ví dụ: than bùn hoặc đất núi lửa), phân ủ, phân hữu cơ hoặc từ mỏ khoáng (leonardite, một dạng oxit hóa của than non).

• Hoạt tính kích thích sinh học của HS nghiên cứu như:

 Tác động trên các tính chất vật lý, hóa học và sinh học của đất.

 Chống chịu stress môi trường .

 Đóng góp thiết yếu vào độ phì của đất (Jena S và ctv.2017).

RCOO-H (Axit humic/fulvic) + Dinh dưỡng = RCOO-Dinh dưỡng (Humate/fulvate) + H+

Rễ cây + RCOO-Dinh dưỡng (Humate/fulvate) = Rễ cây - Dinh dưỡng + RCOOH

(Axit humic/fulvic)

* Lợi ích axit humic/fulvic:

+ Thúc đẩy quá trình nảy mầm hạt giống.

+ Cải thiện bộ rễ cây khỏe mạnh.

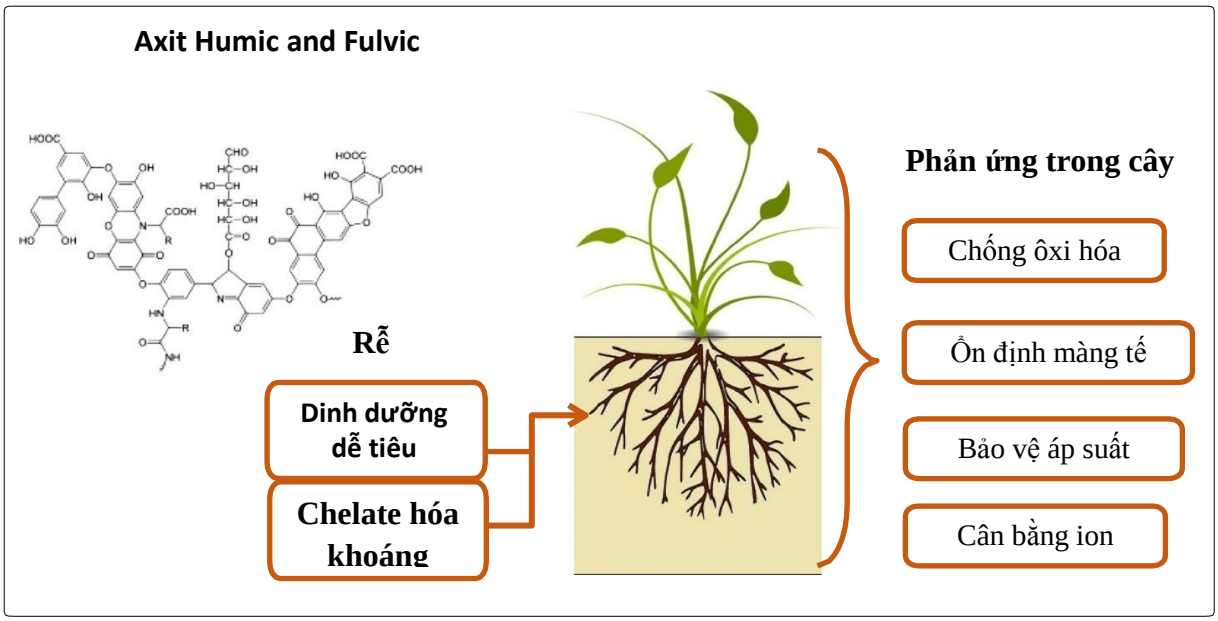
+ Nguồn dinh dưỡng Cacbon cho vi khuẩn có ích trong đất.

+ Giảm độ mặn vượt quá trong đất.

+ Nâng cao khả năng giữ dinh dưỡng của đất.

+ Giảm căng thẳng môi trường (hệ đệm giúp pH ổn định).

+ Tăng sức đề kháng của cây với sâu bệnh và các điều kiện bất lợi như nóng, rét, hạn, úng, phèn chua….



Hình 1: Tóm tắt cơ chế chính tác động của axit humic và axit fulvic lên cây trồng (Van Oosten và ctv, 2017)

Bảng 1: Hiệu quả tăng cường hấp thu dinh dưỡng của axit humic (Halpern và ctv, 2015)

Plant	Nutrients positively affected by HS	Parent material of HS
Barley	NO_3	Soil
Barley	NO_3	Coal
Barley	NO_3	Soil
Maize	NO_3	Earthworm feces
Barley	N, P, Mn, Cu, Zn, Fe	Sewage sludge, compost, leonardite, and peat
Maize	P, Fe	Cow manure, compost, peat, and soil
Maize	N, Zn	Soil
Melon, soybean, and rye grass	Zn, Fe	Peat and leonardite
Maize	Cu, Zn, Mn	Leonardite
Tomato	Fe	Lignite (brown coal)
Grape	Fe	Not specified

3.2 Chất thủy phân protein và các hợp chất chứa N khác

Hỗn hợp axit amin và peptide thu được bằng thủy phân protein và phản ứng hóa học từ các sản phẩm phụ nông nghiệp, cả nguồn thực vật (phụ phế phẩm của cây trồng) và chất thải động vật (colagen, mô,…) (du Jardin, 2012; Calvo và cộng tác viên , 2014; Halpern và cộng tác viên, 2015). Tổng hợp hóa học cũng có thể được sử dụng cho các hợp chất đơn hoặc hỗn hợp. Các phân tử nitơ khác bao gồm betaines, polyamines và amino axit phi protein, được đa dạng hóa ở thực vật bậc cao (Vranova và cộng tác viên, 2011). Glycine betaine là một trường hợp đặc biệt của dẫn xuất axit amin với các đặc tính chống stress nổi tiếng (Chen và Murata, 2011).

• Chất thủy phân protein (PHs) là một nhóm quan trọng của chất sinh học thực vật là hỗn hợp của peptide và axit amin được sản xuất chủ yếu bằng enzym

hoặc thủy phân protein từ động vật hoặc thực vật và phụ phẩm của nông nghiệp và công nghiệp.

• Tác động của chất thủy phân protein:

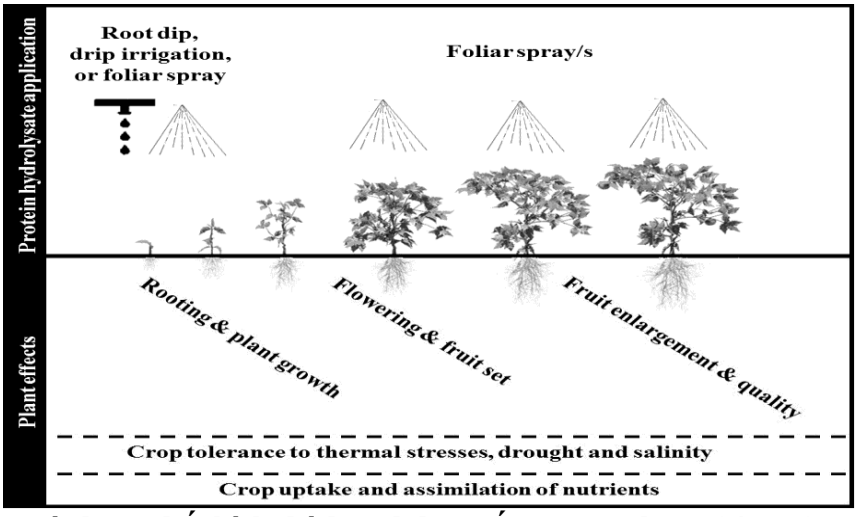
 Tăng sinh khối và hoạt động của vi sinh vật đất.

 Hô hấp cho đất và độ phì của đất.

 Tăng độ hấp thụ chất dinh dưỡng của rễ (Chelating và các hoạt động phức tạp của axit amin và peptide).

 Tăng khả năng chống chịu stress phi sinh học (Jena và ctv, 2017).

Hiệu ứng trực tiếp trên thực vật bao gồm điều chế sự hấp thu và đồng hóa N, theo quy định của các enzyme liên quan đến sự đồng hóa N và các gen cấu trúc của chúng, và bằng cách hoạt động trên đường tín hiệu của sự thu nhận N trong rễ. Bằng cách điều chỉnh các enzym của chu trình TCA, chúng cũng góp phần vào việc trao đổi chéo giữa các chuyển hóa C và N. Hoạt động nội tiết tố cũng được báo cáo trong các chất thủy phân protein và mô phức tạp (Colla và cộng tác viên, 2014). Chelating hóa một số axit amin (như proline) có thể bảo vệ thực vật chống lại ô nhiễm kim loại nặng nhưng cũng góp phần cung cấp vi lượng và hoạt hóa chúng. Giúp cây chống oxy hóa được ưu tiên bởi các gốc tự do của một số hợp chất nitrogeous, bao gồm glycine betaine và proline, góp phần vào việc giảm thiểu tác động của stress môi trường.



Hình 2: Các hoạt chất kích thích sinh học gốc protein thủy phân: phương pháp ứng dụng và ảnh hưởng lên cây ăn quả (Colla G. và ctv, 2016)

Bảng 2: Hiệu quả tăng cường hấp thu dinh dưỡng của axit amin (Halpern và ctv, 2015)

Plant	Nutrients positively affected by AA	Parent material or specific AA
Maize	N	Animal epithelial tissue
Maize	NO_3	Alfalfa protein hydrolysate and meat flour (hydrolysate)
Maize	NO_3	Alfalfa protein hydrolysate
Tomato	Fe, Zn, N	Histidine, glycine, and arginine
Rice	Fe, Zn, Cu, Mn	Chicken feather hydrolysate
Pear	Fe, Zn	Commercial mixture of amino acids
Soybean	Fe	3 commercial mixtures with the main components glycine, glycine + glutamate, and glycine + arginine. These mixtures also contained 3−15% polypeptides
Maize	Cu	Cysteine
Rice	Fe, Zn	Nicotianamine and other unspecified amino acids

3.3 Chiết xuất rong tảo và thực vật

Rong biển là tảo biển xanh lục, nâu và đỏ.

Các thành phần hóa học của hoạt chất được chiết xuất từ rong biển bao gồm phức chất polysaccharide (laminarin, alginates, carrageenans và các sản phẩm phân hủy), axit béo, vitamin, phytohormones, macronutrients, sterol và các hợp chất chứa N như betaines.

Chất chiết xuất từ rong biển nâu được sử dụng rộng rãi trong các loại cây trồng chủ yếu cho:

 Hiệu ứng thúc đẩy tăng trưởng thực vật.

 Chất xua đuổi côn trùng .

 Giống cây chống chịu stress môi trường như độ mặn, nhiệt độ khắc nghiệt, thiếu dinh dưỡng và hạn hán (chất chống oxy hóa & chất điều chỉnh của các gen đáp ứng stress nội sinh).

 Chất ức chế mầm bệnh trong đất (Jena và ctv, 2017).

Việc sử dụng rong biển tươi làm nguồn chất hữu cơ và phân bón rất lâu trong nông nghiệp, nhưng tác động sinh học mới chỉ được ghi nhận gần đây. Điều này thúc đẩy việc sử dụng thương mại chiết xuất rong biển và các hợp chất tinh khiết, bao gồm các chất polysaccharides laminarin, alginates, carrageenans và các sản phẩm phân hủy của chúng. Các thành phần khác góp phần thúc đẩy tăng trưởng thực vật bao gồm đa trung vi lượng và sterol, các hợp chất chứa N như betaines và hormone (Craigie, 2011; Khan và cộng tác viên, 2009).

Một số các hợp chất này chỉ có duy nhất ở nguồn rong tảo biển, giải thích sự quan tâm ngày càng tăng của cộng đồng khoa học và của ngành cho các nhóm

phân loại này. Hầu hết các loài tảo thuộc nhóm tảo nâu - với Ascophyllum, Fucus, Laminaria là giống chính, nhưng carrageenans có nguồn gốc từ rong biển đỏ, tương ứng với một dòng thực vật riêng biệt. Tên sản phẩm của hơn 20 sản phẩm rong biển được sử dụng làm chất kích thích tăng trưởng thực vật đã được Khan và cộng tác viên (2009) liệt kê.

Rong biển có tác động cả trên đất và trên thực vật (Craigie và cộng tác viên, 2008; Craigie, 2011; Khan và cộng tác viên, 2009). Chúng có thể được áp dụng trên đất, trong các dung dịch thủy canh hoặc qua lá. Trong đất, polysaccharides của chúng được dùng để hình thành gel, giữ nước và tạo thoáng khí cho đất. Các hợp chất polyanionic đóng góp vào sự cố định và trao đổi cations, cũng là mối quan tâm đối với sự cố định và trao đổi kim loại nặng và để xử lý đất.

Các tác động tích cực thông qua vi sinh vật đất cũng được mô tả, với việc thúc đẩy vi khuẩn phát triển tăng trưởng thực vật và vi sinh vật kháng mầm bệnh trong đất. Trong thực vật, các hiệu ứng dinh dưỡng thông qua cung cấp đa trung vi lượng cho thấy chúng hoạt động như phân bón, bên cạnh vai trò khác của chúng. Tác động đến nảy mầm hạt giống, sự sinh trưởng và phát triển của cây trồng thông qua các hoạt động hormone thực vật được xem là gây ra nguyên nhân chính hoạt động hoạt chất kích thích sinh học trên cây trồng. Mặc dù cytokinin, auxin, axit abscisic, gibberellin và các loại hợp chất giống như hormone, như sterol và polyamines, được chiết xuất rong biển bởi phản ứng sinh học và miễn dịch (Craigie, 2011).

Các hoạt chất từ rong tảo biển đầy đủ tác dụng kích thích tố từ rong biển nâu, Ascophyllum nodosum, nó được giải phóng ở mức độ lớn bởi sự suy giảm và điều chỉnh các gen sinh tổng hợp hormone trong các mô thực vật. Tác động chống stress bởi các chất chống oxy hóa và các chất ức chế của các gen đáp ứng stress nội sinh có thể tham gia (Calvo và cộng tác viên, 2014).

Bảng 3: Một số sản phẩm thương mại của hoạt chất kích thích sinh học từ rong tảo biển sử dụng trong nông nghiệp (Wajahatullah Khan và ctv, 2009)

Sản phẩm	Loài	Công ty	Ứng dụng
Acadian®	*Ascophyllum nodosum*	Acadian Agritech	Kích thích cây trồng

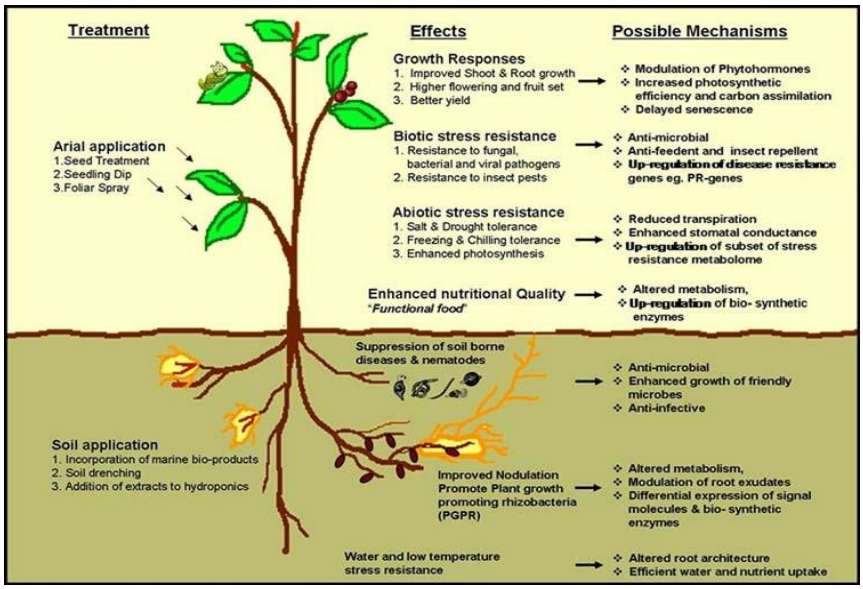
Axit Buf	*Lithothamnium calcareum*	Chance & Hunt Limited	Thức ăn chăn nuôi
Agri-Gro Ultra	*Ascophyllum nodosum*	Agri Gro Marketing Inc.	Kích thích cây trồng
AgroKelp	*Macrocystis pyrifera*	Algas Bioderivados Marinos	Kích thích cây trồng
Alg-A-Mic	*Ascophyllum nodosum*	BioBizz Worldwide N.V.	Kích thích cây trồng
Bio-Genesis™ High Tide™	*Ascophyllum nodosum*	Green Air Products, Inc.	Kích thích cây trồng
Biovita	*Ascophyllum nodosum*	PI Industries Ltd	Kích thích cây trồng
Emerald RMA	Red marine algae	Dolphin Sea Vegetable Company	Dược phẩm
Espoma	*Ascophyllum nodosum*	The Espoma Company	Kích thích cây trồng
FArtum®	Unspecified	Inversiones Patagonia S.A.	Phân sinh học
Guarantee®	*Ascophyllum nodosum*	MaineStream Organics	Kích thích cây trồng
Kelp Meal	*Ascophyllum nodosum*	Acadian Seaplants Ltd	Kích thích cây trồng
Kelpak	*Ecklonia maxima*	BASF	Kích thích cây trồng
Kelpro	*Ascophyllum nodosum*	Tecniprocesos Biologicos	Kích thích cây trồng
Kelprosoil	*Ascophyllum nodosum*	Productos del Pacifico, S.A. deC.V.	Kích thích cây trồng
Maxicrop	*Ascophyllum nodosum*	Maxicrop USA, Inc.	Kích thích cây trồng
Nitrozime	*Ascophyllum nodosum*	Hydrodynamics International Inc.	Kích thích cây trồng
Profert®	*Durvillea antarctica*	BASF	Kích thích cây trồng
Sea Winner	Unspecified	China Ocean University Product Development Co., Ltd	Kích thích cây trồng
Seanure	Unspecified	FArmura Ltd.	Kích thích cây trồng
Seasol®	*Durvillea potatorum*	Seasol International Pty Ltd	Kích thích cây trồng
Soluble Seaweed Extract	*Ascophyllum nodosum*	Technaflora Plant Products, LTD	Kích thích cây trồng
Stimplex®	*Ascophyllum nodosum*	Acadian Agritech	Kích thích cây trồng
Synergy	*Ascophyllum nodosum*	Green Air Products, Inc.	Kích thích cây trồng
Tasco®	*Ascophyllum nodosum*	Acadian Agritech	Thức ăn chăn nuôi

Bảng 4: Hiệu quả tăng cường hấp thu dinh dưỡng của các hoạt chất từ rong biển (Halpern và ctv, 2015)

Plant	Nutrients positively affected by SE	Seaweed type
Grapevine	N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu	*Ascophyllum nodosum* (Maxicrop) and other commercial extracts of unknown source (Proton and Algipower)
Soybean	N, P, K, S	*Kappaphycus alvarezii*
Wheat	K	*Ecklonia maxima* (Kelpak)
Lettuce	Ca, K, Mg	*Ecklonia maxima* (Kelpak)
Cucumber	P	*Ecklonia maxima* (Kelpak)
Strawberry	Fe	*Ascophyllum nodosum* (Actiwave)

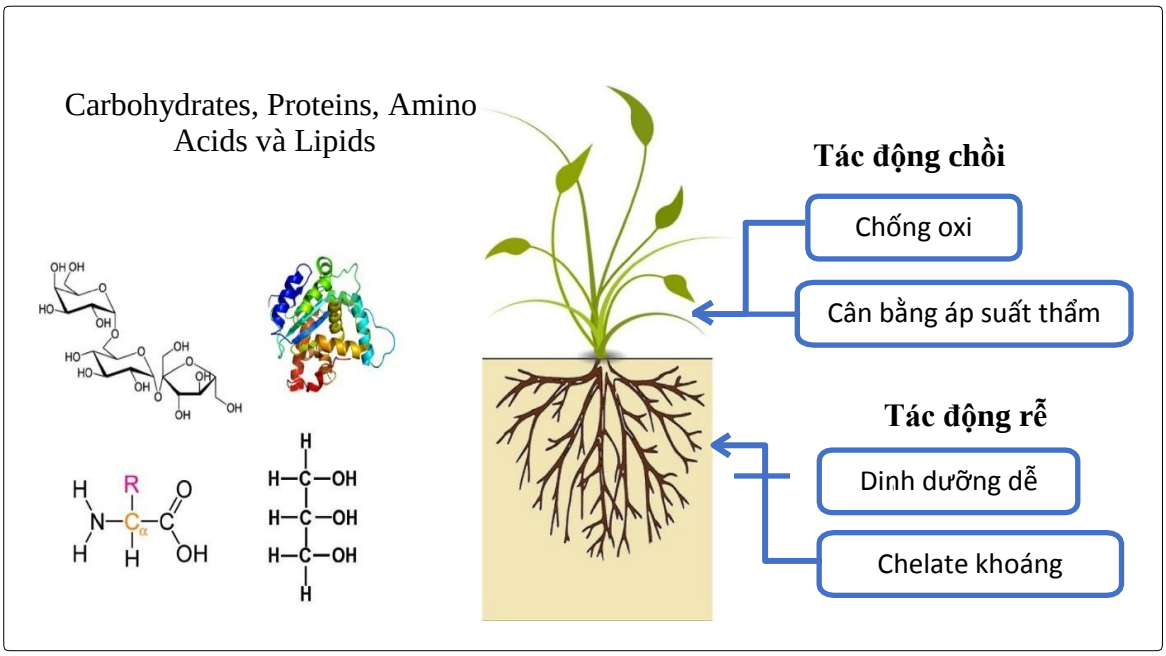
Bảng 5: Hiệu quả của phun phân bón lá bổ sung hoạt chất sinh học từ tảo biển Ulva spp. Trên một số mầm bệnh (M. J. Stadnik và ctv, 2014)

Host plant	Pathogen	Disease intensities
Alfafa	*Colletotrichm trifolii*	reduced
Apple	*Colletotrichum gloeosporioides*	reduced
Bean	*Colletotrichum lindemuthianum*	reduced
	Erysiphe polygoni	reduced
	Uromyces appendiculatus	reduced
Cereals	*Blumeria graminis*	reduced
Cucumber	*Sphaerotheca fuliginea* (Schlechtendal) Pollacci	reduced
Grapevine	*Erysiphe necator* Schweinitz	reduced
	Plasmopara viticola	reduced unaffected
	Sphaceloma ampelinum de Bary	reduced
Green onions	*Alternaria porri* (Ellis) Ciferri	reduced
Onion	*Burkholderia cepacia* (Palleroni and Holmes) Yabuuchi	unaffected
	Peronospora destructor Caspary	unaffected



Hình 3: Sơ đồ các tác động sinh lý và tính chất của các hoạt chất kích thích sinh học từ rong tảo biển (Wajahatullah Khan và ctv, 2009)

Dịch chiết từ thực vật mô tả các chất chiết xuất từ thực vật được sử dụng trong các sản phẩm dược phẩm, mỹ phẩm, thực phẩm và cũng có trong các sản phẩm bảo vệ thực vật (Seiber và cộng tác viên, 2014). So với rong biển, ít được biết đến nhiều hơn về hoạt tính sinh học của chúng, chủ yếu là thuốc trừ sâu bệnh. Tuy nhiên, gần đây sử dụng chúng như là hoạt chất kích thích sinh học (Ertani và cộng tác viên, 2013; Ziosi và cộng tác viên, 2012).



