

ẢNH HƯỞNG CỦA BÓN NHIỄM CHẾ PHẨM NẤM RỄ NỘI CỘNG SINH AM (*Arbuscular mycorrhiza*) TỚI SINH TRƯỞNG VÀ MÔI TRƯỜNG ĐẤT RỪNG TRỒNG KEO VÀ BẠCH ĐÀN URO

Vũ Quý Đông, Lê Quốc Huy
Viện Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng
Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam

TÓM TẮT

Với mục tiêu là nghiên cứu phát triển và áp dụng thành công sản phẩm phân bón sinh học cho thực tiễn sản xuất, góp phần làm tăng sinh trưởng năng suất rừng trồng và ổn định môi trường đất, Đề tài: “Nghiên cứu sản xuất nấm rễ nội cộng sinh AM (*Arbuscular Mycorrhiza*) cho cây lâm nghiệp” đã nghiên cứu phát triển công nghệ, sản xuất và áp dụng bón thử nghiệm chế phẩm nấm rễ nội cộng sinh AM *in vitro* cho rừng trồng một số loài cây quan trọng tại Việt Nam bao gồm Bạch đàn Uro (*Eucalyptus urophylla*), Keo lá tràm (*Acacia auriculiformis*), Keo tai tượng (*Acacia mangium*) và Keo lai (*A. mangium* × *A. auriculiformis*) tại Ba Vì (Hà Nội), Đoàn Hùng (Phú Thọ) và Đông Hà (Quảng Trị).

Từ khóa: Nấm rễ, keo, nấm rễ nội cộng sinh, bạch đàn

Kết quả đánh giá sau 1 năm bón nhiễm chế phẩm AM cho thấy (i) đối với bón nhiễm cho thí nghiệm trồng rừng tại Ba Vì, công thức bón nhiễm AM 400mg VU + 250mg RT làm tăng sinh trưởng đường kính (DBH) cao nhất cho cả 3 loài cây nghiên cứu, trong đó Keo tai tượng tăng 23,13%, Keo lá tràm tăng 34,14%, và Bạch đàn Uro tăng 27,3% so với đối chứng, (ii) đối với bón thử nghiệm cho rừng trồng sản xuất Keo tai tượng, Keo lai và Bạch đàn Uro với liều lượng 400mg chế phẩm AM dạng bột/cây, tại Đoàn Hùng (Phú Thọ) Keo tai tượng tăng sinh trưởng DBH 30,08%, và Bạch đàn Uro tăng DBH 29,08% so với đối chứng, trong khi đó tại Đông Hà (Quảng Trị) Keo lai chỉ tăng DBH 16,29% so với đối chứng không bón. Sau một năm bón nhiễm chế phẩm AM, môi trường đất có xu hướng cải thiện về số lượng vi sinh vật đất tổng số, đặc biệt số lượng bào tử AM trong đất tại hiện trường Đoàn Hùng tăng mạnh đạt 492 bào tử/100 gam đất, cao hơn đối chứng 112%.

The impacts of applying biomass production AM *in vitro* (*Arbuscular mycorrhiza*) to the growth and soil quality in *eucalyptus* and *acacia* forestation

Keyword: *Arbuscular mycorrhiza*, *Acacia*, AM *in vitro*, biomass production AM *in vitro*, *Eucalyptus*

With the target is to study the development and successful application of bio-fertilizer products for production reality, contribute to growth forest productivity and environmental regulation of land, project: “Research and produce endomycorrhizal fungi (*Arbuscular Mycorrhiza*) for forestry plant” has the technology developing research, production and application of fertilizer trials inoculants AM for some importance forestry species which current widespread to planted like *Eucalyptus urophylla*, *Acacia auriculiformis* and *Acacia mangium*, *Acacia hybrid* (*Acacia auriculiformis* × *Acacia mangium*) at Ba Vi (Ha Noi), Doan Hung (Phu Tho), Dong Ha (Quang Tri).

Assessment results after 1 year of inoculum biomass AM *in vitro* show: (i) to apply for experimental forest planting at Ba Vi, apply formulations AM

inoculum 400mg in nursery + 250mg in forest increase diameter born high (DBH) for all three species studied, which *Acacia mangium* increase 23.13%, *Acacia auriculiformis* rise 34.14% and *Eucalyptus urophilla* go up 27.3% compared to control, (ii) to apply test experimental forest plantations producing *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformis* and *Eucalyptus Uro* dose of 400mg of the AM powder/tree at Doan Hung (Phu Tho), *Acacia mangium* DBH growth increase 30.08%, and *Eucalyptus urophilla* climb DBH 29.08% compared to control, whereas at Dong Ha (Quang Tri) *Acacia* increase DBH only 16.29% compared to control no inoculum. After a year of inoculum biomass AM *in vitro*, soil environment trend of improve on the number of total soil microorganisms, special the number of AM spores in soil at the site Doan Hung increase reached 492 spores /100g soil, 112% higher than the control.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay người tiêu dùng, các công ty và chính phủ đang ngày càng yêu cầu đảm bảo hơn trong việc khai thác cây lâm nghiệp, giấy và các sản phẩm gỗ từ các nguồn được quản lý đúng đắn. Vì vậy, các giải pháp sinh học theo hướng “*tiếp cận xanh*” (Green approach) như việc sử dụng phân bón vi sinh hay chế phẩm sinh học thay thế các sản phẩm hóa học trong sản xuất lâm nghiệp cho bảo vệ môi trường là yêu cầu cần thiết để các công ty lâm nghiệp được cấp chứng nhận của FSC (The Forest Stewardship Council - Hội đồng quản lý rừng) về quản lý bền vững.