Hình 4: Tóm tắt cơ chế tác động chính theo mục tiêu của hoạt chất tính sinh học gốc carbohydrate-, protein-, amino axit-, và lipid-based biostimulants (Van Oosten và ctv, 2017)

3.4 Chitosan và các loại polymer sinh học

• Chitosan là một polyme sinh học, dạng deacetyl hóa của chitin sinh học, được sản xuất tự nhiên và công nghiệp. Poly và oligomer có kích thước khác nhau được kiểm soát và sử dụng trong lĩnh vực thực phẩm, mỹ phẩm, y tế và nông nghiệp.

• Chitosan là chất hoạt tính kích thích sinh học giúp cây trồng:

 Bảo vệ chống lại mầm gây bệnh,

 Chống chịu stress phi sinh học (hạn hán, nhiễm mặn, stress lạnh),

 Nâng cao chất lượng rau củ quả do nâng cao các chất chuyển hóa chính và thứ cấp.

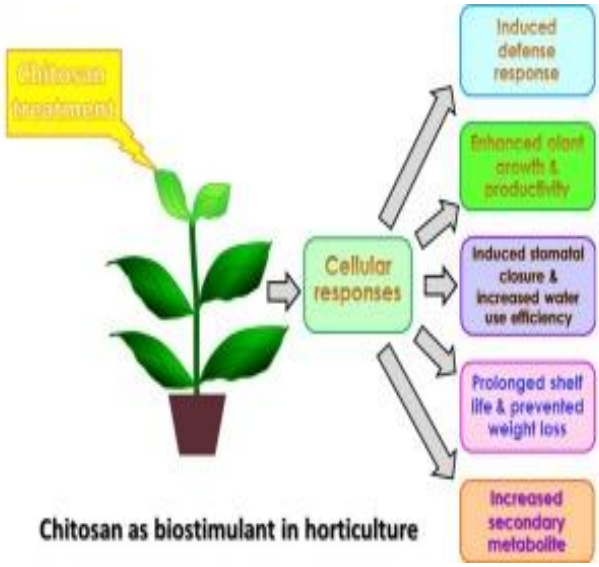
 Đóng mở khí khổng gây ra bởi chitosan thông qua một cơ chế phụ thuộc ABA (axit abscisic)(Jena và ctv, 2017)

Ảnh hưởng sinh lý của oligome trong chitosan ở thực vật là kết quả của khả năng hợp chất này liên kết với nhiều thành phần tế bào, gồm DNA, màng tế bào và thành phần tế bào mà còn liên kết các thụ thể đặc hiệu kích hoạt gen, theo cách tương tự như thuốc bảo vệ thực vật (El Hadrami và cộng tác viên, 2010; Hadwiger, 2013; Katiyar và cộng tác viên, 2015; Yin và cộng tác viên, 2010). Chitin và chitosan rõ ràng sử dụng các thụ thể riêng biệt và các đường tín hiệu.

Kết quả tế bào của sự gắn kết của chitosan với nhiều hoặc ít hơn các thụ thể tế bào đặc hiệu, sự tích tụ hydrogen peroxide và sự rò rỉ Ca2 + vào tế bào đã được chứng minh, được cho là gây ra những thay đổi sinh lý lớn. và trong quá trình phát triển.

Phân tích các proteome (Ferri và cộng tác viên, 2014) hoặc transcriptome (Povero và cộng tác viên, 2011) của các mô thực vật được xử lý chitosan. Kết quả các ứng dụng nông nghiệp của chitosan đã được phát triển qua nhiều năm tập trung vào bảo vệ thực vật chống lại các mầm bệnh là nấm giúp cây chống chịu áp lực phi sinh học (hạn hán, độ mặn, stress lạnh) và các đặc điểm về chất lượng liên quan đến chuyển hóa các chất sơ cấp và thứ cấp. Đóng mở khí khổng (stomatal) gây ra bởi chitosan thông qua một ABA phụ thuộc (Iriti và cộng tác viên, 2009) tham gia vào việc bảo vệ stress môi trường được trao bởi hoạt chất kích thích sinh học này.

Một số poly và oligomers của nguồn gốc sinh học hoặc (hemi-) biến thể tổng hợp đang ngày càng được sử dụng trong nông nghiệp như là elicitors (các chất chuyển hóa tín hiệu mầm bệnh, bao gồm cả polysaccharides rong biển đã đề cập ở trên. Ví dụ điển hình là laminarin, một glucan của tảo nâu, trong đó các chế phẩm tinh khiết được sử dụng trong các ứng dụng nông nghiệp. Mặc dù có sự khác biệt giữa kiểm soát sinh học và hoạt chất kích thích sinh học (Gozzo và FAoro, 2013).



Hình 5: Tác động của Chitosan như một hoạt chất kích thích sinh học

Bảng 6: Một số sản phẩm hoạt chất kích thích sinh học thương mại (Le Mire Géraldine và ctv, 2016)

Products	Product origin	Crop	Disease Target	Manufacturer
Vacciplant®	Laminarin extract from brown algae *Laminaria digitata*	Apple orchards, tomato, lettuce, cucumber, strawberry, grapevine	Powdery mildew, downy mildew	Laboratoire Goëmar, France
Actigard® / Bion® / Blockade®	Acibenzolar-S-méthyl	Wheat, tomato	Powdery mildew, bacterial diseases	Syngenta Crop Protection, USA
Elexa®4 PDB	Chitosan	Grapevine, tomato, potato, cucumber, field crops	Botrytis grey mould (*Botrytis cinerea*), powdery mildew, downy mildew	Plant Defense Boosters Inc., USA
Armour-Zen®	Chitosan	Grapevine, ornamentals	Botrytis grey mould (*Botrytis cinerea*), white rot (*Sclerotinia sclerotiorum*)	Botry-Zen 2010 Ltd, New Zealand
Chitoplant®	Chitosan	Tomato	Powdery mildew	ChiProGmbH, Germany
Harp-N-Tek®	Harpin protein from the bacteria *Erwinia amylovara*	Apple and pear orchards, grapevine, tomato	Apple and pear scab, downy mildew	Plant Health Care Inc., USA
Milsana®	Ethanolic leaf extract from giant knotweed *Reynoutria sachalinensis*	Cucumber, strawberry, tomato, wheat	Powdery mildew	KHH BioScience, USA ; BIOFA AG, Germany
Stifenia®	FEN 560 (Fenugrec)	Grapevine	Powdery mildew	S.O.F.T., France
Helena Prophyt®	Potassium phosphite	Field crops, vineyards, orchards	Downy mildew, purple blotch (*Alternaria* spp.), brown rot (*Monilia fructicola*)	Helena Chemical Company, USA
Aliette®WG	Fosetyl-Al	Ornamental trees and bushes, strawberry	Downy mildew	Bayer Crop Science, Germany

3.5 Các loại phức chất vô cơ (Inorganic compounds)

Các yếu tố hóa học thúc đẩy việc tăng trưởng thực vật có thể cần thiết cho một số nhóm thực vật cụ thể nhưng không bắt buộc bởi tất cả các loại thực vật được gọi là các nguyên tố có lợi (beneficial elements) (Pilon-Smits và cộng tác viên, 2009). Các nguyên tố chính là Al, Co, Na, Se và Si, có mặt trong đất và thực vật dưới dạng các muối vô cơ khác nhau hay dạng không hòa tan như silica ($SiO_2.nH_2O$) (Pilon-Smits và ctv, 2009; Jena và ctv, 2017).

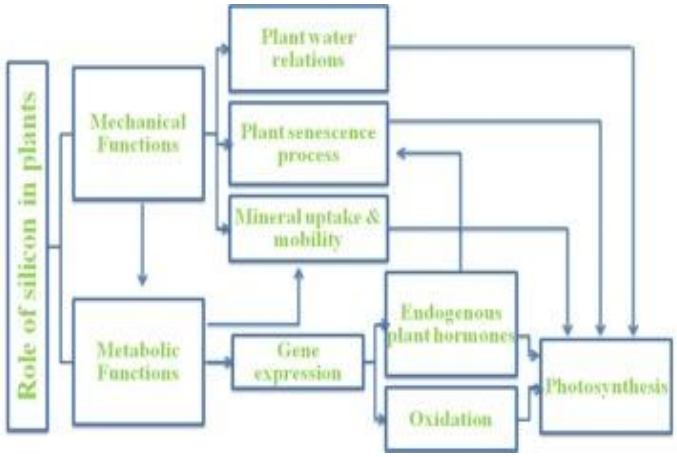
Các nguyên tố có lợi giúp:

- Thúc đẩy tăng trưởng thực vật.
- Tăng chất lượng sản phẩm thực vật.
- Khả năng chống chịu stress phi sinh học (làm cứng vách tế bào, điều hòa áp suất thẩm thấu tế bào, giảm quang hô hấp, giảm tác động của bức xạ nhiệt, kích hoạt hoạt động của enzyme bởi co-FActor, chống oxi hóa; tương tác với các nguyên tố dinh dưỡng khác).
- Tác động các vi sinh vật cộng sinh, mầm bệnh cho cây.
- Bảo vệ chống ngộ độc kim loại nặng,….
- Tăng hiệu năng trong quá trình tổng hợp và hoạt động của các hormone thực vật (Jena và ctv, 2017).

Việc xác định các nguyên tố có lợi không bị hạn chế đối với tính chất hóa học của chúng và đề cập đến các tác động tích cực đến tăng trưởng thực vật và phản ứng của cây đối với stress môi trường. Có thể giả định rằng hoạt tính sinh học của một số hoạt chất kích thích sinh học phức tạp (hoạt chất chiết xuất từ rong biển, thực vật hoặc chất cung cấp anốt), liên quan đến chức năng sinh lý của các nguyên tố có ích này.

Nhiều tác động của các nguyên tố có ích được nghiên cứu giúp thúc đẩy tăng trưởng thực vật, tăng chất lượng của các sản phẩm thực vật và khả năng chịu stress phi sinh học. Điều này bao gồm việc cố định tường tế bào, điều hòa, giảm thoát hơi nước, điều chỉnh nhiệt qua phản xạ bức xạ, hoạt động của enzyme bằng đồng phân (coFActor), dinh dưỡng thực vật thông qua tương tác với các yếu tố khác trong quá trình hấp thu và tính di động, bảo vệ chống oxy hóa, tương tác với vi sinh vật cộng sinh, mầm bệnh vi sinh vật (pathogen) và đáp ứng động vật ăn cỏ, bảo vệ chống lại độc tố kim loại nặng, tổng hợp và báo hiệu hormone thực vật (Pilon-Smits và cộng tác viên, 2009).

Các muối vô cơ của các nguyên tố có ích và thiết yếu như chlorides, phốt phát, phosphite, silicat và cacbonat - đã được sử dụng làm thuốc diệt nấm (Deliopoulos và ctv, 2010). Mặc dù các phương thức hoạt động vẫn chưa được biết đến đầy đủ nhưng các thành phần vô cơ này có tác động đến sự cân bằng nội môi thẩm thấu, pH và khử oxy hóa, tín hiệu hormone và các enzym tham gia vào phản ứng chống stress (ví dụ: peroxi- dases). Chức năng của chúng như là hoạt chất kích thích sinh học tăng trưởng thực vật, tác động đến hiệu quả dinh dưỡng và khả năng chịu stress phi sinh học, do có sự khác biệt với tác dụng diệt nấm và chức năng phân bón của chúng như là nguồn dinh dưỡng, đáng chú ý hơn.



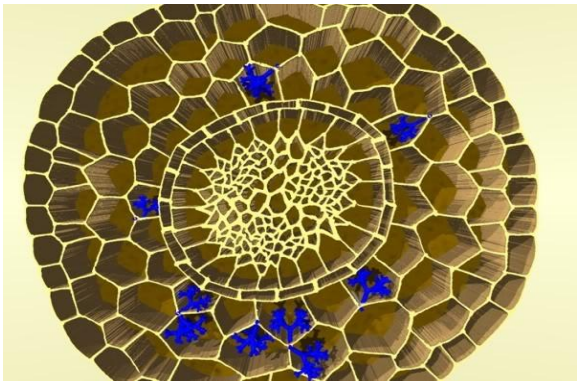
Hình 6: Vai trò của Silic trong cây trồng

3.6 Các dạng nấm có ích

Nấm tương tác với rễ cây bởi các cộng sinh tương hỗ. Mycorrhizas là mối quan hệ cộng sinh giữa nấm và rễ thực vật đã tạo điều kiện thuận lợi cho việc vận chuyển chất dinh dưỡng.Đây là quần thể nấm - thực vật được biết nhiều nhất và đóng vai trò quan trọng trong quá trình phát triển của thực vật cũng như nhiều hệ sinh thái, hơn 90% các loài thực vật có quan hệ với nấm theo hình thức nấm rễ và phụ thuộc vào mối quan hệ này để tồn tại

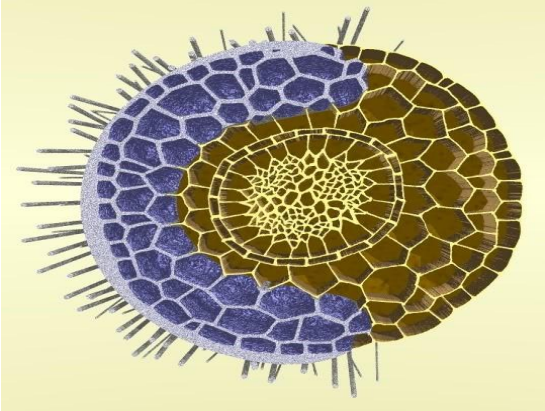
Mycorrhiza chia làm hai loại:

• Nấm rễ trong (endomycorrhiza): tức nấm kí sinh đơn bào sống bên trong tế bào rễ cây). Endomycorrhizal rất đa dạng và đã được phân loại: arbuscular, ericoid, arbutoid, monotropoid, và orchid mycorrhizae. Trong đó Arbuscule (những giác mút nhánh phức tạp được hình thành trong tế bào vỏ rễ) hình thành Mycorrhiza (AMF) là một loại endomycorrhiza phổ biến rộng rãi, viết tắt là AM hay AMF)



Hình 7: Mô phỏng Mycorhizae – nấm rễ trong (endomycorrhiza)

• Nấm rễ ngoài (ectomycorrhiza, viết tắt là ECM): sợi nấm bám dày đặc xung quanh đầu rễ cây và xâm nhập vào giữa các tế bào rễ cây.



Hình 8: Mô phỏng Mycorhizae – nấm rễ ngoài (ectomycorrhiza)

Giải trình tự gen quần thể VSV (Metagenomics) là một công cụ tốt để theo dõi và nghiên cứu các quần thể vi sinh vật trong vùng rễ.

Các sản phẩm có hoạt tính sinh học từ nấm được áp dụng cho cây trồng:

 Bảo vệ thực vật sinh học.

 Phân bón sinh học.

 Nâng cao hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng.

 Cân bằng chất điều hòa sinh trưởng thực vật.

 Giúp cây sinh trưởng.

 Nâng cao Năng suất cây trồng và chất lượng sản phẩm.

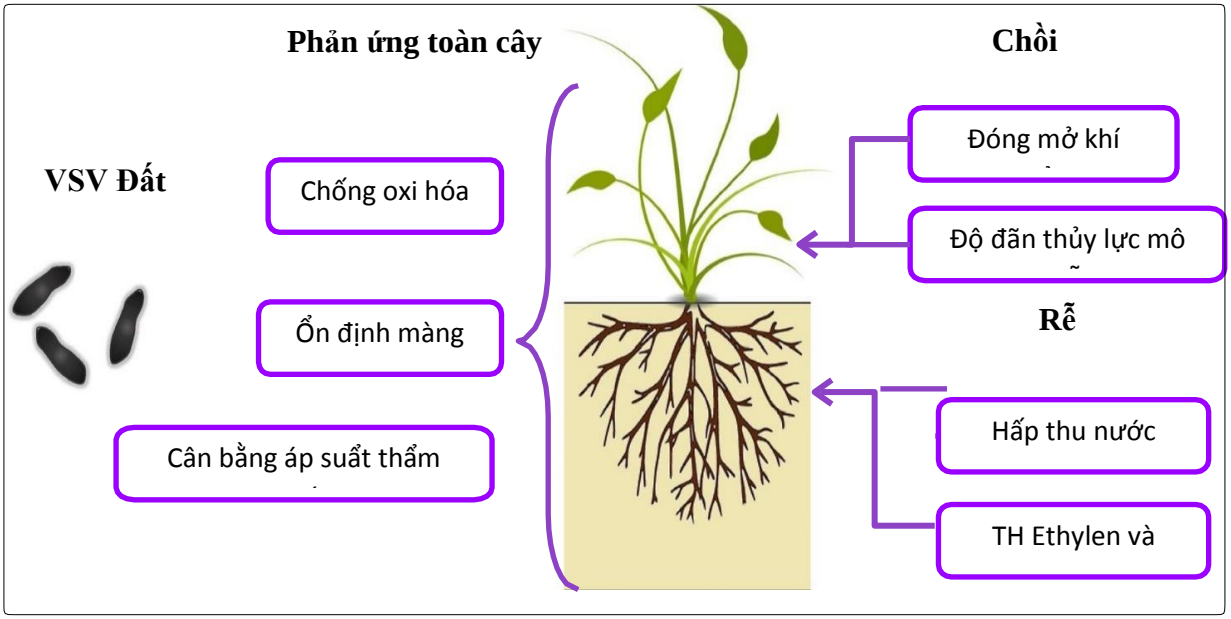
 Thúc đẩy chuyển hóa các chất thứ cấp dẫn đến các hợp chất dinh dưỡng được cải thiện (Jena và ctv, 2017).