Cộng sinh nấm rễ AM (*Arbuscular mycorrhiza*) được xác định là không thể thiếu được ở hầu hết các loài thực vật trên thế giới (hơn 90% loài thực vật hình thành cộng sinh AM), AM có vai trò quan trọng làm tăng cường hấp thụ lân (P₂O₅), dinh dưỡng thực vật và đặc biệt quan trọng trên những loại đất khô cằn, hệ sinh thái bị xáo trộn, hay ô nhiễm. Kỹ thuật chế phẩm Nấm rễ nội cộng sinh AM đang được áp dụng hiệu quả và rộng rãi cho nhiều loài cây trồng, trong đó có các loài cây lâm nghiệp. Nấm rễ nội cộng sinh AM không có tính đặc hiệu loài, và đây là một trong các đặc điểm ưu trội quan trọng cho áp dụng chế phẩm. Áp dụng chế phẩm AM không chỉ giúp tạo ra được nguyên liệu cây trồng rừng có chất lượng

cao, khả năng thích nghi sinh trưởng tốt trên những lập địa cằn cỗi mà còn góp phần sử dụng hiệu quả nguồn tài nguyên đất, ổn định năng suất cây trồng và bảo vệ môi trường (Davamani *et al.*, 2010).

Do đặc thù sinh học, nấm rễ nội cộng sinh AM trước đây chỉ có thể được nhân sinh khối bằng kỹ thuật “bẫy thực vật” bên ngoài môi trường đất để sản xuất chất nhiễm AM *in vivo* (soil inoculum). Điều này đã hạn chế lớn tới khả năng và hiệu quả ứng dụng của chế phẩm do không thể chủ động và kiểm soát được khối lượng và chất lượng chế phẩm AM sản xuất ra. Vậy vấn đề quan trọng được đặt ra là bằng công nghệ nào để có thể sản xuất được một khối lượng đủ lớn chế phẩm AM có chất lượng, hiệu lực áp dụng cao cho sản xuất, điều mà các kỹ thuật công nghệ AM thông thường hiện tại và trước đây đã không thể làm được. Hướng đột phá mới về nghiên cứu ứng dụng công nghệ AM *in vitro* cho phân bón sinh học đang rất được quan tâm đầu tư nghiên cứu tại nhiều phòng thí nghiệm trên thế giới, trong đó Trung tâm Công nghệ AM *In vitro* CESAMM (Vương quốc Bỉ) và Trung tâm Mycorrhiza của Viện Năng lượng và Tài nguyên (TERI) Ấn Độ là 2 trong số các trung tâm nghiên cứu hàng đầu trên thế giới về AM *in vitro*.

Đề tài “*Nghiên cứu sản xuất nấm rễ nội cộng sinh AM (Arbuscular mycorrhiza) cho cây lâm*

“nghiệp” thuộc Chương trình trọng điểm phát triển và ứng dụng công nghệ sinh học trong lĩnh vực nông nghiệp và phát triển nông thôn đến năm 2020 là một trong các nghiên cứu đi đầu lĩnh vực công nghệ AM *in vitro* tại Việt Nam. Đề tài đã đạt được những kết quả nghiên cứu và ứng dụng có ý nghĩa và thực tiễn về công nghệ sinh khối AM *in vitro*, sản xuất chế phẩm AM dạng bột và ứng dụng cho cây trồng lâm nghiệp. Phạm vi bài báo này sẽ trình bày kết quả ảnh hưởng của bón nhiễm chế phẩm AM *in vitro* tới sinh trưởng rừng trồng thí nghiệm và rừng trồng sản xuất các loài cây Keo lá tràm, Keo tai tượng, Keo lai và Bạch đàn tại Ba Vì (Hà Nội), Đèo Hùng (Phú Thọ) và Đông Hà (Quảng Trị); đồng thời cũng giới thiệu ảnh hưởng bước đầu tới môi trường đất rừng trồng của việc bón nhiễm chế phẩm AM.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

- Thí nghiệm được tiến hành trên 2 loài: Bạch đàn Uro (*Eucalyptus urophylla*) và Keo tai tượng (*Acacia mangium*).
- Chế phẩm nấm rễ nội cộng sinh AM (Arbuscular mycorrhiza) *in vitro* dạng bột - Sản phẩm của đề tài: “Nghiên cứu sản xuất nấm rễ nội cộng sinh AM (Arbuscular Mycorrhiza) cho cây lâm nghiệp”.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Bón nhiễm chế phẩm AM cho rừng trồng thí nghiệm

- Thí nghiệm được bố trí tại huyện Ba Vì - TP. Hà Nội.
- Chế phẩm được bón nhiễm ở rừng trồng bằng cách rải xuống lớp đất tiếp xúc trực tiếp với bầu cây trong khi trồng cây vào hố.
- Thí nghiệm với 9 công thức khác nhau, bố trí theo khối ngẫu nhiên, mỗi công thức thí nghiệm với 50 cây, chia làm 3 lần lặp, mỗi lần lặp 10 cây.