Mycorrhiza ngày càng được quan tâm và sử dụng để thúc đẩy nông nghiệp bền vững. Mycorrhiza đang được xem xét và chấp nhận rộng rãi đối với hiệu quả dinh dưỡng (cho cả hai chất dinh dưỡng, đặc biệt là P và vi chất dinh dưỡng), cân bằng nước, sinh học và giúp cây chống chịu stress phi sinh học (Augé, 2001; Gianinazzi và cộng tác viên, 2010; Hamel và Plenchette, 2007; Harrier và Watson, 2004; Siddiqui và cộng tác viên, 2008; van der Heijden và cộng tác viên, 2004).

Các loại nấm hữu ích được áp dụng cho cây trồng để thúc đẩy hiệu quả dinh dưỡng, khả năng chịu stress, năng suất và chất lượng sản phẩm phải theo khái niệm về hoạt chất kích thích sinh học. Để thu được lợi ích của các hoạt động quản

lý cây trồng, các nhà nông học và các giống cây trồng phải được thích ứng với sự tương tác với các vi sinh vật (Gianinazzi và cộng tác viên, 2010; Hamel và Plenchette, 2007; Plenchette và cộng tác viên, 2005; Sheng và cộng tác viên, 2011). Metagenomics là một công cụ thú vị để theo dõi và nghiên cứu các hiệp hội vi sinh vật trong vùng rễ. Việc cấy vi khuẩn vào đất của cây trồng bổ sung cho những nhận định này (Colla và cộng tác viên, 2015; Sarkar và cộng tác viên, 2015; Sensoy và cộng tác viên, 2007; Sorensen và cộng tác viên, 2008).

Hạn chế lớn trong việc sử dụng AMF trên quy mô lớn do đặc tính sinh học của chúng (Dalpé và Monreal, 2004), thiếu hiểu biết về các yếu tố quyết định của quan hệ cộng sinh cộng đồng mycorrhizal trong hệ sinh thái nông nghiệp. Tuy nhiên, các tế bào biểu mô nấm khác, như Trichoderma spp. (Ascomycota) và Sebacinales (Basidiomycota, với Piriformospora indica, khác biệt với các loài nấm, có thể sống ít nhất một phần vòng đời của chúng cách xa cây để xâm nhập rễ và để chuyển chất dinh dưỡng cho cây ký chủ của chúng, sử dụng các cơ chế chưa được hiểu biết hết (Behie và Bidochka, 2014).



Hình 9: Tóm tắt cơ chế tác động chính theo mục tiêu của hoạt chất kích thích sinh học bởi VSV trong đất (Van Oosten và ctv, 2017)

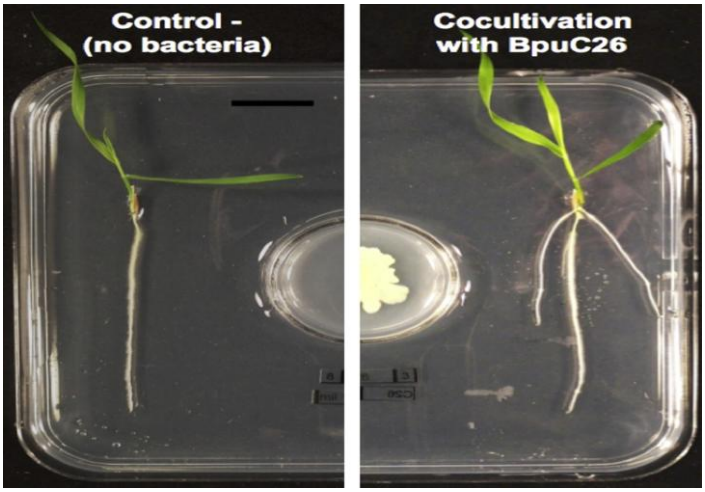
3.7 Các loài vi khuẩn có ích

Vi khuẩn tương tác với thực vật theo mọi cách có thể (Ahmad và cộng tác viên, 2008): (i) đối với nấm, có mối liên hệ liên tục tương hỗ giữa nấm và kỹ chủ; (ii) các hốc vi khuẩn kéo dài từ đất đến bên trong tế bào với các vị trí trung gian được gọi là vùng rễ và bề mật rễ (rhizoplane); (iii) các mối liên hệ này có thể là tạm thời hoặc vĩnh viễn, một số vi khuẩn thậm chí được truyền qua hạt giống; (iv) các chức năng làm tăng sự tham gia của thực vật vào các chu trình sinh hóa, cung cấp chất dinh dưỡng, tăng hiệu quả sử dụng chất dinh dưỡng, cảm ứng khả năng kháng bệnh, tăng cường khả năng chịu stress phi sinh học, điều chế hình thái và sinh trưởng của cây.

Sử dụng các vi khuẩn có ích này để kích thích sinh học cho cây trồng chia làm 2 nhóm chính tùy thuộc loài; chức năng và đa dạng sinh thái của chúng.

Đối với việc sử dụng các hoạt chất kích thích sinh học nông nghiệp, hai loại chính nên được xem xét trong phân loại sinh học, đa dạng và sinh thái: (i) Nhóm nội cộng sinh lẫn nhau của loại Rhizobium và (ii) nhóm vi khuẩn vùng rễ kích thích sinh trưởng thực vật (PGPR plant growth promoting rhizobacteria). Rhizobium và các loài có liên quan được thương mại hóa như là phân sinh học, tức là chế phẩm vi sinh vật tạo điều kiện hấp thu chất dinh dưỡng của cây trồng.

Việc sử Rhizobium sp như là tác nhân kích thích sinh học cho cây trồng đã được nghiên cứu rộng rãi bởi các tài liệu khoa học và sách giáo khoa. PGPRs đa chức năng tham gia vào tất cả các khía cạnh của cây trồng: dinh dưỡng và tăng trưởng, hình thái và phát triển, đáp ứng với stress sinh học và phi sinh học, tương tác với các cơ quan khác trong hệ thống nông nghiệp (Ahmad và cộng tác viên, 2008; Babalola, 2010; Berendsen et al ., 2012; Berg và cộng tác viên, 2014; Bhattacharyya và Jha, 2012; Gaiero và cộng tác viên, 2013; Philippot và cộng tác viên, 2013; Vacheron và cộng tác viên, 2013).



Hình 10: Cảm ứng hình thành rễ trên cây cỏ Brachypodium distachyon (line Bd21) bởi các hoạt chất sản sinh từ dòng vi khuẩn vùng rễ kích thích sinh trưởng thực vật (PGPR - plant growth promoting rhizobacteria) Bacillus pumilus Dòng C26 (Delaplace và cộng tác viên, 2015).

Bảng 7: Hiệu quả tăng cường hấp thu dinh dưỡng của PGPR (Halpern và ctv, 2015)

Crop	PGPB	Nutrients positively affected by PGPB	Main mechanisms
Fingermillet, maize, amaranth, buckwheat, frenchbean	*Bacillus* sp.	P	P solubilization
Maize	*Rhizobium leguminosarum* bv. *phaseoli*	P	P solubilization
Ficus benjamina	*Bacillus coagulans*, *Trichoderma harzianum*	P	Positively affect mycorrhizal fungi
Wheat	*Azotobacter chroococcum*	P	P solubilization and hormone production
Wheat	*Bacillus circulans* and *Cladosporium herbarum*	P	P solubilization and interaction with arbuscular mycorrhizal fungi
Tomato	*Enterobacter agglomerans*	N, P	P solubilization and positive effect on mycorrhizal fungi
Maize and sunflower	Unknown	Fe	Fe solubilization
Barley	*Pseudonomas putida*	Fe	Fe chelation
Mung bean	*Pseudomonas* sp.	Fe	Fe chelation
Maize	*Pseudomonas alcaligenes*, *Bacillus polymyxa*, *Mycobacterium phlei*	N, P,K	Hormonal effects on root growth
Peas	*Rhizobia*	N	N fixation
Kenya clover	*Rhizobia*	N	N fixation
Chickpea	*Rhizobia*	N	N fixation

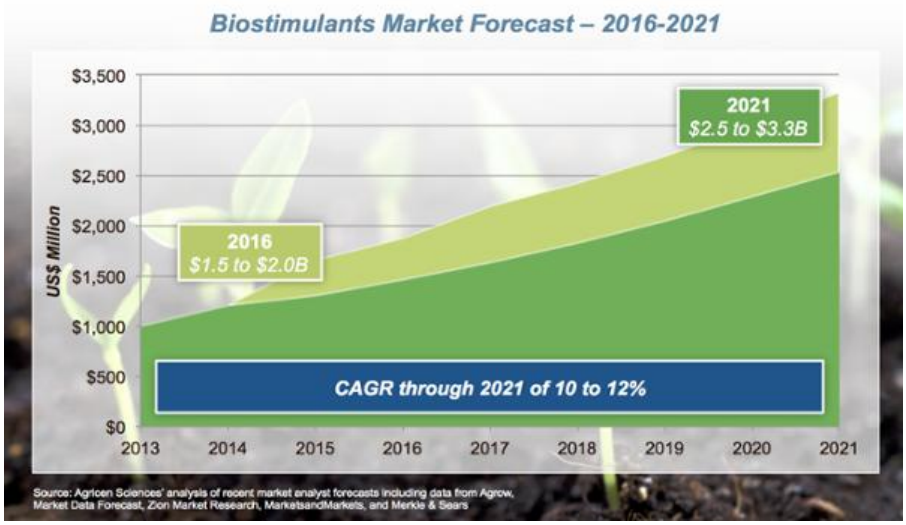
Bảng 8: Một số sản phẩm thương mại chứa Vi khuẩn vùng rễ kích thích phát triển thực vật (PGPR) ở Châu Âu, Mỹ và Châu Á (Le Mire Géraldine và ctv, 2016).

Products	Rhizobacteria	Crop	Manufacturer
Amase®	*Pseudomonas azotoformans*	Cucumber, lettuce , tomato, pepper	Lantmannen Bioagri, Sweden
AmniteA100®	*Azotobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Chaetomium*		Cleveland Biotech, UK
BactoFil A10®	*Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *B. megaterium*, *B. polymyxa*, *P. fluorescens*	Monocotyledons (cereals)	AGRO.bio Hungary Kft., Hungary
BactoFil B10®	*Azospirillum lipoferum*, *Azotobacter vinelandii*, *B. megaterium*, *B. circulans*, *B. subtilis*, *P. fluorescens*	Dicotyledons (sunflower, potato, rapeseed)	
Cérès®	*Pseudomonas fluorescens*	Field and horticultural crops	Biovitis, France
Compete ® Plus	*B. azotofixans*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. polymyxa*, *B. pumilus*, *B. subtilis*	Field crops, tree nurseries	Plant Health Care, USA
FZB24®fl	*B. amyloliquefaciens* ssp. *plantarum*	Ornamentals, vegetables	ABiTEP GmbH, Germany
Rhizovital 42®	*B. amyloliquefaciens*	Field crops	
Gmax® PGPR	*Azotobacter*, *Phosphobacteria*, *P. fluorescens*	Field crops	Greenmax AgroTech, India
Inómix® Biostimulant	*B. polymyxa* (IAB/BP/01), *B. subtilis* (IAB/BS/F1)	Cereals	IAB (Iabiotec), Spain
Inómix® Biofertilisant	*B. megaterium*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Azotobacter vinelandii*, *Rhizobium leguminosarum*		
Inómix® phosphore	*P. fluorescens*, *B. megaterium*, *Saccharomyces cerevisiae*		
Micosat F® Uno	*Agrobacterium radiobacter* AR 39, *B. subtilis* BA 41, *Streptomyces* spp. *SB 14*	Fruits, vegetables, flowers	CCS Aosta Srl, Italy
Micosat F® Cereali	*B. subtilis* BR 62, *Paenibacillus durus* PD 76, *Streptomyces* spp. *ST 60*	Cereals, tomatoes, sunflowers, beet, soybeans	
Nitroguard®	*Azospirillum brasilense* NAB317, *Azorhizobium caulinodens* NAB38, *Azoarcus indigens* NAB04, *Bacillus* sp.	Cereals, seed rape, sugar beet, sugarcane, vegetables	Mapleton AgriBiotec Pty Ltd, Australia
TwinN®	*Azospirillum brasilense* NAB317, *Azorhizobium caulinodens* NAB38, *Azoarcus indigens* NAB04		
PGA®	*Bacillus* sp.	Fruits, vegetables	Organica technologies, USA
Rhizocell ® GC	*B. amyloliquefaciens* souche IT45	Cereals	Lallemand Plant Care, Canada
Symbion®-N	*Azospirillum*, *Rhizobium*, *Acetobacter*, *Azotobacter*	Field crops, vegetables	T. Stanes & Company Ltd, India
Symbion®-P	*B. megaterium* var. *phosphaticum*		
Symbion®-K	*Frateuria aurantia*		

4. Xu hướng ứng dụng và thị trường hoạt chất kích thích sinh học

Trên thế giới đang quan tâm đến các hoạt chất kích thích sinh học cho cây trồng từ các chất đa dạng và vi sinh vật được sử dụng để tăng cường tăng trưởng thực vật.

Quy mô thị trường hoạt chất kích thích sinh học toàn cầu ước tính đạt 1,74 tỷ USD trong năm 2016, dự kiến sẽ tăng trưởng với tốc độ CAGR 10,2% từ năm 2017 đến năm 2025, ước tính đạt 4,14 tỷ USD trước năm 2025. Xu hướng canh tác tăng năng suất cây trồng, cùng với suy thoái đất nhanh chóng có khả năng dẫn dắt thị trường trong giai đoạn dự báo.



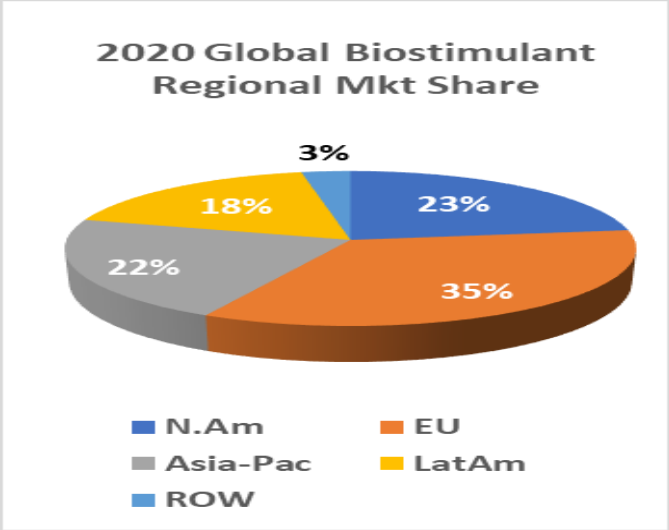
Hình 11: Thị trường các sản phẩm hoạt chất kích thích sinh học cho cây trồng 2016-2021

Thị trường Mỹ Latinh phát triển nhanh hơn bất kỳ khu vực nào khác do khí hậu và cây trồng được trồng ở Mỹ Latinh thích nghi tốt với việc sử dụng hoạt chất kích thích sinh học đồng thời công nghệ giúp cây trồng chống chịu và quản lý được stress phi sinh học.

Yêu cầu ngày càng cao về việc sử dụng hiệu quả hơn các nguồn lực (phân bón, nước, các yếu tố đầu vào khác) và người tiêu dùng sẵn sàng trả tiền cho sản phẩm rau quả chất lượng cao. Nhóm sản phẩm chiết xuất từ rong biển chiếm tỷ lệ cao nhất (37%).

Thị phần các sản phẩm có hoạt tính sinh học có hơn 400 công ty, bao gồm các tập đoàn đa quốc gia cũng đầu tư nghiên cứu phát triển như BASF SE; Koch Biological Solutions; Novozymes A/S; Artal Agronutrients; Biostadt India Limited; Evergrow; Isagro SAP; Italpollina SAP; latform Specialty Products Corporation; Koppert B.V; Biolchim S.P.; Valagro; Sapec Group (Trade Corporation International),…

Hội đồng Công nghiệp hoạt chất kích thích sinh học châu Âu (EBIC- The European Biostimulant Industry Council) nhấn mạnh vai trò và sự đóng góp của các hoạt chất kích thích sinh học giúp làm cho nông nghiệp bền vững hơn và góp phần thúc đẩy sự phát triển của ngành công nghiệp sinh học châu Âu. EBIC được thành lập vào tháng 6 năm 2011 với tư cách là Liên minh Công nghiệp hoạt chất kích thích sinh học Châu Âu và đã thay đổi tên của nó khi nó đạt được danh tính pháp lý vào năm 2013.



Hình 12: Phân chia thị trường hoạt chất kích thích sinh học theo loại (BPIA, 2018)

Liên minh Công nghiệp Sản phẩm Sinh học (BPIA - The Biological Products Industry Alliance) khuyến khích phát triển các sản phẩm sinh học an toàn và hiệu quả bao gồm thuốc trừ sâu sinh học và hoạt chất kích thích sinh học như các công cụ hữu ích cho nông nghiệp, lâm nghiệp, sân gôn, vườn nhà, làm vườn, trang trí và sức khỏe cộng đồng thông qua giáo dục, tiếp cận và vận động các hoạt động ở cấp tiểu bang, liên bang và quốc tế.

Thách thức:

- Người trồng thiếu kiến thức và cách hiểu về hoạt chất kích thích sinh học
- Thiếu định nghĩa được chấp nhận rộng rãi và ghi nhãn đồng nhất
- Thiếu quy định dựa trên rủi ro nhất quán
- Tốc độ chấp nhận chậm trên thị trường

(Nguồn: Valagro elaboration from different external và internal sources)

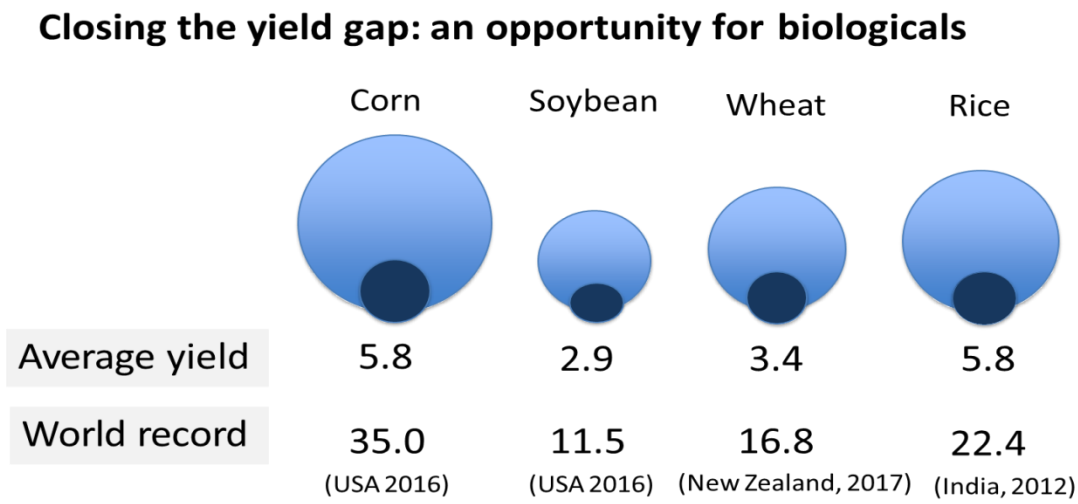
** Tiềm năng ứng dụng hoạt chất kích thích sinh học để tăng năng suất cây trồng*

Bảng 11: Danh sách cây trồng ở Châu Âu sử dụng hoạt chất kích thích sinh học hiệu quả (EBIC, 2013)

Cây ăn quả	**Cây lương thực**	**Cây Rau màu**		**Cây trồng khác**
Cam, Quýt	Lúa Mạch	Cải xanh	Hành	Cây kiểng
Táo	Ngô	Bắp cải	Ớt	Vườn ươm
Quả hạch	Gạo	Cà rốt	Khoai tây	Cỏ nhân tạo
Nho	Lúa mì	Súp lơ	Rau diếp	

Nho (rượu vang)	Cây cải dầu	Dưa chuột	Bí	
	Củ cải đường	Cà tím	Dâu tây	
		Tỏi	Cà chua	
		Dưa	Dưa hấu	

http://www.biostimulants.eu/wp-content/uploads/2013/04/Biostimulant_economics_17April2013.pdf



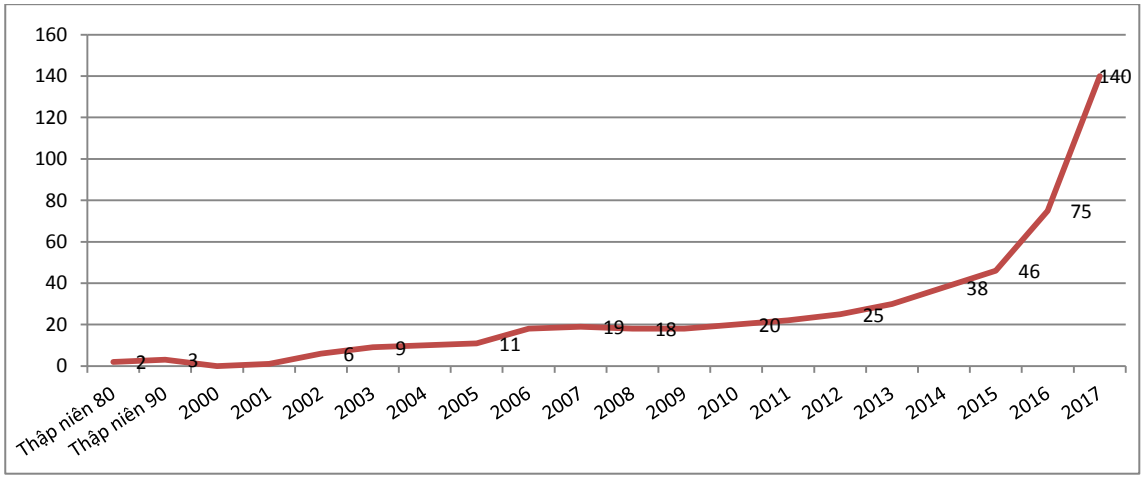
Hình 13: Chênh lệch năng suất một số cây trồng chính trung bình của thế giới so với năng suất cao nhất ghi nhận được

II. PHÂN TÍCH XU HƯỚNG NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG AXIT HUMIC VÀ RONG TẢO TRONG SẢN XUẤT HOẠT CHẤT KÍCH THÍCH SINH HỌC TRÊN CƠ SỞ SỐ LIỆU SÁNG CHẾ QUỐC TẾ

1. Tình hình công bố sáng chế về các hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian

Trên cơ sở dữ liệu sáng chế tiếp cận được, có khoảng 665 sáng chế công bố về nghiên cứu và ứng dụng hoạt chất kích thích sinh học. Năm 1963 là năm đầu tiên có công bố sáng chế hoạt chất kích thích sinh học tại Liên Xô.