- Cây con sử dụng cho thí nghiệm là cây con được bón nhiễm chế phẩm AM *in vitro* tại vườn ươm với các liều lượng khác nhau.

- Đo đếm thu thập các số liệu: sinh trưởng (H_{vn} , D_o), tỷ lệ nhiễm.

- Các thí nghiệm được bố trí như sau:

Cây thí nghiệm tại rừng trồng là cây con 4 tháng tuổi. Các công thức thí nghiệm được bố trí như sau:

ĐC: Không bón nhiễm chế phẩm AM *in vitro*.

CT1: Bón nhiễm 100mg chế phẩm AM *in vitro* tại vườn ươm.

CT2: Bón nhiễm 250mg chế phẩm AM *in vitro* tại vườn ươm.

CT3: Bón nhiễm 400mg chế phẩm AM *in vitro* tại vườn ươm.

CT4: Bón nhiễm 250mg chế phẩm AM *in vitro* + 5g Rhizobium tại vườn ươm.

CT5: Bón nhiễm 250mg chế phẩm AM *in vitro* tại rừng trồng.

CT6: Bón nhiễm kết hợp: 250mg chế phẩm AM *in vitro* tại vườn ươm + 250mg chế phẩm AM *in vitro* tại rừng trồng.

CT7: Bón nhiễm kết hợp: 400mg chế phẩm AM *in vitro* tại vườn ươm + 250mg chế phẩm AM *in vitro* tại rừng trồng.

CT8: Bón nhiễm 400mg chế phẩm AM *in vitro* tại rừng trồng.

(Riêng đối với các công thức có bón nhiễm Rhizobium - CT4 không áp dụng cho cây Bạch đàn Uro)

Thử nghiệm bón nhiễm chế phẩm AM cho rừng trồng sản xuất

- Thí nghiệm được bố trí trên cây Keo tai tượng, Bạch đàn Uro tại lâm trường sản xuất thuộc công ty Lâm nghiệp Đèo Hùng - Đèo Hùng, Phú Thọ; và trên cây Keo lai (Keo tai tượng + Keo lá tràm) tại lâm trường Trung tâm Khoa học Lâm nghiệp Bắc Trung bộ - Đông Hà, Quảng Trị;

- Áp dụng công thức bón chế phẩm AM dạng bột, 400mg/cây vào thời điểm trồng, và đối chứng không bón để so sánh phản ứng sinh trưởng. Cách bón: đặt bầu và bón chế phẩm sát vào vùng rễ xung quanh bầu, sau đó lấp phủ đất bình thường.

- Lập ô đo đếm đại diện tại chân, sừn và đỉnh với kích thước 100 cây (10 × 10 cây) để đo đếm thu số liệu sau 1 năm áp dụng bón ; các chỉ tiêu đo đếm đánh giá phản ứng sinh trưởng bón nhiễm là chiều cao (H_{vn}) và đường kính ngực (D_{1,3}).

- Thu thập mẫu đất cho phân tích lý hóa tính và vi sinh vật.

Phân tích xử lý số liệu

- Phân tích xử lý số liệu bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 20. So sánh sự khác biệt giữa các công thức bằng phân tích phương sai 1 yếu tố, Test Post Hoc theo tiêu chuẩn Bonfferoni và Duncan nếu phương sai bằng nhau và Tamhane’s T2 nếu phương sai không bằng nhau p< 0,05 được xem là có ý nghĩa.

- Định lượng vi sinh vật tổng số bằng phương pháp đếm số khuẩn lạc trên môi trường đặc.

- Nhuộm rễ để xác định tỷ lệ nhiễm theo phương pháp của Robert D . Hebert và đồng tác giả (1999).

- Xác định AM tổng số trong đất sau khi đã bón nhiễm chế phẩm AM *in vitro* bằng phương pháp lọc ướn của Gerdemann và Nicolson (1963).

- Xác định các chỉ tiêu : Thành phần cơ giới đất, pH đất, mùn tổng số, Ni tơ tổng số, P tổng số, K dễ tiêu và P dễ tiêu.

- Xử lý số liệu bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 20.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của bón nhiễm chế phẩm AM đến sinh trưởng rừng trồng thí nghiệm tại Ba Vì - Hà Nội.

Keo tai tượng (*A. mangium*)

Sau 1 năm thí nghiệm, chúng tôi tiến hành thu thập số liệu và phân tích đánh giá, kết quả được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của bón nhiễm chế phẩm AM đến sinh trưởng cây Keo tai tượng rừng trồng thí nghiệm tại Ba Vì - Hà Nội

Công thức		ĐC	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8
D _{0,1}	cm	3,041 ^a	3,050 ^a	3,220 ^b	3,736 ^e	3,300 ^c	3,190 ^b	3,346 ^c	3,744 ^e	3,635 ^d
	% so ĐC	100	100,32	105,90	122,88	108,54	104,90	110,03	123,13	119,54
H _{vn}	m	3,191 ^a	3,493 ^b	3,633 ^c	4,529 ^e	4,160 ^d	3,619 ^c	4,233 ^d	4,761 ^f	4,483 ^e
	% so ĐC	100	109,48	113,87	141,95	130,38	113,41	132,66	149,23	140,51
<i>Các giá trị cùng hàng có chữ cái giống nhau là khác nhau không có ý nghĩa p=0,95</i>										
ĐC: Không bón AM CT1: 100mg VU' CT2: 250mg VU'					CT3: 400mg VU' CT4: 250mg +5g Rhizobium VU' CT5: 250mg RT			CT6: 250mg VU' + 250 mg RT CT7: 400mg VU' + 250mg RT CT8: 400mg RT		