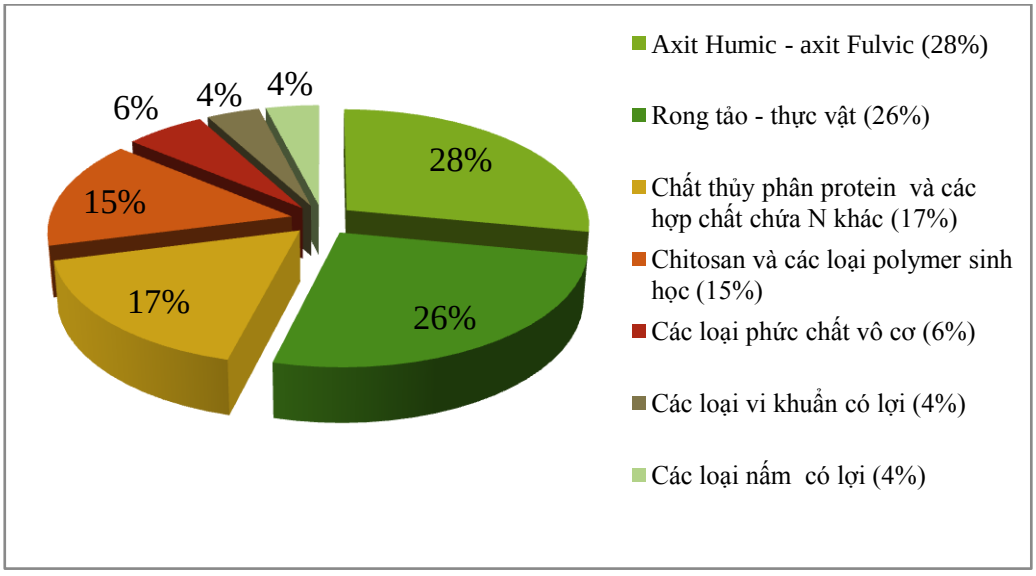
Tình hình công bố sáng chế các hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian được chia làm 02 giai đoạn:



Biểu đồ 1: Tình hình công bố sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian

- Giai đoạn từ 1963 đến 2005 trở về trước: số lượng công bố sáng chế ít, khoảng 96 sáng chế.
- Giai đoạn từ 2006 đến nay: số lượng công bố sáng chế nhiều và tăng nhanh, với khoảng 579 sáng chế, tăng gấp 6 lần so với giai đoạn đầu, đặc biệt tăng nhanh từ những năm 2014 đến 2017. Năm 2017 có số lượng sáng chế cao nhất, đạt 140 sáng chế. Chứng tỏ, trong những năm gần đây, hoạt chất kích thích sinh học đang được quan tâm và nghiên cứu trên thế giới.

Tình hình công bố sáng chế của các nhóm hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian (Theo Jurdain , 2015):

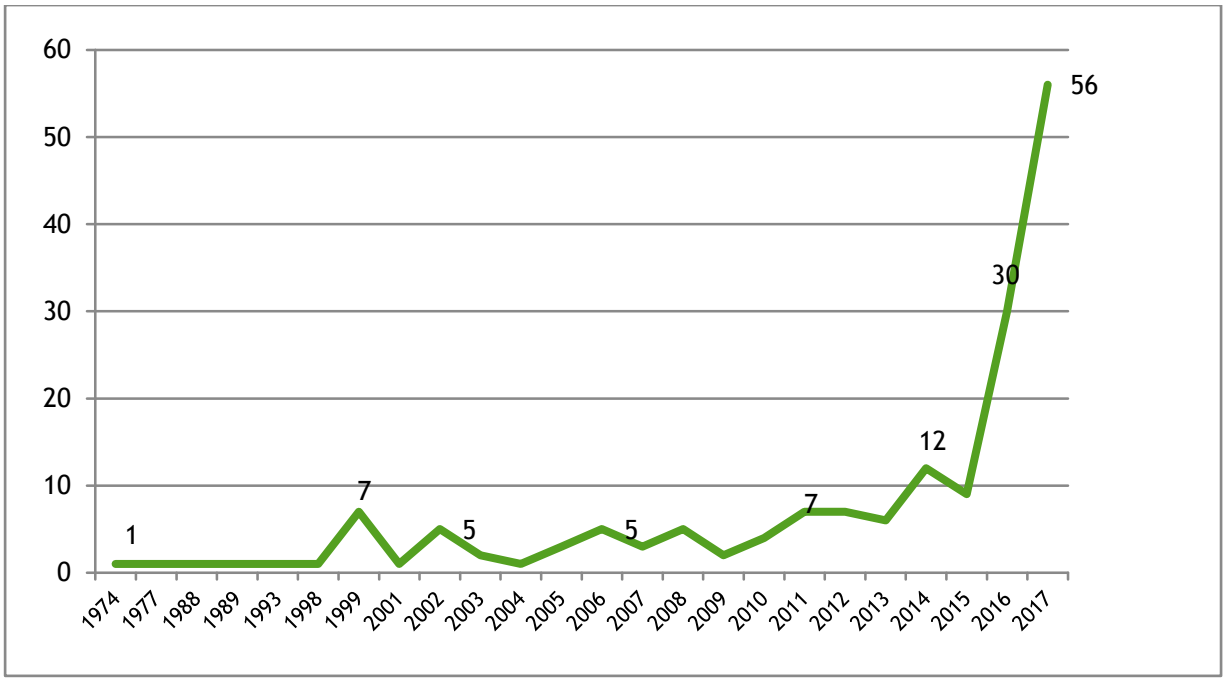


Biểu đồ 2: Tình hình công bố sáng chế của các nhóm hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian

Nhóm axit humic và axit fulvic (chiếm 28%) và nhóm rong tảo - thực vật (chiếm 26%) là 02 nhóm chiếm số lượng sáng chế cao nhất so với các nhóm còn lại. Trong đó, axit humic và rong tảo có số lượng sáng chế cao nhất, chiếm 270 sáng chế trên tổng 665 sáng chế về hoạt chất kích thích sinh học. Hiện nay, hoạt chất kích thích sinh học được sản xuất từ axit humic và rong tảo đang được quan tâm nghiên cứu và chiếm thị phần lớn trong thị trường hoạt chất kích thích sinh học trên thế giới.

2. Tình hình công bố sáng chế axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian

Theo cơ sở số liệu sáng chế quốc tế DerWent Innovation, đến tháng 10/2018, có 270 sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học. Sáng chế đầu tiên được công bố vào năm 1974 tại Liên Xô về phương pháp chiết xuất tảo dùng trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học.



Biểu đồ 3: Tình hình công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học theo thời gian

Tình hình công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học có thể chia làm 02 giai đoạn:

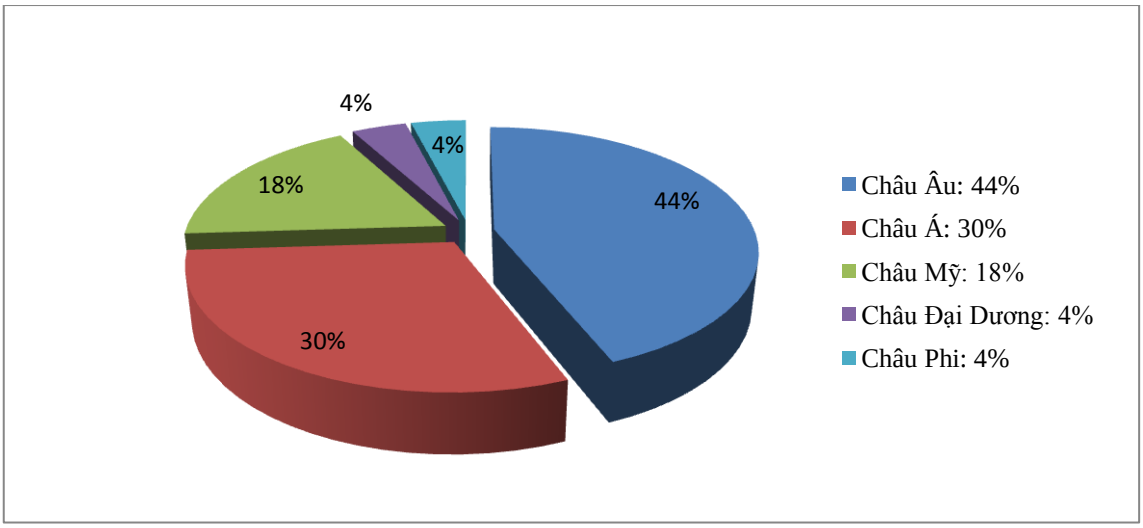
- Từ năm 1974 đến 2005: Số lượng sáng chế ít, khoảng 25 sáng chế, tập trung nhiều tại các quốc gia: Mỹ, Canada, Pháp, Brazil, Úc. Trong đó, Mỹ và

Trung Quốc là hai quốc gia dẫn đầu về số lượng công bố sáng chế. Giai đoạn này là được xem là giai đoạn tiền đề cho việc nghiên cứu và ứng dụng axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học.

- Từ năm 2005 đến nay: Số lượng sáng chế bắt đầu tăng nhanh, đạt 245 sáng chế, tăng gấp 9 lần so với giai đoạn từ năm 1974 đến 2005 và chiếm 90% trên tổng số lượng sáng chế công bố. Tập trung nhiều tại quốc gia: Mỹ, Trung Quốc, Canada, Úc, Brazil, Nga, Ấn Độ,…. Điều đó chứng tỏ, việc nghiên cứu và ứng dụng axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học đang được quan tâm trong giai đoạn hiện nay.

3. Tình hình công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học tại các quốc gia

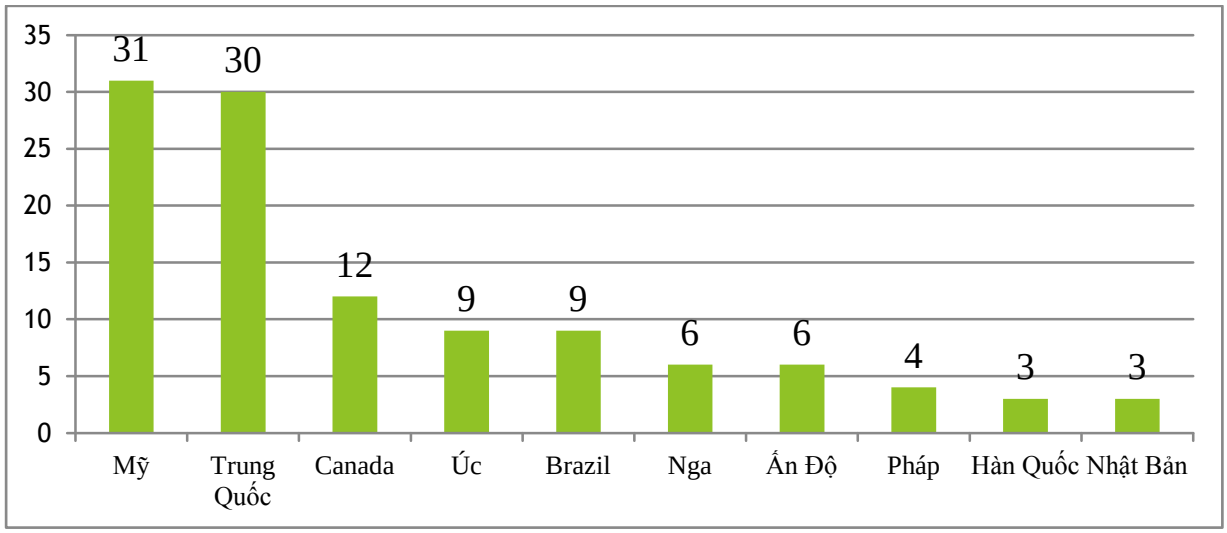
Các sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học được công bố tại 27 quốc gia và 2 tổ chức WO, EP và được phân bổ tại 05 châu lục:



Biểu đồ 4: Tình hình công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học theo châu lục

- Châu Âu: 12 quốc gia có công bố sáng chế, chiếm 44% tổng số lượng quốc gia.
- Châu Á: 08 quốc gia có công bố sáng chế, chiếm 30% tổng số lượng quốc gia.
- Châu Mỹ: 05 quốc gia có công bố sáng chế, chiếm 18% tổng số lượng quốc gia.
- Châu Đại Dương: 01 quốc gia có công bố sáng chế, chiếm 4% tổng số lượng quốc gia.
- Châu Phi: 01 quốc gia có sáng chế công bố, chiếm 4% tổng số lượng quốc gia.

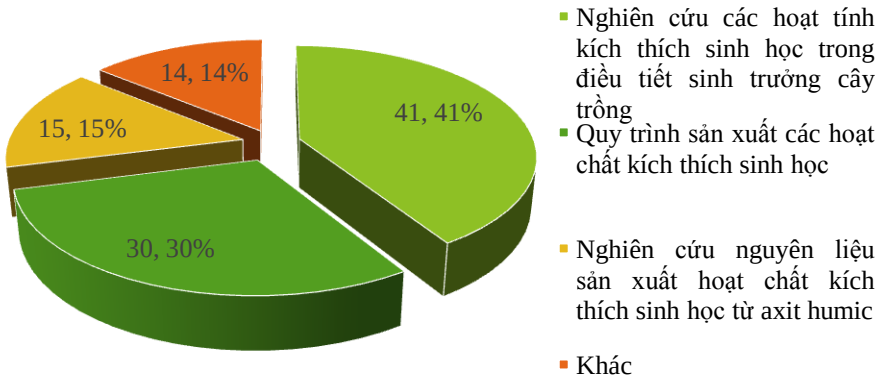
Trong 27 quốc gia có công bố sáng chế, thì Mỹ, Trung Quốc, Canada, Úc, Brazil, Nga, Ấn Độ, Pháp, Hàn Quốc, Nhật Bản là 10 quốc gia dẫn đầu về số lượng công bố sáng chế này. Trong đó, quốc gia có số lượng công bố sáng chế cao nhất là Mỹ với 31 sáng chế.



Biểu đồ 5: 10 quốc gia dẫn đầu về số lượng công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học

4. Tình hình công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học theo các hướng nghiên cứu

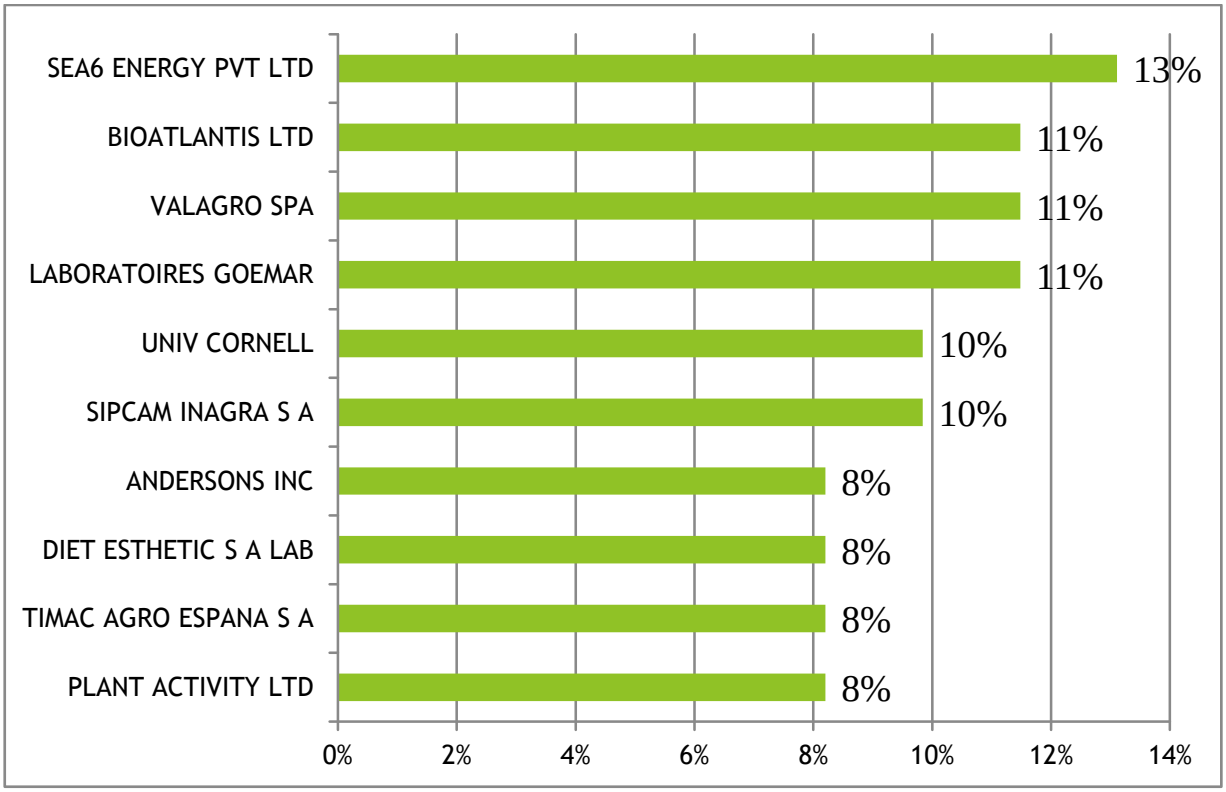
Trên cơ sở dữ liệu sáng chế công bố, nhận thấy nghiên cứu và ứng dụng axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học hiện nay có 3 hướng chính, đó là nghiên cứu các hoạt tính kích thích sinh học trong điều tiết sinh trưởng cây trồng; quy trình sản xuất các hoạt chất kích thích sinh học; nghiên cứu nguyên liệu sản xuất hoạt chất kích thích sinh học từ axit humic. Trong đó,nghiên cứu các hoạt tính kích thích sinh học trong điều tiết sinh trưởng cây trồng là hướng nghiên cứu rất được các nhà sáng chế quan tâm.



Biểu đồ 6. Tình hình công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học theo các hướng nghiên cứu

5. Các đơn vị dẫn đầu sở hữu số lượng công bố sáng chế về axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học

10 đơn dẫn đầu sở hữu sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học, như sau.



Biểu đồ 7: 10 đơn vị dẫn đầu về sở hữu số lượng sáng chế công bố

Trong các đơn vị dẫn đầu sở hữu sáng chế về nghiên cứu và ứng dụng axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học, xuất hiện các tên tuổi các đơn vị lớn chuyên cung cấp phân bón, hoạt chất kích thích sinh học trên thế

giới như SeA6 Enegy PVT, Bioatlants, Valagro… Trong đó, SeA6 Enegy PVT là đơn vị có chiếm số lượng sáng chế công bố nhiều nhất . Các sáng chế công bố đa phần tập trung tại Mỹ, Pháp, Brazil, Canada, Úc.