Về sinh trưởng đường kính D_{0,1}: Công thức bón nhiễm chế phẩm AM *in vitro* đạt giá trị cao nhất là CT7 (bón nhiễm 400mg chế phẩm AM ở vườn ươm + bón nhiễm 250mg chế phẩm ở rừng trồng) với đường kính trung bình đạt 3,74cm cao hơn 23,13% so với đối chứng,

tiếp theo là CT3 (bón nhiễm 400mg chế phẩm AM ở vườn ươm) với giá trị 3,736cm vượt 22,88% so với đối chứng, và CT8 (bón nhiễm 400mg chế phẩm AM ở rừng trồng) với giá trị 3,635cm vượt 19,54% so với đối chứng. Công thức bón nhiễm chế phẩm AM *in vitro* có giá

trị đường kính trung bình thấp nhất là ĐC (Không bón phân chế phẩm AM) với giá trị là 3,014cm.

Kết quả phân tích thống kê theo Post Hoc multiple range test cho thấy tất cả các công thức bón phân đều có giá trị sinh trưởng đường kính sai khác ý nghĩa so với đối chứng không bón phân (= 0,05). Công thức CT7 và CT3 là công thức có giá trị chiều cao lớn nhất và sai khác có ý nghĩa với các công thức còn lại (= 0,05), tuy nhiên CT7 và CT3 lại không có sai khác có ý nghĩa với nhau.

Về sinh trưởng chiều cao (H_{vn}): Công thức bón phân chế phẩm AM *in vitro* đạt giá trị H_{vn} cao nhất là CT7 (4,76m) vượt 49,23% so với đối chứng. Tiếp theo là 2 công thức CT3 và CT8 với chiều cao trung bình lần lượt là 4,529m vượt 41,95% so với đối chứng và

4,483m vượt 40,51% so với đối chứng. Công thức có giá trị chiều cao trung bình thấp nhất là ĐC với giá trị là 3,191m. Kết quả phân tích thống kê bằng Post hoc multiple range test cho thấy tất cả các công thức bón phân đều có giá trị sinh trưởng chiều cao sai khác ý nghĩa so với đối chứng không bón phân (= 0,05). Công thức CT7 là công thức có giá trị H_{vn} cao nhất và có sai khác có ý nghĩa với các công thức còn lại. Trong khi đó, các cặp công thức CT3 - CT8 và CT2 - CT5 có sai khác có ý nghĩa với các công thức còn lại nhưng lại không có sai khác có ý nghĩa với nhau trong cùng 1 cặp.

Keo lá tràm (*A. auriculiformis*)

Sau 1 năm thí nghiệm, chúng tôi tiến hành thu thập số liệu và phân tích đánh giá kết quả, được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của bón phân chế phẩm AM đến sinh trưởng Keo lá tràm trồng rừng thí nghiệm tại Ba Vì - Hà Nội

Công thức		ĐC	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6	CT7	CT8
D _{1,3}	cm	1,705 ^a	1,838 ^b	2,046 ^c	2,211 ^d	2,051 ^c	1,923 ^b	2,062 ^c	2,287 ^d	2,200 ^d
	% so ĐC	100	107,77	120,01	129,68	120,26	112,79	120,90	134,14	129,03
H _{vn}	m	2,572 ^a	2,768 ^{ba}	2,900 ^c	2,985 ^{cd}	2,921 ^c	2,886 ^{bc}	2,935 ^c	3,071 ^d	2,953 ^{cd}
	% so ĐC	100	107,64	112,77	116,07	113,59	112,21	114,12	119,41	114,81
<i>Các giá trị TB có chữ cái đứng sau giống nhau là khác nhau không có ý nghĩa p=0,95</i>										
ĐC: Không bón AM CT1: 100mg VU' CT2: 250mg VU'					CT3: 400mg VU' CT4: 250mg +5g Rhizobium VU' CT5: 250mg RT			CT6: 250mg VU' + 250 mg RT CT7: 400mg VU' + 250mg RT CT8: 400mg RT		

Về sinh trưởng đường kính ngang ngực D_{1,3}: công thức bón phân chế phẩm AM *in vitro* đạt giá trị cao nhất là CT7 (bón phân chế phẩm AM ở vườn ươm + bón phân chế phẩm ở rừng trồng) với đường kính trung bình là 2,287cm cao hơn 34,14% so với đối chứng. Tiếp theo là 2 công thức CT3 và CT8 với đường kính trung bình lần lượt là 2,211cm vượt 29,68% so với đối chứng và 2,200cm vượt 29,03% so với đối chứng. Công thức có giá trị đường kính gốc trung bình thấp nhất là ĐC (Không bón phân chế phẩm AM)

với giá trị là 1,705cm. Kết quả tổng hợp phân tích thống kê ý nghĩa sai khác thí nghiệm của các công thức bón phân chế phẩm bằng tiêu chuẩn Bonferroni, Duncan's multiple. Phân tích kết quả bằng Post hoc multiple range test cho thấy công thức CT7, CT3 và CT8 có giá trị lớn nhất và có sai khác có ý nghĩa với các công thức còn lại, tuy nhiên các công thức này không có sai khác có ý nghĩa với nhau. Công thức ĐC là công thức có giá trị trung bình thấp nhất và có sai khác có ý nghĩa với các công thức còn lại.