6. Một số sáng chế tiêu biểu

a. Quy trình sản xuất hoạt chất kích thích sinh học từ rong biển

Số sáng chế: US9854810B2

Ngày công bố: 2018-01-02

Quốc Gia: Mỹ

Nhà sáng chế: Meeder Marcelo Brintrup, Puerto Varas,

Đơn vị: PATAGONIA BIOTECNOLOGIA SA

Sáng chế liên quan đến quy trình sản xuất hoạt chất kích thích sinh học từ rong biển tươi. Rong biển sẽ được xay và xử lý với axit và kali hydroxit. Thu được dung dịch dạng pha nước, thêm thành phần axit humic (American leonardite) vào hỗn hợp dung dịch và đem sấy khô.

b. Quy trình sản xuất hoạt chất kích thích sinh học từ tảo nâu sargassum sp. và phương pháp sử dụng để năng suất cây trồng

Số sáng chế: ID201505116A

Ngày công bố: 2015-11-13

Quốc Gia: Indonesia

Đơn vị: BALAI PENELITIAN BIOTEKNOLOGI PERKEBUNAN

Sáng chế liên quan đến quy trình sản xuất tinh chất hữu cơ phytohormone - hoạt chất kích thích sinh học từ tảo nâu, bằng cách rửa tảo Sargassum để khử muối bề mặt nhanh, làm sạch, nghiền thô và sấy khô, lọc trong methanol, lọc, axit hóa và cô đặc.

c. Phương pháp điều chế chất kích thích sinh học từ axit humic

Số sáng chế: CN103554191A

Ngày công bố: 2014-02-05

Quốc Gia: Trung Quốc

Đơn vị: UNIV TAIYUAN IND

Sáng chế liên quan đến phương pháp điều chế hoạt chất kích thích sinh học từ axit humic, phương pháp bao gồm: nghiền than non, cho phản ứng với axit sulfuric

và hydrogen peroxide khi có chất xúc tác, thêm nước, trào ngược với natri sulfite, cô đặc và sấy khô.

Kết luận

- Đến tháng 10/2018, có 270 công bố sáng chế về thành phần axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học, tại 27 quốc gia và 2 tổ chức sở hữu trí tuệ thế giới (WO và EP).
- Mỹ, Trung Quốc, Canada, Úc, Brazil là các quốc gia dẫn đầu về số lượng công bố sáng chế trên.
- Các 03 hướng nghiên cứu chính trong nghiên cứu và ứng dụng axit humic và rong tảo trong sản xuất hoạt chất kích thích sinh học, bao gồm: Nghiên cứu các hoạt tính kích thích sinh học trong điều tiết sinh trưởng cây trồng; Quy trình sản xuất các hoạt chất kích thích sinh học; Nghiên cứu nguyên liệu sản xuất hoạt chất kích thích sinh học từ axit humic. Trong đó, hướng nghiên cứu các hoạt tính kích thích sinh học trong điều tiết sinh trưởng cây trồng chiếm số lượng sáng chế nhiều nhất.

III. NGHIÊN CỨU VÀ SẢN XUẤT HOẠT CHẤT KÍCH THÍCH SINH HỌC TẠI TRUNG TÂM NGHIÊN CỨU VÀ PHÁT TRIỂN, CÔNG TY CỔ PHẦN PHÂN BÓN DẦU KHÍ CÀ MAU.

1. Nghiên cứu sản xuất hoạt chất kích thích sinh học - axit Alginic lên men từ rong tảo.

Axit Alginic là một hoạt chất tự nhiên trong các tế bào tảo nâu, được polyme hóa tuyến tính bằng axit monoglucuronic. Các monome là axit mannosuric và axit guluronic. Các copolyme khối được hình thành bởi liên kết 1,4-glycoside theo ba hướng.

Đặc điểm sản phẩm:

+ Hoạt tính sinh học cao: Bổ sung dạng vết nhưng có hiệu quả cao.

+ Tăng sự phát triển cây trồng.

+ Đẩy mạnh phát triển bộ rễ, tăng hoạt động của rễ và nâng cao khả năng chống chịu của cây trồng: Carbon hữu cơ phân tử nhỏ chiết xuất từ tảo và các yếu tố kháng stress của tảo biển.

+ Tác động hai chiều: cung cấp một tiền chất tổng hợp cho nội tiết tố của cây trồng, và điều chỉnh cả tăng trưởng và sinh sản của cây trồng.

+ Tăng năng suất và cải thiện chất lượng.

Hoạt chất kích thích sinh học axit Alginic lên men từ rong tảo được sử dụng công nghệ tự phân tế bào lên men pha rắn để tạo ra hoạt chất này. Hoạt chất có thể được sử dụng trực tiếp lên cây trồng hoặc được bổ sung vào phân bón, trong đó liều lượng sẽ được điều chỉnh và và phối trộn theo tỷ lệ thích hợp.

1.1 Lợi thế kỹ thuật của hoạt chất:

- Liều lượng sử dụng ít nhưng đạt hiệu quả cao: Liệu lượng khoảng 0.3% - 3%

- Tác dụng 2 chiều: Cải thiện việc sử dụng phân bón, tăng sự phát triển cây trồng, và khi bổ sung trong phân bón, hoạt chất sẽ làm tăng hiệu quả tương hỗ giữa phân bón và cây trồng.

- An toàn: Hoạt chất là dịch chiết có hoạt tính sinh học từ rong tảo biển, vô hại đối với môi trường, cây trồng và cơ thể con người.

- Dễ dàng sử dụng: Sử dụng trực tiếp hoặc bổ sung, kết hợp trực tiếp với các sản phẩm khác (như phân bón).

1.2 Công nghệ sản xuất hoạt chất axit Alginic lên men:

1.2.1 Lựa chọn nguyên liệu tảo biển thô để lên men: Thành phần và hàm lượng của các loại tảo biển khác nhau thì khác nhau

- Nguyên liệu tảo biển chất lượng cao: Tảo bẹ

Là một loại tảo nâu lớn sống ở tầng nước lạnh (giàu fucoxanthin). Nhiệt độ sinh trưởng tối ưu là 1 – 13^{o}C. Vùng sinh trưởng đòi hỏi có dòng chảy liên tục, chất dinh dưỡng và chỉ số an toàn cao.

Ngành sản xuất tảo bẹ của Trung Quốc được đánh giá tốt nhất trên thế giới. Trong đó, sản xuất tảo bẹ chất lượng cao ở bán đảo Jiaodong (Sơn Đông) ước đạt hơn 75%. Tảo bẹ chỉ được sản xuất ở một số nơi thuộc Hoàng Hải và Bột Hải, phía Bắc Thanh Đảo.

- Thành phần của tảo bẹ:

+ Thành phần hữu cơ chiết xuất từ tảo: chất gel từ tảo biển, tinh dầu rong biển, laminarin, protein rong biển,… (Các thành phần này không có trong các loại cây trên cạn).

+ Chất đối kháng: Chất đối kháng tự nhiên được tạo ra trong điều kiện nhiệt độ và ánh sáng yếu như: Mannitol, vitamin, các alkaloids hữu cơ chiết xuất từ tảo,…

+ Chất tiền sinh học: Các thành phần thúc đẩy tăng trưởng của các phân tử hữu cơ nhỏ: Axit hữu cơ yếu từ tảo, các polymers phenol hữu cơ, indoles, …

+ Nhiều chất dinh dưỡng vô cơ chelate hóa: trạng thái chelate hóa tự nhiên, dễ hấp thụ: K, Ca, Mg, Zn, B, …. hữu cơ có nguồn gốc từ tảo.

1.2.2 Công nghệ tự phân tế bào lên men pha rắn: Sử dụng tảo bẹ chất lượng cao được dùng làm nguyên liệu thô, được cấy với phức hợp vi khuẩn đặc biệt. Fucoidan đại phân tử, các polymers phenol, protein alginic và tinh bột alginate trong Laminaria japonica được lên men thành axit Alginic phân tử nhỏ, các oligosaccharide hoạt động và các alkaloids có thể dễ dàng hấp thụ bởi cây trồng. Đồng thời, tảo có thể được tiêu hóa hoàn toàn, và hoạt tính sinh học của tảo có thể được duy trì và cải thiện.

1.2.3 Đặc điểm kỹ thuật và so sánh: Khả năng hoạt động và tác động của thành phần hoạt chất trong các quá trình tách chiết khác nhau thì khác nhau.

- Đặc điểm kỹ thuật của công nghệ tự phân tế bào lên men pha rắn:

+ Tạo ra các sản phẩm giàu hoạt chất, nồng độ hoạt chất tập trung cao, các phân tử nhỏ và khả năng hoạt động lớn.

+ Tránh phá hủy các chất có hoạt tính sinh học của tảo biển bởi axit và kiềm mạnh, bảo vệ các thành phần tự nhiên và hoạt tính sinh học của hoạt chất.

+ Phương pháp có thể sản xuất các hoạt chất sinh học có hiệu quả cao – các chất này không lưu giữ trong tảo vì sự chuyển hóa phức tạp của vi sinh

+ Chiết xuất sinh học tảo biển tinh khiết, an toàn, hiệu quả và ứng dụng rộng rãi.

- So sánh các quy trình xử lý:

+ Hóa học: Công nghệ chính yếu trong ngành hóa học rong biển. Axit mạnh, kiềm mạnh và nhiệt độ cao phá hủy các chất hoạt động nội bào của tảo biển.

+ Công nghệ Enzyme: Công nghệ thay thế cho ngành công nghiệp hóa chất rong biển. Xử lý enzyme trực tiếp, một sản phẩm đầu ra, không có khả năng ứng dụng rộng.

+ Vật lý: Kỹ thuật đơn giản sử dụng rong biển trong nông nghiệp. Phương pháp cơ học phá vỡ hoặc đóng băng phá vỡ tế bào thành, trọng lượng phân tử lớn, dính, không có lợi cho sự hấp thụ.

+ Công nghệ tự phân tế bào lên men pha rắn: Các kỹ thuật đặc biệt cho việc ứng dụng rong biển trong nông nghiệp.

1.3 Phân bón bổ sung hoạt chất axit Alginic lên men:

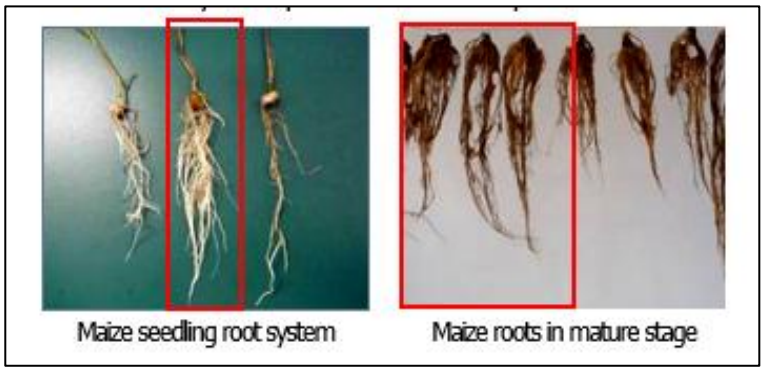
Các sản phẩm phân bón có chứa một lượng axit Alginic nhất định được tạo ra bằng cách thêm axit Alginic lên men vào quá trình sản xuất phân bón. So với các loại phân bón thông thường, nó có thể làm giảm sự mất cân bằng amoniac, giải phóng photpho, thúc đẩy kali, phân hủy an toàn, thúc đẩy tăng trưởng cây trồng và cải thiện sức đề kháng của cây trồng.

1.3.1 Cơ chế tăng cường tác động của phân bón có axit Alginic:

a. Tác động tăng cường lên cây trồng:

- Tác động lên hệ thống rễ cây:

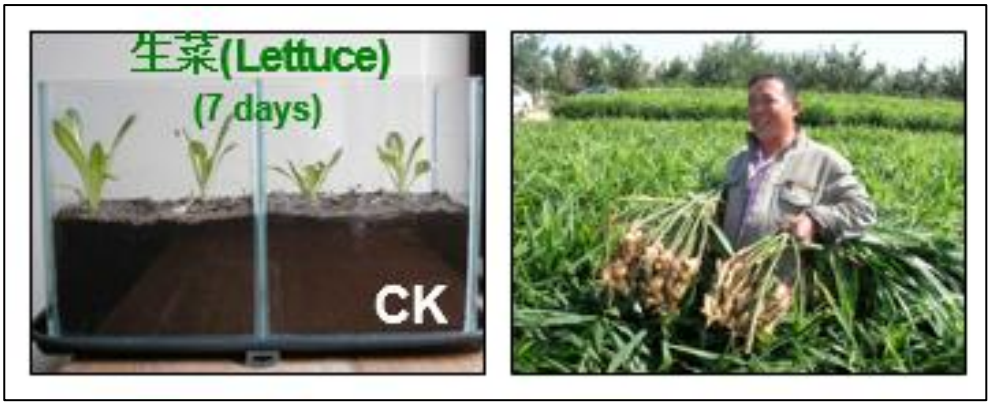
+ Cải thiện sự phát triển của rễ và hoạt động của rễ



Hình14: So sánh sự phát triển của bộ rễ cây

- Tác động do: Chất có hoạt tính sinh học tiết ra bởi tảo, nguồn dinh dưỡng từ carbon hữu cơ phân tử nhỏ.

- Tác động lên sự phát triển của cây trồng: Làm tăng sự phát triển, tăng sức đề kháng, tăng năng suất, cải thiện chất lượng



Hình 15. Sự phát triển của cây trồng

b. Tác động tăng cường lên chất dinh dưỡng:

- Tác động lên Nitrogen:

+ Thay đổi cấu trúc của hợp chất chứa nitrogen và làm chậm sự giải phóng và chuyển đổi của N

+ Hạn chế một cách tự nhiên sự bay hơi của ammonia nhờ axit Alginic lên men.

+ Sự giải phóng, chuyển đổi và di chuyển của N trong đất có thể bị thay đổi để làm giảm sự bay hơi ammonia.

+ Tác động tăng cường: Hạn chế thất thoát do bay hơi, xói mòn và làm chậm sự giải phóng N. Tăng cường sự ổn định của N và cải thiện hiệu quả sử dụng N.

- Tác động lên P:

+ Tạo phức hợp hữu cơ của các phân tử tảo nhỏ

+ Tác động kích thích sinh học tự nhiên bởi axit Alginic lên men.

+ Cải thiện sự hấp thu P của cây trồng và làm giảm thất thoát P

+ Axit Alginic lên men thay thế vào vị trí các chất bị kết tủa và cố định vào đất.

+ Thay thế một phần P bị cố định.

+Tác động tăng cường:

- Ngăn cản sự cố định và tăng cường hấp thu
- Giảm sự hút bám và cố định của P, tăng lượng P khả dụng trong đất.

- Tác động lên K:

+ Tạo phức hợp hữu cơ của các phân tử tảo nhỏ.

+ Hấp thụ các ions K+ và làm chậm sự giải phóng K.

+ Tác động kích thích sinh học tự nhiên bởi axit Alginic lên men.

+ Cải thiện sự hấp thu P của cây trồng và làm giảm thất thoát K.

+ Cải thiện kết cấu đất và tăng lượng K khả dụng.

+ Giảm sự thất thoát và cố định của K.

- Tác động lên các nguyên tố trung và vi lượng:

+ Tạo phức hợp hữu cơ của các phân tử tảo nhỏ.

+ Cải thiện tính khả dụng của các nguyên tố vi lượng.

+ Tính kích thích sinh học tự nhiên bởi axit Alginic lên men.

+ Cải thiện khả năng hấp thụ vi lượng của cây trồng.

c. Tóm lược các tác động hỗ trợ:

- Tác động lên cây trồng:

+ Cải thiện bộ rễ cây con, tăng chất diệp lục và hiệu quả quang hợp, điều tiết tăng cường sinh dưỡng và sinh sản.

+ Tăng khả năng kháng hạn, chịu úng, cải thiện sức đề kháng của cây trồng.

+ Tăng năng suất và cải thiện chất lượng nông sản.

- Tác động lên các yếu tố dinh dưỡng:

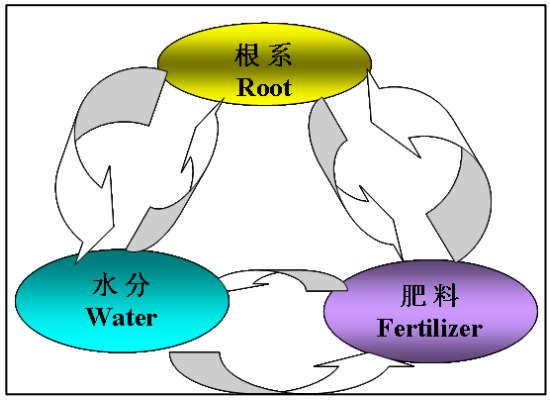
+ Làm chậm sự giải phóng N. Kích hoạt các dạng P khả dụng. Tăng cường hấp thụ. Có lợi cho việc sử dụng các nguyên tố vi lượng.

- Tác động lên môi trường và đất: Phân giải hoàn toàn, không để lại dư lượng, làm giàu cho đất, có lợi cho sinh trưởng của vi sinh vật có lợi trong đất.

1.3.2 Cơ sở lý thuyết để thiết lập mô hình giải phóng dinh dưỡng

a. Lý thuyết khớp nối không gian-thời gian hiệu quả của nước, phân bón và rễ cây

Cách sử dụng dinh dưỡng hiệu quả nhất: Phân bón cùng với nước và vùng rễ hấp thụ hiệu quả của cây trồng ở cùng một nơi và cùng một lúc.



Hình 16: Sơ đồng phân bón, nước và vũng rễ cây

b. Xây dựng hệ thống kỹ thuật:

- Quy trình tạo phức hợp nhiệt độ cao của hỗn hợp axit Alginic lên men.

- Chất hữu cơ được giải phóng từ tảo.

- Quy trình tạo phức hợp hoạt hóa có tính hòa tan trong nước bằng công nghệ tháp cao.

- Công nghệ phối hợp đa chất dinh dưỡng.

- Xây dựng công thức cụ thể theo vùng và cây trồng.

c. Thử nghiệm hiệu quả sử dụng trên diện rộng:

- Địa điểm thử nghiệp tại Trung Quốc: 17 tỉnh thành, 12 loại cây trồng, 56 thí nghiệm

- Kết quả thử nghiệm:

- Năng suất cây trồng tăng từ 5% - 15%. Trung bình tăng 9.5%
- Hiệu quả sử dụng phân bón tăng 5% - 12%. Trung bình tăng 7.8%

Phân bón có bổ sung hoạt chất axit Alginic lên men mới bao gồm: Urea có chưa axit Alginic, phân hỗn hợp bọc axit Alginic, phân phức hợp axit Alginic, phân hòa tan có chứa axit Alginic, phân bón lá có chứa axit Alginic,….Chúng có thể tạo thành một bộ phân bón đầy đủ đáp ứng mọi yêu cầu về dinh dưỡng và chức năng đối với cây trồng và nền nông nghiệp

2. Hiệu quả các sản phẩm phân bón Đạm Cà Mau bổ sung các chất hoạt tính axit humic và axit fulvic trên các loại cây trồng tại Việt Nam.