Về sinh trưởng chiều cao H_{vn} : Công thức bón phân chế phẩm AM *in vitro* đạt giá trị cao nhất là công thức CT7 với chiều cao trung bình đạt 3,071m vượt 19,41% so với đối chứng, tiếp theo là CT3 với giá trị 2,985m vượt 16,07% so với đối chứng. Công thức bón phân chế phẩm AM *in vitro* có giá trị chiều cao trung bình thấp nhất là ĐC với giá trị là

2,572m. Kết quả phân tích thống kê cho thấy công thức CT7 là công thức có giá trị trung bình cao nhất và có sai khác không có ý nghĩa với các công thức CT3 và CT8 nhưng có sai khác ý nghĩa với các công thức còn lại. Công thức ĐC là công thức có giá trị trung bình thấp nhất và có sai khác ý nghĩa với hầu hết các công thức còn lại.



Hình 1. Rừng trồng Keo lá tràm thí nghiệm bón phân chế phẩm AM tại Cẩm Quy - Ba Vì - Hà Nội (Tháng 10/2013)

Bạch đàn Uro (*E. urophylla*)

Sau 1 năm thí nghiệm, chúng tôi tiến hành thu thập số liệu và phân tích đánh giá kết quả, được trình bày trong bảng 3.

Về sinh trưởng đường kính ($D_{1,3}$): Công thức bón phân chế phẩm AM *in vitro* đạt giá trị cao nhất là công thức CT7 (bón phân 400mg chế phẩm AM ở vườn ươm + bón phân 250mg chế phẩm ở rừng trồng) với đường kính trung bình đạt 4,039cm cao hơn 27,31% so với đối chứng. Tiếp theo là công thức CT3 (bón phân 400mg chế phẩm AM ở vườn ươm) với giá trị là 4,139cm vượt đối chứng 22,22%. Hai

công thức CT8 (bón phân 400mg chế phẩm AM ở rừng trồng) và công thức 6 (bón phân 250mg chế phẩm AM ở vườn ươm + bón phân 250mg chế phẩm ở rừng trồng) có giá trị tương ứng là; 4,103cm và 4,1cm vượt 21,22% so với đối chứng. Công thức bón phân chế phẩm AM *in vitro* có giá trị chiều cao trung bình thấp nhất là công thức ĐC (Không bón phân chế phẩm AM) với giá trị là 3,385cm. Kết quả phân tích thống kê Post hoc multiple Range Test cho thấy công thức CT7 và công thức ĐC là hai công thức có giá trị cao nhất và thấp nhất, cả hai đều có sai khác có ý nghĩa với công thức còn lại.

Bảng 3. Ảnh hưởng của bón phân chế phẩm AM *in vitro* đến sinh trưởng cây Bạch đàn Uro tại trồng rừng thí nghiệm tại Cẩm Quỳnh, Ba Vì - Hà Nội

Công thức		ĐC	CT1	CT2	CT3	CT5	CT6	CT7	CT8
D _{1,3}	cm	3,385 ^a	3,724 ^b	4,015 ^c	4,139 ^c	3,839 ^b	4,100 ^c	4,309 ^d	4,103 ^c
	% so ĐC	100	110,0	118,6	122,3	113,4	121,2	127,3	121,2
H _{vn}	m	4,173 ^a	4,564 ^b	4,691 ^b	4,997 ^c	4,573 ^b	4,939 ^c	5,112 ^d	4,964 ^c
	% so ĐC	100	109,4	112,4	119,8	109,6	119,0	122,5	118,9
<i>Các giá trị TB có chữ cái đứng sau giống nhau là khác nhau không có ý nghĩa p=0,95</i>									
ĐC: Không bón AM CT1: 100mg VU' CT2: 250mg VU'					CT3: 400mg VU' CT5: 250mg RT		CT6: 250mg VU' + 250 mg RT CT7: 400mg VU' + 250mg RT CT8: 400mg RT		

Về sinh trưởng chiều cao H_{vn}: Công thức bón phân chế phẩm AM *in vitro* đạt giá trị cao nhất là công thức CT7 (bón phân chế phẩm AM ở vườn ươm + bón phân chế phẩm ở rừng trồng) với chiều cao trung bình đạt 5,112m vượt 122,51% so với đối chứng. Tiếp theo là công thức CT3 (bón phân chế phẩm AM ở vườn ươm) và công thức CT8 (bón phân chế phẩm AM ở rừng trồng) với giá trị lần lượt là 4,997m vượt 119,76% so với đối chứng và 4,694m vượt 118,96% so với đối chứng. Công thức bón phân chế phẩm AM *in vitro* có giá trị chiều cao trung bình thấp nhất là

công thức ĐC (Không bón phân chế phẩm AM) với giá trị là 4,173m.