2.1 Hiệu quả của Đạm sinh học trên cây trồng

Bảng 12: Kết quả phân tích thành phần, chất lượng sản phẩm Đạm sinh học thử nghiệm (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	Thành phần	Công thức	Hàm lượng	
			Quatest 3	**CASE**
1	Tổng N		34,80%	37,60%
2	Độ ẩm		3,25%	2,85%
3	Hữu cơ		16,80%	23,20%
4	Fulvic		6,25%	11,50%
5	Humic		1,00%	1,46%
6	K_2O		1,20%	-
7	Phụ gia 1			
8	Phụ gia 2			
9	Axit Amin		2,15%	
9.1	*Aspartic axit*	$HOOCCH(NH_2)CH_2COOH$	0,18%	0,05 g/100 g
9.2	*Threonine*	$HO_2CCH(NH_2)CH(OH)CH_3$	0,04%	
9.3	*Serine*	$C_3H_7NO_3$	0,03%	
9.4	*Glutamic axit*	$HOOC\text{-}CH(NH_2)\text{-}(CH_2)_2\text{-}COOH$	1,01%	0,02 g/100 g
9.5	*Glycine*	$NH_2\text{-}CH_2\text{-}COOH$	0,40%	
9.6	*Alanine*	$C_3H_7NO_2$	0,20%	0,12 g/100 g
9.7	*Valine*	$C_5H_{11}NO_2$	0,07%	
9.8	*Isoleucine*	$C_6H_{13}NO_2$	0,03%	
9.9	*Leucine*	$HO_2CCH(NH_2)CH_2CH(CH_3)_2$	0,06%	
9.10	*Tyrosine*	$C_9H_{11}NO_3$	0,03%	
9.11	*Phenylalanine*	$C_6H_5CH_2CH(NH_2)COOH$	0,04%	
9.12	*Lycine*	$HO_2CCH(NH_2)(CH_2)_4NH_2$	0,03%	
9.13	*Argenine*	$C_6H_{14}N_4O_2$	0,03%	

2.1.1 Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa thí nghiệm tại Viện Lúa Đồng bằng sông Cửu Long

Năng suất là kết quả và mục tiêu cuối cùng của quá trình sản xuất, là chỉ tiêu đánh giá toàn diện và đầy đủ nhất các quá trình sinh trưởng, phát triển của cây, đồng thời là cơ sở để đánh giá hiệu quả kinh tế và hiệu quả đầu tư. Trong thí nghiệm, năng suất là chỉ tiêu được dùng để đánh giá sự sai khác giữa các công thức thí nghiệm. Năng suất lúa được tạo thành bởi các yếu tố: số bông/đơn vị diện tích, số hạt chắc/bông và khối lượng 1000 hạt. Khi các yếu tố này đạt tối ưu thì năng suất lúa sẽ đạt cao nhất. Trong các yếu tố cấu thành năng suất lúa thì số bông là yếu tố có tính chất quyết định nhất và sớm nhất, số bông có thể đóng góp 74% năng suất trong khi đó số hạt/bông đóng góp khoảng 20% năng suất. Qua nghiên cứu ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học (ĐSH) với giống lúa OM 5451. Trong vụ đông xuân 2017 - 2018, liều lượng bón theo khuyến cáo 80-40-30 kg N-P_2O_5-K_2O/ha. Vụ hè thu 2018, liều lượng bón theo khuyến cáo 80-50-40 kg N-P_2O_5-K_2O/ha. Vụ thu đông 2018, liều lượng bón theo khuyến cáo 80-50-40 kg N-P_2O_5-K_2O/ha. Chúng tôi thu được một số kết quả ở bảng 3.1; 3.2; 3.3; 3.4 và 3.5

Bảng 13: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa, diện hẹp trong vụ đông xuân 2017-2018 (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón (Phân nền)	NS lý thuyết (kg/ha)	NS thực tế (kg/ha)	Bội thu NS (kg/ha)	AEN (kg lúa/kgN)	HQ sử dụng N (PFPN)
1	NT1	0% N (khuyết N)	5526 b	4987 b			
2	NT2	100%N (ĐCM)	7240 a	6853 a		23,3	85,7
3	NT3	80% N (ĐCM)	7273 a	6811 a		28,5	106,4
4	NT4	60% N (ĐCM)	7243 a	6580 a		33,2	137,1
5	NT5	100% N (ĐSH-85)	7377 a	6834 a	-18	23,1	85,4
6	NT6	80% N (ĐSH-85)	7029 a	6514 a	-296	23,9	101,8
7	NT7	60% N (ĐSH-85)	7211 a	6541 a	-39	32,4	136,3
8	NT8	100% N (ĐSH-70)	7248 a	6913 a	60	24,1	86,4

9	NT9	80% N (ĐSH-70)	7196 a	6876 a	66	29,5	107,4
10	NT10	60% N (ĐSH-70)	7180 a	6657 a	76	34,8	138,7
		F	**	**			
		CV%	*5,9*	*6*			
		LSD5%	*602,6*	*568,7*			

Kết quả thống kê cho thấy giữa các nghiệm thức (NT) thử nghiệm các thành phần năng suất lúa như số bông/m^2, % hạt chắc/lép, TL 1000 hạt khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên số hạt chắc/bông và năng suất lúa giữa các công thức phân bón thử nghiệm khác biệt có ý nghĩa ở mức 5% và 1%. Nếu so sánh giữ 3 loại phân đạm sử dụng trên cùng công thức phân nền cho thấy phân Đạm Cà Mau (ĐCM) tuy có đạt năng suất lúa và hiệu quả sử dụng phân bón cao hơn một ít so với ĐSH 85 ở 2 mức bón 80% và 60% nhưng đạt giá trị xấp xỉ so với sử dụng ĐSH 70. Khi bón giảm 20% lượng N (64N) và 40% (48N) so với khuyến cao bón phân trong vụ đông xuân trên chân đất phù sa 2 vụ lúa, bội thu năng suất lúa so với bón ĐCM ở cùng lượng bón, mức giảm năng suất lớn hơn ở ĐSH 85 (-18 đến - 296 kg lúa/ha) trong khi sử dụng ĐSH 70 bội thu năng suất có tăng một ít (60 - 76 kg/ha). Điều đó có thấy đạm nâu 70 có ưu thế hơn ĐSH 85 và đạt hiệu quả tương đương so với ĐCM, nhưng còn cung cấp thêm một lượng đạm hữu cơ cho đất.

So sánh với ĐCM, ĐSH 85 đạt hiệu quả nông học của phân đạm (AEN) và hiệu quả sử dụng phân đạm (PFPN) thấp hơn, nhưng ĐSH 70 đạt AEN và PFPN cao hơn ĐCM kể cả ở 3 mức đạm bón (Ghi chú : PFPN về khoa học tương tự như đánh giá về hiệu suất sử dụng phân bón trong NĐ 108-2017 về khảo nghiệm Phân bón của CP)

Kết quả thống kê cho thấy giữa 3 công thức phân khảo nghiệm các thành phần năng suất lúa như số bông/m^2, số hạt chắc/bông và TL 1000 hạt khác biệt ko có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên % hạt chắc khác biệt có ý nghĩa ở mức 5%. Bón 80 N từ ĐCM đạt tỉ lệ hạt chắc thấp hơn so với bón 80% N (64N) từ ĐSH 70 với lượng hữu cơ lên đến 30%.

Bảng 14: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa, diện rộng trong vụ đông xuân 2017-2018 (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón (Phân nền)	NS lý thuyết (kg/ha)	NS thực tế (kg/ha)	Bội thu NS	HQ sử dụng N (PFPN)
1	NT2	100%N (ĐCM)	7356 a	6762 a		84,5
2	NT6	80% N (ĐSH-85)	7428 a	6588 a	-174	102,9
3	NT9	80% N (ĐSH-70)	7343 a	6619 a	-143	103,4
		F	*ns*	*ns*		
		CV%	*3,7*	*3,6*		
		LSD5%	*401,6*	*348,7*		

Nếu so sánh giữ 3 loại phân đạm sử dụng trên cùng công thức phân nền cho thấy ĐCM tuy có đạt năng suất lúa cao hơn một ít (143-174 kg/ha) so với ĐSH 85 và ĐSH 70 ở mức bón thấp hơn 20% lượng phân; tuy nhiên khác biệt này không có ý nghĩa thống kê. Điều đó khẳng định bón ĐSH 85 và 70 với lượng giảm 20% so với ĐCM giúp tiết giảm 20% lượng phân bón mà vẫn không ảnh hưởng đến sinh trưởng, năng suất lúa mà hiệu quả sử dụng phân bón lại đạt cao hơn (trong khi ĐSH 70 đạt 103,4 kg/kg N bón và ĐSH 85 đạt 102,9 kg N bón, thì ĐCM chỉ đạt 84,5 kg/kg N bón.

Bảng 15: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa, diện hẹp trong vụ hè thu 2018 (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	**NT**	**Công thức phân bón (Phân nền)**	**NS lý thuyết (kg/ha)**	**NS thực tế (kg/ha)**	**Bội thu NS (kg/ha)**	**HQ sử dụng N (PFPN)**
1	NT1	100%N ĐCM	4308 b	3921 bc		49,0
2	NT2	100%N ĐSH 70	4392 ab	3947 bc	26	49,3
3	NT3	80%N ĐCM	4384 ab	4147 ab	226	64,8
4	NT4	80%N ĐSH 70	4782 a	4237 a	316	66,2
5	NT5	60%N ĐCM	4192 b	3823 c	-98	79,6
6	NT6	60%N ĐSH 70	4339 b	3893 bc	-28	81,1
		F	*ns*	*		

		CV%	*5,2*	*3,6*		
		LSD5%	*414,2*	*258,6*		

Kết quả phân tích thống kê cho thấy: Ở cả 3 mức đạm bón từ 2 loại phân DCM và ĐSH 70 không có sự khác biệt về các TPNS như số bông/m^2, số hạt chắc/bông và TL 1000 hạt. Tuy nhiên năng suất lúa giữa các NT phân bón thử nghiệm khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. So sánh trong từng mức phân bón giữa 2 loại phân khảo nghiệm ĐCM và ĐSH 70, mức bón 80% N đạt năng suất lúa cao nhất (4,24 tấn/ha ở NT4 bón 80% ĐSH 70 và 4,15 tấn/ha ở NT3 80%N từ ĐCM và có khác biệt so với 2 mức bón 100% N và 60% N từ 200 - 290 kg/ha. Khi so sánh với đối chứng (NT1- bón 100% N từ ĐCM) năng suất lúa ở mức bón 80%N của ĐSH 70 khác biệt đến 316 kg/ha. Nếu giảm 40% N so với ĐCM năng suất lúa giảm một ít nhưng không đáng kể (mức giảm từ 28-98 kg/ha). Trong cùng loại phân bón ĐSH 70 giảm 20-40% lượng đạm, mức giảm năng suất lúa từ 54 – 344 kg/ha; Tương tự đối với phân bón ĐCM mức giảm năng suất cao hơn là 98-324 kg/ha ; Trong cùng lượng đạm bón, hiệu quả sử dụng phân đạm của ĐSH 70 đạt giá trị cao hơn. Ở 2 mức bón giảm còn 80% và 60% N, hiệu quả sử dụng phân đạm gia tăng càng cao tương ứng (66,2 - 81,1 kg/kg N của ĐSH 70) và (64,8 - 79,6 kg/kg N của ĐCM). Kết quả này khẳng định ĐSH 70 ở cùng mức bón 100% N đạt hiệu quả cao hơn so với ĐCM, thậm chí ĐSH 70 còn thể hiện ưu thế vượt trội ở mức bón 80% N của NT phân khuyến cáo cho vụ hè thu trên đất phù sa nhiễm phèn nhẹ ở Cần Thơ.

Bảng 16: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa, diện rộng trong vụ hè thu 2018 (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón (Phân nền)	NS lý thuyết (kg/ha)	NS thực tế (kg/ha)	Bội thu NS (kg/ha)	HQ sử dụng N
2	NT2	100% (Đ/C)	5906 a	5416 a	-	67,7
3	NT3	80% ĐSH 70	6064 a	5532 a	116	86,4
4	NT4	60% ĐSH 70	5212 b	4818 b	-598	100,4
		F	*	*		
		CV%	*6,7*	*7,8*		

		LSD5%	*527,9*	*563,0*		

Kết quả thống kê cho thấy giữa các NT thử nghiệm các thành phần năng suất lúa như % hạt chắc/lép, TL 1000 hạt, sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Số bông/m^2, số hạt chắc/bông và năng suất lúa giữa các công thức phân bón thử nghiệm khác biệt rất có ý nghĩa. Giữa 3 nghiệm thức phân bón thử nghiệm, bón ĐSH có xu hướng đạt số hạt chắc/bông cao hơn so với bón ĐCM, trong đó NT3 bón 80% ĐSH đạt số hạt chắc/bông cao nhất (72 hạt chắc/bông); Khi so sánh giữa 2 loại phân đạm sử dụng (ĐSH và ĐCM) cho thấy ĐSH ở mức bón 80% đạt số bông/m2 tương đương và năng suất lúa cao hơn một ít (116 kg lúa/ha) so với bón 100% ĐCM. Tuy nhiên ở mức bón 60% của ĐSH đạt số bông/m^2 và năng suất lúa thấp hơn đáng kể so với 100% ĐCM và 80% ĐSH (tương ứng 598 và 714 kg/ha). Hiệu quả sử dụng phân bón của ĐSH khá cao đặc biệt ở mức bón 60% ĐSH (đạt 100 kg/kgN) trong khi đó ĐCM đạt hiệu quả thấp hơn với mức bón100% N (80 kgN/ha) chỉ đạt 67,7 kg/kgN bón. Hiệu quả sử dụng phân đạm gia tăng càng cao tương ứng với mức bón giảm 40% N lượng ĐSH. Kết quả này khẳng định mức bón 80% N của ĐSH (64 kg N/ha) cho vụ lúa hè thu trên đất phù sa nhiễm phèn nhẹ ở Cần Thơ là hiệu quả nhất, vừa tăng năng suất lúa vừa giúp tiết kiệm 20% lượng phân đạm.

Bảng 17: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa, diện hẹp trong vụ thu đông 2018

(Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	**NT**	**Công thức phân bón (Phân nền)**	**NS lý thuyết (kg/ha)**	**NS thực tế (kg/ha)**	**Bội thu NS (kg/ha)**	**HQ sử dụng N**
1	NT1	100%N ĐCM ĐC	4175 ab	4030 ab		4030/80
2	NT2	100%N ĐSH 70	4256 ab	3984 ab	-46	
3	NT3	80%N ĐCM	4370 a	4180 ab	150	
4	NT4	80%N ĐSH 70	4437 a	4301 a	271	
5	NT5	60%N ĐCM	4037 ab	3866 b	-164	
6	NT6	60%N ĐSH 70	3941 b	3845 b	-185	
		F	*ns*	*ns*		

		CV%	*5,5*	*5,5*		
		LSD5%	*416,8*	*402,2*		

Kết quả phân tích thống kê cho thấy: Ở cả 3 mức đạm bón từ 2 loại phân Ure đục và đạm nâu không có sự khác biệt về các TPNS như số bông/m2, số hạt chắc/bông và TL 1000 hạt và cả năng suất lúa giữa các NT phân thử nghiệm khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. (2) Tuy nhiên, so sánh trong từng mức phân bón giữa 2 loại phân khảo nghiệm ĐCM và ĐSH, mức bón 80% N đạt năng suất lúa cao nhất (4,30 t/ha ở NT4 bón 80% đạm nâu và 4,18 tấn/ha ở NT3-bón 80%N từ ĐCM). So sánh với đối chứng (NT1- bón 100% N từ ĐCM) năng suất lúa ở mức bón 80%N của ĐSH tuy không khác biệt có ý nghĩa nhưng mức chênh lệch năng suất lúa cũng đạt 271 kg/ha. Giảm 40% N so với ĐCM năng suất lúa giảm từ 164-185 kg/ha. Trong cùng loại phân bón ĐSH giảm 20-40% N, mức giảm năng suất lúa từ 140-456kg/ha; Tương tự đối với phân ĐCM mức giảm năng suất cao hơn là 164-313 kg/ha; Trong cùng lượng đạm bón, hiệu quả sử dụng phân đạm của ĐSH đạt giá trị cao hơn ở mức bón 80%N so với ĐCM (65,3 kg/kg N bón và 67,2 kg/kg N tương ứng), còn ở 2 mức bón 100%N và 60% N cả ĐSH và ĐCM đạt đạt hiệu quả sử dụng phân đạm tương đương; Kết quả vụ thu đông 2018 cho thấy năng suất lúa đạt cao hơn so với vụ hè thu 2018 và khẳng định ĐSH thể hiện ưu thế vượt trội ở mức bón 80% đạm của NT phân khuyến cáo, giúp tiết kiệm 20% N so với ĐCM.

2.1.2 Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa thí nghiệm ở Khu thực nghiệm Trung tâm NCPT, tại nhà máy đạm Cà Mau, xã Khánh An, U Minh, Cà Mau

Tương tự các thí nghiệm ở Viện Lúa, các thí nghiệm thực hiện Khu thực nghiệm Trung tâm NCPT, tại nhà máy đạm Cà Mau, xã Khánh An, U Minh, Cà Mau. Trong vụ hè thu 2018, liều lượng bón theo khuyến cáo 80-40-30 N-P2O5-K2O/ha. Thí nghiệm thu được một số kết quả ở bảng 19.

Kết quả phân tích thống kê cho thấy: Ở cả 3 mức đạm bón từ 2 loại phân Ure đục và ĐSH 70 không có sự khác biệt về các TPNS như số bông/m2, số hạt chắc/bông và TL 1000 hạt; Tuy nhiên năng suất lúa giữa các NT phân thử nghiệm khác biệt ở mức ý nghĩa 5%. So sánh trong từng mức phân bón giữa 2 loại phân

khảo nghiệm ĐCM và ĐSH 70, mức bón 100% N đạt năng suất lúa cao nhất (5,9 tấn/ha ở NT1 100% ĐCM và 5,76 tấn/ha ở NT4-bón 80%N từ ĐSH và có khác biệt so với 2 mức bón 80% ĐSH và 80% ĐCM từ 289 kg/ha. Kết quả này khẳng định ĐSH 70 còn thể hiện ưu thế vượt trội ở mức bón 80% N của NT4 phân khuyến cáo cho vụ hè thu trên đất nhiễm mặn nhẹ của xã Khánh An, U Minh, Cà Mau.

Bảng 18: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất lúa, diện hẹp trong vụ hè thu 2018, Cà Mau

(Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Stt	NT	Công thức phân bón (Phân nền)	Năng suất (kg/ha)			HQ sử dụng N (PFPN)
			Lý thuyết	Thực tế	Bội thu	
1	NT1	100% ĐCM (ĐC)	6328 ab	5901 a		73,77
2	NT2	100% ĐSH 70	7261 a	5673 a	-229	70,91
3	NT3	80% ĐCM	6878 ab	5466 a		85,41
4	NT4	80% ĐSH 70	6610 ab	5755 a	289	89,92
5	NT5	60% ĐCM	5375 b	5294 a		110,28
6	NT6	60% ĐSH 70	6047 ab	5393 a	99,6	112,36
		F	*ns*	*ns*		
		CV%	*15,80*	*8,10*		
		LSD5%	*1845,74*	*823,91*		

2.1.3 Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến năng suất lúa thí nghiệm ở 3 điểm ở tỉnh Đồng Tháp

100% ĐCM Đ/C (N **80**);

100% ĐSH 70, tương ứng (N **56)**;

80% ĐSH 70, tương ứng (N **44,8)**;

60% ĐSH 70, tương ứng (N **33,6)**;

- Kết quả thí nghiệm hộ Ông Phạm Thành Nhi; xã Thường Thới Tiền, huyện Hồng Ngự, Đồng Tháp, Giống lúa: OM5451

Bảng 19: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến năng suất lúa, diện rộng trong vụ hè thu 2018, Đồng Tháp (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón ĐSH (70%N)	NS lý thuyết (kg/ha	NS thực tế (kg/ha)	So ĐC (kg)	S/S cùng loại phân	HQ sử dụng PB	NS tại ruộng ND (tấn/ha)	So Đ/C ND (tấn)
1	CT1	100% ĐSH	5388 ab	4717 a	29	382	59,0	5,56	-0,32
2	CT2	80% ĐSH	4878 d	4462 bcd	-226	255	69,7	5,64	-0,24
3	CT3	60% ĐSH	4784 d	4335 d	-353	126	90,3	5,77	-0,11
4	CT4	100% N46PLUS	5433 a	4809 a	121	437	60,1	6,08	
5	CT5	80% N46PLUS	5060 bcd	4583 abc	-105	226	71,6	5,23	
6	CT6	60% N46PLUS	5048 cd	4371 cd	-317	212	91,1	5,98	
7	CT7	100% ĐCM	5227 abc	4688 ab	-	-	58,6	5,88	
		F	**	**					
		CV%	*5,1*	*3,8*					
		LSD5%	*337,3*	*226,7*					

Kết quả thống kê cho thấy giữa các NT thử nghiệm các thành phần năng suất lúa như % hạt chắc/lép, TL 1000 hạt khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Số bông/m2 và năng suất lúa giữa các công thức phân bón thử nghiệm khác biệt rất có ý nghĩa. Khi so sánh giữa 3 loại phân đạm sử dụng (ĐSH, N46 PLUS và ĐCM) trên cùng NT phân nền 80N (NT1, NT4 và NT7) cho thấy ĐSH tuy đạt số bông/m2 cao hơn cả N46 PLUS và đạm ĐCM nhưng năng suất lúa ở mức bón 80N của N46PLUS đạt cao nhất; tuy nhiên sự khác biệt này không đáng kể. Giữa bón ĐSH và N46 PLUS ở mức 80% N của NT phân đạm khuyến cáo cho vụ Hè Thu, năng suất lúa giảm một ít tuy không đáng kể (mức giảm từ 105-226 kg lúa/ha) so với mức bón 100% phân đạm ĐCM; nhưng ở mức bón giảm còn 60% lượng phân đạm đã thể hiện khoảng khác biệt đáng kể từ 317-353 kg lúa/ha. Trong cùng loại phân bón ĐSH giảm 20% -40% lượng đạm, mức giảm năng suất lúa từ 126-382kg lúa/ha; Tương tự đối với phân N46 PLUS mức giảm năng suất càng cao khi giảm 20-40% N46 PLUS là 212-437 kg lúa/ha; Hiệu quả sử dụng phân bón của N46 PLUS đạt giá trị cao nhất, kế đến là ĐSH và đạm ĐCM đạt hiệu quả thấp hơn một ít ở cùng mức bón 80 kg N/ha. Ở 2 mức bón giảm còn 80% và 60% N hiệu quả sử dụng phân đạm gia tăng càng cao tương ứng (71,6 -91,1kg lúa /kg N của N46 PLUS) và (69,7-90,3 kg lúa/kg N của ĐSH); Kết quả này khẳng định đạm N46 PLUS và ĐSH ở cùng mức bón 100% N đạt hiệu quả cao hơn so với đạm ĐCM,

thậm chí N46 PLUS còn thể hiện ưu thế vượt trội. Đồng thời ở mức bón giảm 20% N, 2 loại đạm N46 PLUS và ĐSH cho năng suất và hiệu quả tương đương.