3.2. Ảnh hưởng của bón phân chế phẩm AM *in vitro* đến sinh trưởng rừng trồng sản xuất

Bạch đàn Uro (E. urophylla) tại Đoàn Hùng - Phú Thọ

Sau 1 năm thí nghiệm, nhóm thực hiện tiến hành đo, thu thập số liệu H_{vn} và D_{1,3} các lô bón phân AM và đối chứng, kết quả tổng hợp được trình bày bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của bón phân chế phẩm AM tới sinh trưởng rừng trồng sản xuất Bạch đàn Uro tại Đoàn Hùng - Phú Thọ (sau 1 năm bón phân)

Chỉ số đo đếm	Bón AM	Tổng số mẫu	Giá trị TB	So với đối chứng
H _{vn} Bạch đàn	ĐC (0 mg)	300	2,585m	100%
	400 mg	300	3,088m	119,46%
D _{1,3} Bạch đàn	ĐC (0 mg)	300	2,469cm	100%
	400 mg	300	3,187cm	129,08%

Bạch đàn Uro ở lô áp dụng bón phân chế phẩm AM đạt được chiều cao H_{vn} trung bình là 3,088m - cao hơn 19,46% so với lô đối chứng không bón AM (2,585m); đường kính D_{1,3} trung bình lô thí nghiệm bón AM đạt 3,187cm, cao hơn đối chứng không bón 29,08% (2,469cm). Đây là sự sai khác ý nghĩa với = 0,05 (t-test).

So sánh kết quả thí nghiệm bón phân chế phẩm AM *in vitro* với kết quả thí nghiệm bón

phân chế phẩm vi sinh MF1 đối với cây bạch đàn và thông (Phạm Quang Thu *et al.*, 2008) cũng cho kết quả tương đương. Sau 1 năm bón phân chế phẩm MF1 làm tăng sinh trưởng về đường kính D_o và chiều cao vút ngọn H_{vn} ở bạch đàn tại Bắc Giang và Quy Nhơn từ 14 - 39% so với đối chứng và tăng sinh trưởng về đường kính D_o và chiều cao vút ngọn H_{vn} thông tại Hà Tĩnh từ 28-42% so với đối chứng.



Hình 2. Hiện trường áp dụng bón AM *in vitro* cho Bạch đàn Uro tại Đuan Hùng (5/2013)

Keo tai tượng (*A. mangium*) tại Đuan Hùng - Phú Thọ

Tương tự như đối với cây Bạch đàn uro, sau 1 năm thí nghiệm, nhóm thực hiện tiến hành đo, thu thập số liệu H_{vn} và $D_{1,3}$ các lô bón nhiễm AM và đối chứng rừng trồng sản xuất Keo tai tượng bón chế phẩm AM tại Công ty Lâm nghiệp Đuan Hùng, Phú Thọ. Kết quả tổng hợp được trình bày bảng 5.

Kết quả cho thấy, sau 1 năm bón nhiễm AM Keo tai tượng đạt được đường kính $D_{0,1}$ là 3,023cm, cao hơn so với đối chứng không bón AM 30,08% (2,324cm). Đối với chiều cao H_{vn} , Keo tai tượng bón nhiễm AM có chiều cao trung bình 2,577m, cao hơn đối chứng 11,75% (2,306m). Các giá trị trung bình của cả D và H giữa bón AM và không bón AM khác nhau ý nghĩa với $t = 0,05$ (t-test).

Bảng 5. Ảnh hưởng của bón nhiễm chế phẩm AM tới sinh trưởng rừng trồng sản xuất Keo tai tượng sau 1 năm bón nhiễm

Chỉ số đo đếm	Bón AM	Tổng số mẫu	Giá trị TB	So với đối chứng
H_{vn} Keo tai tượng	ĐC (0 mg)	300	2,306 m	100%
	400 mg	300	2,577 m	111,75%
$D_{1,3}$ Keo tai tượng	ĐC (0 mg)	300	2,324 cm	100%
	400 mg	300	3,023 cm	130,08%

Kết quả phân tích 2 mẫu độc lập (Independent samples t-test) cho 2 giá trị H_{vn} và $D_{1,3}$, ta được kết quả *Mean difference* đều nhỏ hơn 0,05. Do đó sự sai khác giữa 2 công thức bón nhiễm chế phẩm AM *in vitro* và công thức đối chứng là sai khác có ý nghĩa.

Keo lai (*A. mangium* + *A. auriculiformis*) tại Đông Hà - Quảng Trị

Sau 1 năm thí nghiệm, nhóm thực hiện tiến hành đo, thu thập số liệu H_{vn} và $D_{1,3}$ các lô bón nhiễm AM và đối chứng rừng trồng sản xuất Keo lai bón chế phẩm AM tại Đông Hà,

Quảng Trị, kết quả được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Ảnh hưởng của bón nhiễm chế phẩm AM tới sinh trưởng rừng trồng sản xuất Keo lai sau 1 năm bón nhiễm

Công thức	H_{vn}		D_0	
	m	% so ĐC	cm	% so ĐC
Đối chứng	2,113 ^a	100%	3,557 ^a	100%
Bón AM rừng trồng	2,384 ^b	112,80%	4,136 ^b	116,29%
Các giá trị TB có chữ cái đứng sau giống nhau là khác nhau không có ý nghĩa $p=0,95$				

Kết quả cho thấy, rừng trồng Keo lai áp dụng bón chế phẩm AM đạt giá trị được chiều cao trung bình 2,384m, cao hơn so với đối chứng không bón 12,8% (2,113m). Đối với đường kính, rừng trồng Keo lai áp dụng bón AM đạt được đường kính $D_{0,1}$ trung bình là 4,136cm, cao hơn so với đối chứng không bón 16,29% (3,557m); Tuy nhiên các sai khác lại không có ý nghĩa (t -test, $\alpha=0,05$).

3.3. Ảnh hưởng của bón chế phẩm AM đến môi trường đất rừng trồng tại Doan Hùng - Phú Thọ

Sau 1 năm tiến hành thí nghiệm bón chế phẩm AM *in vitro* cho cây Bạch đàn Uro và Keo tai tượng, nhóm thực hiện thí nghiệm tiến hành lấy mẫu đất ở vùng rễ xung quanh gốc cây dùng cho việc phân tích các chỉ số lý hóa tính cũng như vi sinh vật đất. Mẫu được lấy ở các cây thí nghiệm đặc trưng trong lô thí

nhệm đại diện cho 3 địa điểm chân, sườn, đỉnh. Sau đó các mẫu đất được trộn đều với nhau để đưa đi phân tích tại phòng thí nghiệm đất và môi trường - Viện Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng.

Các yếu tố lý hóa tính của đất

Cụ thể, đối với hiện trường thí nghiệm bón chế phẩm AM *in vitro* cho cây Bạch đàn Uro các chỉ tiêu pH (H_2O), P_2O_{5dt} và K_2O_{ts} đều có thay đổi theo hướng tích cực (4,35 so với 4,06; 10,06 so với 8,84; 0,354 so với 0,317). Trong khi các chỉ tiêu mùn, N_{ts} , P_2O_{5ts} đang có các chỉ số thấp hơn so với đối chứng (1,55 so với 2,20; 0,091 so với 0,141 và 0,121 so với 0,193). Chỉ số C/N của đối chứng và sau khi bón chế phẩm AM gần như tương đương nhau và phù hợp với chỉ số của đất trồng rừng tại Việt Nam (7-23).

Bảng 7. Bảng phân tích các yếu tố lý hóa tính của đất sau khi thí nghiệm bón chế phẩm AM *in vitro*

Cây chủ	Mẫu đất	pH (H_2O)	Mùn (%)	N_{ts} (%)	C/N	P_2O_{5ts} (%)	K_2O_{ts} (%)	P_2O_{5dt} ($mg.kg^{-1}$)
Bạch đàn Uro	Bón chế phẩm AM	4,35	1,55	0,091	9,82	0,121	0,354	10,06
	Đối chứng	4,06	2,20	0,141	9,01	0,193	0,317	8,84
Keo tai tượng	Bón chế phẩm AM	4,14	2,05	0,101	11,82	0,115	1,001	7,83
	Đối chứng	4,20	1,41	0,101	8,11	0,087	0,462	6,00

Đối với hiện trường rừng trồng Keo tai tượng chỉ tiêu pH (H_2O) có chỉ số thấp hơn so với đối chứng (4,14 so với 4,20). Trong khi các chỉ tiêu mùn, P_2O_{5ts} , K_2O_{ts} và P_2O_{5dt} đều có thay đổi theo hướng có lợi cho cây trồng (2,05 so với 1,41; 0,115 so với 0,087; 1,001 so với 0,462 và 7,83 so với 6,00). Chỉ số N_{ts} không có sự thay đổi giữa không bón chế phẩm và sau khi bón chế phẩm AM *in vitro*. Tương tự như với hiện trường trồng cây Bạch đàn Uro thì chỉ số C/N của hiện trường trồng

cây Keo tai tượng có giá trị tương đương nhau và phù hợp với chỉ số của đất trồng rừng tại Việt Nam (7-23).

Các yếu tố vi sinh vật đất

Các mẫu đất được phân tích tại phòng thí nghiệm thuộc Bộ môn Vi sinh - Viện Nghiên cứu Sinh thái và Môi trường rừng. Kết quả phân tích các chỉ tiêu vi sinh vật đất được tổng hợp trong bảng 8 ở dưới đây:

Bảng 8. Kết quả phân tích vi sinh vật đất

Cây chủ	Mẫu đất	Vi sinh vật tổng số (CFU/g)	Vượt so với đối chứng	Bào tử AM (bào tử)	Vượt so với đối chứng
Bạch đàn Uro	Đối chứng	$1,95 \times 10^6$	100 %	151	100%
	Bón nhiễm AM	$3,1 \times 10^6$	158,97%	378	250,33%
Keo tai tượng	Đối chứng	$1,8 \times 10^6$	100%	232	100%
	Bón nhiễm AM	$2,6 \times 10^6$	144,44%	492	212,07%

Tại hiện trường rừng trồng Bạch đàn Uro sau 1 năm bón nhiễm chế phẩm AM, Vi sinh vật tổng số trong mẫu đất đã tăng lên so với đối chứng, nhưng không đáng kể, đạt được sự ổn định môi trường đất ($3,1 \times 10^6$ CFU/g).