- Kết quả thí nghiệm hộ Ông La Văn Ía; xã An Bình, TX Hồng Ngự, Đồng Tháp, Giống lúa: Nếp Long An.

Bảng 20: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến năng suất lúa, diện rộng trong vụ hè thu 2018, Đồng Tháp (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón	NS lý thuyết (kg/ha)	NS thực tế (kg/ha)	S/S cùng loại PB	HQ sử dụng N	NS ruộng ND (tấn /ha)	So ĐC ND (tấn)
1	NT1	100% ĐSH	4613 a	4278 a	556	63,4	6.76	+1,6
2	***NT2***	***80% ĐSH***	***4451 a***	***4057 a***	***221***	***77,6***	***5.38***	***+0,3***
3	NT3	60% ĐSH	4073 b	3723 b	335	53,8	5.54	+0,46
7	NT7	100%ĐCM	4597 a	4307 a			5.08	
		F	*	**				
		CV%	*6,0*	*5,8*				
		LSD5%	*356,7*	*317,2*				

- Kết quả thống kê cho thấy giữa các NT thử nghiệm các thành phần năng suất lúa như % hạt chắc/lép, TL 1000 hạt, Số hạt chắc/bông khác biệt không có ý nghĩa thống kê. (2) Số bông/m2 của nếp LA đạt cao nhất ở NT1 - bón 100% ĐSH và khác biệt rõ so với bón 60% ĐSH (NT3) ; tuy nhiên không có sự khác biệt đáng kể nào so với số bông/m2 đạt được của NT2 và NT7 bón 80% ĐSH và 100% ĐCM; đồng thời giữa 3 NT2, NT3 và NT7 cũng đạt số bông/m2 tương đương nhau; (3) Năng suất lúa giữa các công thức phân bón thử nghiệm khác biệt rất có ý nghĩa; trong đó bón 100% ĐCM, 100% ĐSH và 80% ĐSH khác biệt không đáng kể, chỉ có giảm 40% lượng ĐSH so với mức đạm khuyến cáo, năng suất nếp Long An đạt được thấp hơn so với NT7 bón 100% đạm Ure là 585 kg lúa/ha. (4) Khi so sánh giữa 3 mức ĐSH sử dụng 100%, 80% và 60% (NT1, NT2 và NT3) cho thấy mức khác biệt về năng suất lúa nếp lần lượt là 221, 335 và 556 kg lúa/ha; (5) Hiệu quả sử dụng phân đạm của ĐCM và ĐSH ở mức bón 100% N tương đương nhau (53,8 và 53,5 kg lúa/kg N bón). Ở 2 mức bón ĐSH 80% và 60%, hiệu quả sử dụng phân đạm gia

tăng tương ứng là 63,4 và 77,6 kg lúa/kg N bón; (6) Kết quả này khẳng định ĐSH 70 ở cùng mức bón 100%N hoặc giảm 20% N đạt hiệu quả tương đương so với ĐCM trên năng suất lúa nếp Long An ở xã An Bình, Đồng Tháp vụ HT2018.

- Kết quả thí nghiệm hộ Ông Nguyễn Văn Thật; xã Bình Thành, huyện Thanh Bình, Đồng Tháp, Giống lúa: JASMINE 85

Bảng 21: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến năng suất lúa, diện rộng trong vụ hè thu 2018, Đồng Tháp (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón (ĐSH 70%N)	NS lý thuyết (kg/ha)	NS thực tế (kg/ha)	S/S cùng loại phân kg)	NS ND (tấn/ha)	So ĐC ND (tấn)
1	CT1	100% ĐSH	3499 ab	3277 a	143	3.84	+0,34
2	CT2	80% ĐSH	3300 c	3094 b	183	3.72	+0,22
3	CT3	60% ĐSH	3322 c	3134 ab	-40	3.86	+0,36
4	CT4	100% N46Plus	3517 a	3255 a	193	2.88	
5	CT5	80% N46Plus	3370 abc	3084 b	171	3.15	
6	CT6	60% N46Plus	3277 c	3062 b	22	3.44	
7	CT7	100% ĐCM ĐC	3339 bc	3153 ab		3.5	
		F	*	*			
		CV%	*3,9*	*3,8*			
		LSD5%	*170,0*	*155,7*			

Kết quả thống kê cho thấy giữa các NT thử nghiệm các thành phần năng suất lúa như % hạt chắc/lép, TL 1000 hạt khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Số bông/m2, số hạt chắc/bông và năng suất lúa giữa các công thức phân bón thử nghiệm khác biệt có ý nghĩa. Khi so sánh giữa 3 loại phân đạm sử dụng (ĐSH, N46 PLUS và ĐCM) trên cùng NT phân nền 80 N (NT1, NT4 và NT7) cho thấy N46 PLUS (NT4) đạt số bông/m2 cao nhất và khác biệt có ý nghĩa so với NT7 bón 100% ĐCM . Mặt khác năng suất lúa của NT1- bón 100% ĐSH đạt cao nhất, cao hơn một ít so với bón 100% N46 PLUS và ĐCM tương ứng là 102 và 124 kg lúa/ha. Giữa bón ĐSH và N46 PLUS ở mức 80%N và 60%N của NT phân đạm

khuyến cáo cho vụ Hè Thu, năng suất lúa giảm không đáng kể so với bón 100% ĐCM (giảm 19-91 kg lúa/ha); Trong cùng loại phân bón ĐSH giảm 20% -40% lượng đạm, mức giảm năng suất lúa từ 143-183kg lúa/ha; Tương tự đối với phân N46 PLUS mức giảm năng suất càng cao khi giảm 20-40% N46 PLUS là 171-193 kg lúa/ha so với bón 100% lượng đạm khuyến cáo trong vụ Hè Thu; Hiệu quả sử dụng phân bón của ĐSH, N46 PLUS và ĐCM tương đương nhau ở cùng mức bón 80 kg N/ha (39,4-41 kg lúa/kg đạm bón). Ở 2 mức bón giảm còn 80% và 60% N hiệu quả sử dụng phân đạm gia tăng tương ứng (48,3-65,3 kg lúa/kg ĐSH bón) và 48,2 -63,8 kg lúa /kg N của N46 PLUS); Kết quả này khẳng định đạm ĐSH và N46 PLUS ở cùng mức bón 100% N đạt hiệu quả tương đương so với ĐCM. Tuy nhiên trên giống lúa thơm Jasmine 85 vụ Hè Thu 2018 này tại xã Bình Thành do bị thiệt hại từ nhện gié ở mức trung bình đến nặng, đồng thời bị nhiễm bệnh cháy bìa lá nặng nên cây sinh trưởng kém, số bông thấp và năng suất lúa cũng thấp.

2.1.4 Tính toán hiệu quả kinh tế sử dụng đạm sinh học so với đạm đục Cà Mau, thí nghiệm trên cây lúa

Hiệu quả kinh tế là chỉ tiêu đánh giá một hoạt động sản xuất, kinh doanh, là cơ sở để người sản xuất quyết định phương án đầu tư cho hoạt động sản xuất kinh doanh để đảm bảo rằng hoạt động sản xuất kinh doanh đó sẽ mang lại lợi nhuận. Giả định giá phân bón ĐSH bằng giá ĐCM, 8 triệu/tấn và giá lúa bán 5 triệu/tấn. (công thức phân bón 80N-40P-50K/ha tương đương 174 kg ĐCM-/ha)

Bảng 22: Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế vụ đông xuân 2017-2018 Cần Thơ (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón	NS thực tế (tấn/ha)	Tăng NS (kg)	Chi phí Ure (trđ/ha)	Lợi nhuận (triệu đ)
1	NT2	100%N (ĐCM)	6,853		1,4	-
2	NT8	100% N (ĐSH-70)	6,913	60	1,4	
3	NT9	80% N (ĐSH-70)	6,876	66	1,12	
4	NT10	60% N (ĐSH-70)	6,657	76	0,84	

Bảng 23: Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế vụ hè thu 2018 Cần Thơ (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón	NS thực tế (tấn/ha)	Tăng NS (kg)	Chi phí Ure (trđ/ha)	Lợi nhuận (triệu đ)
1	NT1	100%N ĐCM	3,921	-	1,4	-
2	NT2	100%N ĐSH 70	3,947	26	1,4	+0,13
3	NT4	80%N ĐSH 70	4,237	316	1,12	+1,86
4	NT6	60%N ĐSH 70	3,893	- 28	0,84	+0,42

Bảng 24:Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế vụ thu đông 2018 Cần Thơ

Số TT	NT	Công thức phân bón	NS thực tế (tấn/ha)	Tăng NS (kg)	Chi phí Ure (trđ/ha)	Lợi nhuận (triệu đ)
1	NT1	100%N ĐCM	4,030	-	1,4	-
2	NT2	100%N ĐSH 70	3,984	- 46	1,4	- 0,23
3	NT4	80%N ĐSH 70	4,301	271	1,12	1,64
4	CT6	60%N ĐSH 70	3,845	-185	0,84	- 0,37

Bảng25: Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế vụ hè thu 2018
hộ Ông Phạm Thành Nhi (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón	NS thực tế (tấn/ha)	NS ND (tấn/ha)	Tăng NS (tấn)	Chi phí Ure (trđ/ha)	Lợi nhuận (triệu đ)
1	NT7	100% ĐCM (ĐC)	4,688	5,88	-	1,4	-
2	NT1	100% ĐSH 70 (gò)	4,717	5,56	-0,32	1,4	-1,6
3	NT2	80% ĐSH 70	4,462	5,64	-0,24	1,12	-92
4	NT3	60% ĐSH 70	4,335	5,77	-0,11	0,84	+0,01

Bảng 26: Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế vụ hè thu 2018, hộ Ông La Văn Ía (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón	NS thực tế (tấn/ha)	NS ND (tấn/ha)	Tăng NS ND (kg)	Chi phí Ure (trđ/ha)	Lợi nhuận (triệu đ)
1	NT7	100% ĐCM (ĐC)	4,307	5.08	-	1,4	-

2	NT1	100% ĐSH 70	4,278	6.76	+1,6	1,4	8,0
3	NT2	80% ĐSH 70	4,057	5.38	+0,3	1,12	1,78
4	NT3	60% ĐSH 70	3,723	5.54	+0,46	0,84	2,86

Bảng 27: Kết quả tính toán hiệu quả kinh tế vụ hè thu 2018 hộ Ông Nguyễn Văn Thật (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón	NS thực tế (tấn/ha)	NS ND (tấn/ha)	Tăng NS (tấn)	Chi phí Ure (trđ/ha)	Lợi nhuận (triệu đ)
1	NT7	100% ĐCM (ĐC)	3,153	3.5	-	1,4	-
2	NT1	100% ĐSH 70	3,277	3.84	+0,34	1,4	1,7
3	NT2	80% ĐSH 70	3,094	3.72	+0,22	1,12	1,38
4	NT3	60% ĐSH 70	3,134	3.86	+0,36	0,84	2,36

Tổng thu là yếu tố cuối cùng của một quá trình sản xuất và là kết quả mong đợi của người sản xuất, nó được đánh giá thông qua năng suất thực thu và giá bán thóc. Kết quả cho thấy ở mỗi mùa vụ, vùng canh tác với các lượng bón khác nhau thì có lợi nhuận khác nhau. ở các bảng trên.

2.1.5 Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến sinh trưởng, phát triển, năng suất và sản lượng Cây ớt, thí nghiệm tại Khu thực nghiệm Trung tâm NCPT, tại nhà máy Đạm Cà Mau, xã Khánh An, U Minh, Cà Mau và Khu Hợp tác thực nghiệm với WASI, xã Đạ Ròn, huyện Đơn Dương, tỉnh Lâm Đồng

Kết quả và đánh giá ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học thí nghiệm diện hẹp Khu thực nghiệm Trung tâm NCPT, ở Cà Mau đến thời gian sinh trưởng và phát triển của cây ớt, trong các giai đoạn: 25; 50 và 75 NSKC (chiều cao cây, Chiều dài lá, Chiều rộng lá, đường kính tán, đường kính gốc; Số cành cấp 1, Số cành cấp 2, và chỉ số SPAD, Số quả trên cây, Số quả thương phẩm trên cây Số quả chín trên cây) ở các nghiệm thức NT1, NT2, NT3, NT4, NT5, NT6, NT7

Nhìn chung, theo biểu đồ ta có thể nhận thấy trong các Nghiệm thức có giảm liều lượng Đạm (N) trong công thức thì NT5 (80% Đạm Sinh học)cho năng suất và chất lượng quả thương phẩm là tốt nhất. NT5 có năng suất thấp hơn NT2 (100% ĐCM) là 0,49 tấn/ha. Và có năng suất cao hơn NT1 (không bón N) là 0,85 tấn/ha.

Ngoài ra, NT7 (60% ĐSH70) cho năng suất và chất lượng quả thương phẩm là tốt thứ hai. NT7 có năng suất thấp hơn NT2 (100% ĐCM) là 0,54 tấn/ha. Và có năng suất cao hơn NT1 (không bón N) là 0,8 tấn/ha.

Bảng 28:Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và sản lượng ớt, diện hẹp 2018, Cà Mau (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

NT	Công thức phân bón	NS quả tổng (tấn/ha)	NS quả TP/lô (tấn/ha)	Bội thu năng suất (tấn/ha)	Bội thu NS NT2 và NT3; NT4 và NT5; NT6 và NT7 (tấn/ha) và (%)
1	0% ĐCM	0,44	0,35	1,34	
2	100% ĐCM	1,78	1,44	0	
3	100% ĐSH 70	1,07	0,86	-0,71	-0,71; -24,91
4	80% ĐCM	0,99	0,82	-0,79	
5	80% ĐSH 70	1,29	1,06	-0,49	0,3; 13,16
6	60% ĐCM	0,82	0,64	-0,96	
7	60% ĐSH 70	1,24	1,06	-0,54	0,42; 20,39
F		**	***		
SED		*0,21*	*0,15*		
LSD 5%		*0,45*	*0,33*		
CV		*23,10*	*20,70*		

Bảng 29: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm Cà Mau và Đạm sinh học đến năng suất và hiệu quả sử dụng phân đạm của cây ớt, tại Khu Hợp tác thực nghiệm với WASI, xã Đạ Ròn, huyện Đơn Dương, tỉnh Lâm Đồng (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón	Năng suất ớt các đợt (tấn/ha)			
			NSTT1	NSTT2	NSTT3	Cả vụ
1	NT1	100%N ĐCM	1,025 a	1,217 a	1,390 ab	7,802 ab
2	NT2	80% N ĐCM	0,989 a	1,750 a	1,093 bcd	7,113 abc
3	NT3	60% N ĐCM	1,011 a	1,408 a	1,261 abc	7,463 ab
4	NT4	100% N ĐSH 85	1,246 a	1,467 a	1,292 abc	7,879 ab

5	NT5	80% N ĐSH 85	0,948 a	1,446 a	1,041 bcd	6,557 bc
6	NT6	60% N ĐSH 85	1,124 a	1,663 a	0,975 cd	6,688 bc
7	NT7	100% N ĐSH 70	1,063 a	1,779 a	1,479 a	8,758 a
8	NT8	80% N ĐSH 70	0,975 a	1,267 a	1,488 a	8,195 ab
9	NT9	60% N ĐSH 70	0,934 a	1,708 a	1,187 abc	7,389 ab
10	NT10	0% N	0,821 a	1,283 a	0,781 d	5,229 c
		F	ns	ns	**	ns
		CV%	29,4	48,6	17,3	15,3
		LSD5%	0,511	0,595	0,355	1,913

Bảng 30:Kết quả so sánh Đạm Cà Mau và Đạm sinh học đến năng suất và hiệu quả sử dụng phân đạm của cây ớt, tại Khu Hợp tác thực nghiệm với WASI, xã Đạ Ròn, huyện Đơn Dương, tỉnh Lâm Đồng (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón	NSTT (kg/ha)	AEN (kg/kg N)	HQ sử dụng N (kg trái/kg N)
1	NT1	100%N ĐCM	7802	12,9	39,0
2	NT2	80% N ĐCM	7113	11,8	44,5
3	NT3	60% N ĐCM	7463	18,6	62,2
4	NT4	100% N ĐSH 85	7879	13,3	39,4
5	NT5	80% N ĐSH 85	6557	8,3	41,0
6	NT6	60% N ĐSH 85	6688	12,2	55,7
7	NT7	100% N ĐSH 70	8758	17,6	43,8
8	NT8	80% N ĐSH 70	8195	18,5	51,2
9	NT9	60% N ĐSH 70	7389	18,0	61,6

2.1.6 Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến sinh trưởng, phát triển, năng suất và sản lượng Cây rau xà lách xoăn, thí nghiệm tại Khu hợp tác thực nghiệm WASI, xã Đạ Ròn, huyện Đơn Dương, tỉnh Lâm Đồng (Phụ lục 2)

Kết quả phân tích thống kê GĐ sinh trưởng lần 3 cho thấy: Ở cả 6 công thức phân bón khảo nghiệm tuy không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê về chiều cao cây, chiều dài lá, khối lượng cây và năng suất toàn ô. Hiệu quả hỗ trợ và thay thế 30% N của ĐSH70 thể hiện ở cả 3 mức bón 100%, 80% và 60% so với ĐCM giúp

cây xà lách xoăn sinh trưởng phát triển tốt và đảm bảo sinh khối. So sánh giữa 2 loại phân Đạm Cà Mau và ĐSH70 thì CT5, sử dụng ĐSH70 ở mức bón 80% đạt năng suất toàn ô cao nhất và chỉ khác biệt có ý nghĩa so với bón 60% ĐCM. Kết quả này giúp khẳng định phân bón ĐSH70 có ưu thế vượt trội và có thể áp dụng ở mức bón 80% đạm là phù hợp trên cây xà lách xoăn.

Bảng 31: Kết quả ảnh hưởng của liều lượng Đạm sinh học đến các yếu tố cấu thành năng suất và sản lượng ớt, diện hẹp 2018, Cà Mau (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón (Phân nền)	Kết quả phân tich				
			Chiều cao cây (cm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Khối lượng cây	Năng suất toàn ô
1	NT1	100% ĐCM ĐC	21.20 a	19.00 a	17.05 a	197.33 a	59.67 ab
2	NT2	80% ĐCM	20.10 a	18.41 a	17.23 a	204.00 a	62.00 ab
3	NT3	60% ĐCM	20.17 a	18.56 a	17.52 a	185.33 a	56.00 b
4	NT4	100% ĐSH (70%N)	20.25 a	18.62 a	16.32 a	175.00 a	57.17 ab
5	NT5	80% ĐSH (70%N)	20.77 a	19.70 a	17.63 a	204.00 a	68.67 a
6	NT6	60% ĐSH (70%N)	20.23 a	18.22 a	16.92 a	198.00 a	65.67 ab
		F	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*	*ns*
		CV%	*6,7*	*6,2*	*4,6*	*14,0*	*11,1*
		LSD5%	*2,50*	*2,11*	*1,44*	*49,29*	*12,38*

Ghi chú: Phân nền và 92-48-60

2.2 Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng hoạt chất kích thích sinh học đến hiệu quả sử dụng NPK cho cây lúa và rau

2.2.1 Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng hoạt chất kích thích sinh học (FA) đến hiệu quả sử dụng NPK cho cây lúa, diện hẹp vụ hè thu 2018, Cần Thơ

Giai đoạn sinh trưởng 1: Kết quả đánh giá sinh trưởng ở giai đoạn lúa đẻ nhánh (20NSC) cho thấy: (1) Tác dụng hỗ trợ của hợp chất đã có biểu hiện rõ nét, cụ thể ở các NT2, NT3 và NT4 khi bón giảm 30% lượng NPK phân đơn còn 70% và bổ sung từ 10% , 20% và 30% hợp chất hấp thu NPK (FA) đã đạt chiều cao cây, số chồi/m2 và chỉ số SPAD tương đương hoặc cao hơn một ít và không có sự khác biệt đáng kể nào so với NT1 (bón 100% NPK phân đơn). (2) Tuy nhiên giữa 3 mức độ chất hỗ trợ FA 10%, 20% và 30% cũng không có sự khác biệt vì GĐ này lúa chỉ

mới nhận được 1/3 lượng phân bón của cả vụ, cần tiếp tục theo dõi và đánh giá tiếp ở các GĐST sau.