Tuy nhiên, số lượng bào tử AM trong đất tăng mạnh, rõ rệt, đạt 378 bào tử/100 gam đất, cao hơn 150% so với hiện trường đối chứng (232 bào tử/100g đất).

Tương tự, với hiện trường rừng trồng Keo tai tượng sau 1 năm bón chế phẩm, vi sinh vật tổng số trong đất có tăng, nhưng không đáng kể, đạt sự ổn định; trong khi đó số lượng bào tử AM trong đất tăng mạnh đạt 492 bào tử/100 gam đất, cao hơn đối chứng 112%. Đây là dấu hiệu rất tích cực về môi trường và sinh trưởng rừng trồng, nó khẳng định là AM trong chế phẩm đã có thể thích nghi, tồn tại và phát triển trong môi trường đất bản địa.

IV. KẾT LUẬN

- Áp dụng bón chế phẩm AM *in vitro* dạng bột với liều lượng 250mg/cây tại vườn ươm + 400mg/cây khi trồng rừng cho rừng trồng thí

nghiệm Keo tai tượng, Keo lá tràm và Bạch đàn Uro tại Ba Vì (Hà Nội) có tác dụng làm tăng sinh trưởng đường kính (D_o/DBH) cao nhất 27 - 34% (so với Đối chứng không bón) sau 1 năm bón nhiễm,

- Áp dụng bón thử nghiệm chế phẩm AM *in vitro* dạng bột với liều lượng 400mg/cây khi trồng cho rừng trồng sản xuất Keo tai tượng và Bạch đàn Uro tại Đoàn Hùng có tác dụng làm tăng sinh trưởng D_{10}/DBH 29 - 31% so với đối chứng không bón (sau 1 năm bón), trong khi cho rừng trồng sản xuất Keo lai tại Đông Hà (Quảng Trị) thì chỉ tác dụng tăng sinh trưởng D_{10}/DBH 17 - 20% (sau 1 năm bón).

- Áp dụng bón chế phẩm AM *in vitro* dạng bột bước đầu đã có những tác động theo hướng có lợi cho môi trường đất về các chỉ số lý tính hóa tính và vi sinh vật đất. Sau một năm bón nhiễm chế phẩm AM, môi trường đất có xu hướng cải thiện về số lượng vi sinh vật đất tổng số, đặc biệt số lượng bào tử AM trong đất tại hiện trường Đoàn Hùng tăng mạnh đạt 492 bào tử/100 gam đất, cao hơn đối chứng 112%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Brundrett M, Bougher N, Dell B, Grove T, Malajczuk N, 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture (Chapter 4.2, pp. 179-183).
2. Devarajan Thangadurai, Carlos Alberto Busso, Mohamed Hijri, 2010. Mycorrhizal Biotechnology, Science Publishers.
3. E.B. Utobo & A.C. Nwogbaga, 2011. Techniques for Extraction and Quantification of Arbuscular Mycorrhizal Fungi, Libyan Agriculture Research Center Journal International 2 (2): 68-78.
4. Lê Minh Tâm, 2007. Phương pháp phân tích một số chỉ tiêu vi sinh vật cơ bản của thực phẩm.

5. Lê Quốc Huy , 2013. Báo cáo tổng kết đề tài : “Nghiên cứu sản xuất chế phẩm nấm rễ nội cộng sinh (AM - *Arbuscular Mycorrhiza*) cho cây lâm nghiệp”.
6. Lê Quốc Huy, 2012. Growth, demography and stand structure of *Scaphium macropodum* in differently managed forests in Vietnam.
7. Marleen IJdo & Sylvie Cranenbrouck, 2011. Methods for large-scale production of AM fungi: past, present, and future, *Mycorrhiza* (2011) 21:1-16.
8. Nguyễn Hải Tuất & Nguyễn Trọng Bình , 2005. Khai thác và sử dụng SPSS để xử lý số liệu nghiên cứu trong lâm nghiệp.
9. Nguyễn Hữu Thành, 2000. Chương 4: Chất hữu cơ của đất, Giáo trình thổ nhưỡng học, Nxb ĐH Nông nghiệp.
10. Phạm Quang Thu, 2011. Sản xuất chế phẩm Vi sinh hỗn hợp MF1 dạng viên nén cho cây thông, cây bạch đàn ở vườn ươm và rừng trồng, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 2011. Kết quả nghiên cứu Khoa học công nghệ lâm nghiệp giai đoạn 2006-2010. Nxb Nông nghiệp: 388-399.
11. Stéphane Declerck, Désiré-Georges Strullu, J.-André Fortin (Eds.), 2005. In Vitro Culture of Mycorrhizas, Springer.
12. Robert D. Hebert, William H. Outlaw Jr., Karthik Aghoram, Ann S. Lumsden, Kimberly A. Riddle, and Rüdiger Hampp, 1999. Visualization of Mycorrhizal Fungi, Volume 20: Mini Workshops, Journal Mycorrhiza.
13. Vũ Quý Đông, 2009. Nghiên cứu ảnh hưởng của nấm rễ nội cộng sinh AM (*Arbuscular Mycorrhiza*) tới sinh trưởng và năng suất hạt của cây Cọc rào (*Jatropha curcas*). Khóa luận tốt nghiệp Đại học Lâm nghiệp.

Người thẩm định: PGS.TS. Ngô Đình Quế