Giai đoạn sinh trưởng 2: Ở giai đoạn lúa làm đòng (40NSC) kết quả thống kê cho thấy: (1) Tác dụng hỗ trợ của chất FA thể hiện khá rõ ở cả 3 nghiệm thức (NT2, NT3 và NT4), bón giảm 1/3 lượng phân NPK phân đơn và có bổ sung hợp chất FA ở mức 10%, 20% và 30% nhưng đã giúp phát triển cây lúa trong GĐ làm đòng không khác biệt so với bón đầy đủ 100% phân NPK phân đơn, cả 2 chỉ tiêu sinh trưởng cao cây và số chồi/m2 đều không có sự khác biệt nào; (2) Chỉ số SPAD giai đoạn này giảm (<34), dưới mức tối hảo đối với lúa cấy cho thấy cần thiết bón phân thúc lần 3 đáp ứng cho phát triển đòng và trổ bông; (3) SPAD ở NT4 (bón giảm 30% lượng NPK phân đơn và bổ sung chất hấp thu FA ở 30% tuy đạt giá trị thấp hơn nhưng cũng không khác biệt so với cùng mức bón giảm 30% NPK phân đơn và có bổ sung FA ở liều lượng 10% và 20% tương ứng của NT2 và NT3. Hơn nữa, hai NT này cũng đạt SPAD khác biệt không có ý nghĩa so với bón đầy đủ 100% NPK phân đơn, đặc biệt là lượng phân đạm ở NT1 qua 2 lần bón thúc 1 và 2 đã cao hơn 16 kgN/ha so với NT2, NT3 và NT4 .

Giai đoạn sinh trưởng 3: Kết quả sinh trưởng giai đoạn lúa trỗ cho thấy: (1)Tác dụng hỗ trợ của chất FA thể hiện rõ nhất trên tăng trưởng số bông/m2 của 2 nghiệm thức NT3 và NT4 (mặc dù giảm 1/3 lượng phân NPK phân đơn nhưng được bổ sung hợp chất FA ở mức 20% và 30%) đạt giá trị tương đương; tuy nhiên ở cùng mức giảm 30% NPK phân đơn nhưng bổ sung chất FA ở mức 10% chưa đáp ứng nhu cầu nên số bông/m2 đạt thấp hơn khác biệt 5%. (2) Tăng trưởng chiều cao cây giữa các CT phân khảo nghiệm khác biệt rất có ý nghĩa qua phân tích thống kê; trong khi với mức giảm 30% phân bón NPK ở NT2 (bón 70% NPK phân đơn cùng với bổ sung 10% chất FA) chiều cao cây lúa không khác biệt so với bón đầy đủ 100% phân NPK phân đơn thì 2 NT3 và NT4 lại có sự khác biệt đáng kể và nghịch với chiều hướng tăng lượng chất FA ở liều lượng cao hơn là 20% và 30% tương ứng (3) Chí số SPAD giai đoạn trổ bông ở cả 4 công thức phân khảo nghiệm đều đạt mức tối hảo và không có sự khác biệt đáng kể nào từ việc giảm 30% NPK phân đơn và bổ sung chất FA ở 3 mức 10%, 20% và 30%. (4) Kết quả này cho thấy bổ

sung hợp chất FA trong việc giảm 30% NPK phân đơn có hiệu quả tích cực nhưng liều lượng sử dụng 20% hoặc 30% cần được theo dõi và đánh giá tiếp tục trên năng suất cuối vụ.

Bảng 32: Kết quả ảnh hưởng của tỉ lệ FA đến các yếu tố NPK và cấu thành năng suất và năng suất lúa, diện hẹp trong vụ hè thu 2018 (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón (Phân nền)	Năng suất (kg/ha)		So ĐC	Khác biệt về NS/NPK
			Lý thuyết	Thực tế		
1	NT1	100%NPK	5082 a	4825 ab		80-50-40
2	NT2	70%NPK 10% FA	4624 b	4530 b	-295	56-35-28
3	NT3	70%NPK 20% FA	5224 a	4973 a	148	433
4	NT4	70%NPK 30% FA	5189 a	5056 a	231	526
		F	*	*		
		CV%	*3,5*	*3,4*		
		LSD5%	*349,6*	*324,6*		

Giai đoạn thu năng suất: (1) Kết quả PT thống kê cho thấy các TPNS như số bông/m2, TL 1000 hạt và số hạt chắc/bông dưới ảnh hưởng của các CT phân bón khảo nghiệm tuy khác biệt không có ý nghĩa, nhưng năng suất lúa có sự khác biệt đáng kể. (2) Tác dụng hỗ trợ của hợp chất FA đã thể hiện rõ ở NT3 và NT4, mặc dù giảm 1/3 lượng phân NPK phân đơn nhưng bổ sung hợp chất FA ở mức 20% và 30 % đã giúp tăng năng suất lúa lần lượt là 148 và 231 kg lúa/ha so với bón đầy đủ 100% NPK phân đơn. (3) Trong cùng mức phân bón 70% lượng NPK và bổ sung 3 mức bón hợp chất FA ở 3 mức bón 10%, 20% và 30% (NT2, NT3 và NT4) cho thấy mức khác biệt về năng suất lúa tương ứng là 443 và cao nhất 526 kg lúa/ha khí tăng liều lượng bổ sung hợp chất FA lên gấp 3 lần ở NT4 (30%) so với NT2 (10%); (4) Điều này giúp khẳng định mức bón bổ sung chất FA từ 20 - 30% là hợp lý, đảm bảo hiệu quả thay thế khi giảm 30% lượng phân bón NPK cho cây lúa, không ảnh hưởng đến sinh trưởng và năng suất lúa

2.2.2 Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng hoạt chất kích thích sinh học (FA) đến hiệu quả sử dụng NPK cho cây lúa, diện rộng vụ hè thu 2018, Cần Thơ

Trên diện rộng ở giai đoạn lúa đẻ nhánh (20NSC) cho thấy: (1) Với 3 mức bổ sung hợp chất HTNPK2 ở các NT2 là 15% , NT3 (30%) và NT4 (45%) khi bón giảm lượng NPK phân đơn 40 % còn 60%, chiều cao cây, số chồi/m2 và chỉ số SPAD có gia tăng và biểu hiện rõ trên số chồi/m2 khi gia tăng lượng chất FAbổ sung lên 30%; (2) Tác dụng hỗ trợ chưa ổn định, biểu hiện các chỉ tiêu sinh trưởng của lúa ở NT4 (tăng lượng chất hỗ trợ FA lên 45%) đã giảm một ít hoặc tăng chậm cũng như không có sự khác biệt đáng kể nào giữa 3 nghiệm thức khảo nghiệm. (3) Vì vậy tác dụng hỗ trợ của hợp chất FA cần được đánh giá thêm ở các GĐST sau và cả vụ.

Kết quả thu được ở GĐ lúa làm đòng (40NSC) cho thấy: (1) Với 3 mức bổ sung hợp chất FA ở các NT2 là 15% , NT3 (30%) và NT4 (45%) khi bón giảm lượng NPK phân đơn 40 % còn 60%, số chồi/m2 đã gia tăng đáng kể và khác biệt có ý nghĩa khi gia tăng lượng chất FA bổ sung lên 45%; (2) Đối với chỉ số SPAD tuy đạt giá trị thấp ở tất cả 3 nghiệm thức do đáp ứng với phân đạm đến thời điểm này chỉ mới cung cấp được 32 kg N/ha cho lúa, nhưng tác dụng hỗ trợ của FA cũng biểu hiện rõ hơn ở NT4 (tăng lượng chất hỗ trợ FA lên 45%), SPAD đạt cao hơn và khác biệt có ý nghĩa so với bổ sung 30% FA. (3) Điều này một lần nữa khẳng định tác dụng hỗ trợ tích cực và hiệu quả của FA trong suốt các GĐST của lúa và cần đánh giá, xác định được liều lượng chất FA phù hợp để đạt hiệu quả tiết kiệm phân bón cũng như hỗ trợ sinh trưởng tốt nhất.

Kết quả PT sinh trưởng giai đoạn lúa trỗ cho thấy: (1) Với 3 mức bổ sung hợp chất FA ở các NT2 là 15%, NT3 (30%) và NT4 (45%) khi bón giảm lượng NPK phân đơn 40% còn 60%, tăng trưởng chiều cao đã có sự khác biệt có ý nghĩa. Lượng chất FA bổ sung ở mức 45% đạt giá trị cao nhất và không khác biệt so với bón bổ sung chất FA ở mức 15% nhưng lại khác biệt so với NT3 (bón bổ sung chất FA ở mức 30%). (2) Số bông/m^2 giữa 3 nghiệm thức khảo nghiệm không có sự khác biệt đáng kể nào ở 3 mức bón chất FA (15%, 30% và 45%) để thay thế cho 40% phân bón NPK trong khi GĐ làm đòng giữa mức bón bổ sung 15% và 45% hợp chất FA đã thể hiện sự khác biệt rõ rệt trên số chồi/m2. (3) Chỉ có chí số SPAD giai đoạn trổ bông của NT4 (thay thế việc bón giảm 40% NPK phân đơn và bổ sung

chất FA ở mức 45%) đạt giá trị tối hảo và khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% so với 2 mức bổ sung chất FA ở mức thấp hơn là 15% và 30%. (4) Kết quả này cho thấy bổ sung hợp chất FA từ 15 - 45% có hiệu quả tích cực nhưng chưa ổn định. Việc xác định liều lượng chất FA sử dụng thay thế cho việc giảm 40% NPK phân đơn cần được theo dõi và đánh giá tiếp tục trên năng suất cuối vụ.

Bảng 33: Kết quả ảnh hưởng của tỉ lệ FA đến các yếu tố NPK và cấu thành năng suất và năng suất lúa, diện rộng trong vụ hè thu 2018 (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	**NT**	**Công thức phân bón (Phân nền)**	**Năng suất (kg/ha)**		**Khác biệt về NS/NPK 80-50-40**
			Lý thuyết	Thực tế	
2	NT2	60%NPK 15% FA	4787 b	4386 b	48-30-24
3	NT3	60%NPK 30% FA	5213 a	4685 ab	299
4	NT4	60%NPK 45% FA	5264 a	4968 a	582
		F	*ns*	*ns*	
		CV%	*5,9*	*7,2*	
		LSD5%	*412,2*	*461,5*	

Kết quả bản 3.22. ảnh hưởng của tỉ lệ FA đến các yếu tố NPK và cấu thành năng suất và năng suất lúa. (1) Kết quả PT thống kê cho thấy các TPNS như số bông/m2, và TL 1000 hạt dưới ảnh hưởng của các CT phân bón khảo nghiệm khác biệt không có ý nghĩa, nhưng số hạt chắc/bông có sự khác biệt đáng kể. (2) Tác dụng hỗ trợ của hợp chất FA đã thể hiện rõ ở NT3 và NT4 trên số hạt chắc/bông, cùng giảm 40% lượng phân NPK phân đơn nhưng bổ sung hợp chất FA ở mức 30% và 45% đã giúp tăng số hạt chắc/bông và năng suất lúa đáng kể, tăng 10 hạt chắc/bông , đồng thời tăng năng suất khác biệt là 582 kg lúa/ha so với bổ sung hợp chất FA ở mức 15% . (3) Tuy nhiên so với NT3 với mức bón bổ sung FA là 30% thì khác biệt về năng suất giữa NT3 với NT2 sự khác biệt này cũng xấp xỉ 299 kg lúa/ha. (4) Kết quả này giúp khẳng định mức bón bổ sung hợp chất FA từ 30% - 45% là phù hợp, đảm bảo hiệu quả thay thế khi giảm 40% lượng phân bón NPK cho cây lúa mà không ảnh hưởng đến sinh trưởng và năng suất lúa.

2.2.3 Kết quả thí nghiệm ảnh hưởng FA đến hiệu quả sử dụng NPK cho cây rau xà lách xoăn, diện hẹp 2018, Lâm Đồng

Kết quả đánh giá sinh trưởng lần 1 cho thấy: Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về chiều dài lá, chiều rộng lá sau đợt bón đầu tiên (11 NST) giữa các công thức phân khảo nghiệm. Điều đó cho thấy tác dụng hỗ trợ đáng kể của chất FA thay thế cho 30% lượng phân NPK bón và giúp cây xà lách xoăn phát triển tốt ngay ở giai đoạn đầu sinh trưởng. Tuy nhiên chưa thể đánh giá được mức bón 15%, 30% hay 45% chất FA nào là phù hợp hơn vì cũng không có sự khác biệt nào trên sinh trưởng giai đoạn này giữa 3 mức bón hỗ trợ trên.

Kết quả đánh giá sinh trưởng lần 2 cho thấy: (1) Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về chiều cao cây, chiều dài lá và chiều rộng lá sau đợt bón thúc phân lần 2 (22 NST) giữa các công thức phân khảo nghiệm (2) Điều đó giúp khẳng định hiệu quả hỗ trợ và thay thế 30% phân NPK của chất FA giúp cây xà lách xoăn vẫn phát triển tốt không thua kém bón 100% NPK. (3) Tuy nhiên cũng chưa có sự khác biệt nào giữa 3 mức bổ sung chất FA - 15%, 30% và 45% trên ST xà lách xoăn ở giai đoạn này.

Bảng 34: Kết quả ảnh hưởng của tỉ lệ FA đến các yếu tố NPK và cấu thành năng suất và sản lượng rau, diện hẹp 2018 (Lê Công Nhất Phương và ctv, 2018)

Số TT	NT	Công thức phân bón (Phân nền	Chiều cao cây (cm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Khối lượng (g)	Năng suất toàn ô (kg)
1	NT1	100% NPK ĐC	20.17 a	16.41 a	13.77 a	119.00 a	41.00 c
2	NT2	70% NPK+ FA 15%	19.60 ab	15.87 a	14.02 a	128.67 a	41.67 bc
3	NT3	70% NPK+ FA 30%	18.88 b	15.69 a	13.40 a	104.67 a	44.67 ab
4	NT4	70% NPK+ FA 45%	19.03 b	15.65 a	13.78 a	109.33 a	45.33 a
5	NT0	0% NPK	20,10	16,40	13,50	131,00	38,00
		F	ns	ns	ns	ns	ns
		CV%	2,7	3,8	4,9	13,7	4,2
		LSD5%	1,05	1,22	1,35	31,51	3,59

Kết quả phân tích thống kê trong giai đoạn sinh trưởng lần 3 cho thấy: Ở cả 4 công thức phân bón khảo nghiệm tuy không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê về chiều cao cây, chiều dài lá, khối lượng cây và năng suất toàn ô. Kết quả này càng giúp khẳng định hiệu quả hỗ trợ và thay thế 30% phân NPK của chất FA giúp cây

xà lách xoăn sinh trưởng phát triển tốt và đảm bảo sinh khối. Tuy đạt cao cây thấp hơn so với NT1 bón 100% phân NPK nhưng giữa 3 mức bổ sung chất FA đã thể hiện sự sai khác đáng kể trên năng suất toàn ô. Mức bón bổ sung 45% chất FA đạt năng suất toàn ô cao nhất và khác biệt rất rõ so với mức bón chất FA -15% và NT1 bón 100% NPK. Như vậy trong vụ 1 trên cây xà lách xoăn hiệu quả hỗ trợ và thay thế 30% của chất FA ở mức bón 30-45% cho thấy khá phù hợp tuy nhiên chưa ổn định lắm, cần tiếp tục đánh giá trong vụ tới và thiết lập NT không phân NPK có lặp lại để có thể phân tích thống kê và so sánh kỹ hơn.

Kết luận nghiên cứu Đạm sinh học và hoạt chất kích thích sinh học

Nguồn nguyên liệu hoạt chất kích thích sinh học do đối tác cung cấp có thay đổi về chất lượng, không có các độc chất ảnh hưởng đến đất và cây trồng theo NĐ 108/2017, nhưng không ảnh hưởng nhiều đến sản xuất thử nghiệm ĐSH.

Sản xuất được 2 loại Đạm sinh học ĐSH 85/15 và ĐSH 70/30.

Sản xuất được 1.500 kg ĐSH 70/30 (ĐSH 70), chất lượng sản phẩm ổn định theo thời gian, tuy nhiên sản phẩm đem thử nghiệm chưa đạt yêu cầu "hình thái" như mong muốn.

Kết quả thí nghiệm diện hẹp và diện rộng, vụ đông xuân 2017-2018 trên 2 sản phẩm ĐSH 85/15 và ĐSH 70/30. Năng suất lúa thực tế ĐSH 70 cao hơn ĐSH 85.

Kết quả phân tích đối với cây lúa thí nghiệm ở Cần Thơ và Cà Mau, số liệu cho thấy hiệu quả năng suất các nghiệm thức 80% ĐSH 70 (tính theo N (64N)) thường cao hơn so với đối chứng.

Riêng các thí nghiệm tại 3 điểm ở Đồng Tháp, kết quả số liệu thu được có 2 ruộng với các nghiệm thức (100; 80 và 60)% tương đương với N cung cấp (56; 44,8; 33,6) N, ĐSH 70, năng suất cao hơn so với đối chứng (ĐCM 100% với 80N) trên 5%.

Từ kết quả thí nghiệm đối với cây rau xà lách xoăn tại Lâm Đồng nghiệm mức bón 80% DSH 70 có năng suất đạt kết quả lớn nhất, nhưng tính hiệu quả kinh tế thì mức bón 60% DSH 70 có lợi nhuận cao hơn.

Bước đầu thí nghiệm giảm lượng NPK trên cây lúa và rau xà lách xoăn cho kết quả khả quan khi bổ sung thêm FA với các tỉ lệ khác nhau (FA ở mức bổ sung 10-45%/khối lượng phân bón NPK)

+ Kết quả thí nghiệm diện hẹp bổ sung chất FA từ 20 - 30% là hợp lý, đảm bảo hiệu quả thay thế khi giảm 30% lượng phân bón NPK cho cây lúa, không ảnh hưởng đến sinh trưởng và năng suất lúa.

+ Kết quả thí nghiệm diện rộng bổ sung hợp chất FA từ 30% - 45%, khi giảm 40% lượng phân bón NPK vẫn đến sinh trưởng và năng suất lúa.

+ Kết quả thí nghiệm trên cây xà lách xoăn hiệu quả hỗ trợ và thay thế 30% NPK của FA ở mức bổ sung 30-45%, cho thấy khá phù hợp tuy nhiên chưa ổn định lắm, cần tiếp tục đánh giá trong vụ tới và thiết lập NT không phân NPK có lặp lại để có thể phân tích thống kê và so sánh kỹ hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Roger Tripathi, Uniqueness and Harmonization Efforts of Biostimulants Internationally, Global BioAg Linkages, 2018*
2. *S. Jena, A.K. Panda and A. Mishra, Biostimulants: An alternative to conventional crop stimulators, Department of Horticulture, CCS Haryana Agricultural University, Hisar, Haryana, Jena et al., Inno. Farm., 2017*
3. *Lori Hoagland, Biostimulants, biofungicidesand biofertilizers, Đại học Purdue, 2018*
4. *Peter May, Development of Global Markets for Biostimulants, Xenex Associates, 6th China International Forum on Development of Biocontrol Technology, Shanghai, 2017*
5. *Patrick du Jardin, Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation, Scientia Horticulturae, 196 (2015),*
6. *Biostimulants Resource Deck, The Biological Products Industry Alliance (BPIA)Oleg I. Yakhin, Aleksandr A. Lubyanov, Ildus A. Yakhin and Patrick H. Brown, Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective, Frontiers in plant Science, Volume 7, 2017.*