MỘT SỐ KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU ỨNG DỤNG POLYME THÂN THIỆN VỚI MÔI TRƯỜNG TRONG CANH TÁC CÂY CÀ PHÊ TẠI CHƯ SÊ - GIA LAI

NGUYỄN THANH TÙNG, TRỊNH ĐỨC CÔNG, NGUYỄN VĂN KHÔI,
TRẦN VŨ THẮNG, PHẠM THỊ THU HÀ
Viện Hóa học, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

Ảnh hưởng của việc sử dụng polyme siêu hấp thụ nước (AMS-1) và polyme chống xói mòn (polyacrylamit - PAM) cho cây cà phê vối trồng mới và cây đang trong thời kỳ kinh doanh đã được nghiên cứu tại huyện Chư Sê, tỉnh Gia Lai từ năm 2012. Kết quả nghiên cứu đã cho thấy, AMS-1 và PAM có những ảnh hưởng tích cực đến quá trình sinh trưởng, phát triển của cây cà phê vối. Tỷ lệ đậu quả cao ở thời điểm cuối mùa mưa, từ 43,7 đến 50,2%, cao hơn so với đối chứng (43,6%).

SOME INITIAL RESULTS OF APPLYING ECO-FRIENDLY POLYMERS FOR GROWING COFFEE IN CHU SE - GIA LAI

Summary

Effect of superabsorbent (AMS-1) and erosion control (PAM) polymers on the growth, development and yield of newly planted Robusta coffee tree and during trading period was studied at Chu Se, Gia Lai province in 2012. The result showed that AMS-1 and PAM have had positive impact on the growth and development of Robusta coffee tree. The fruiting ratio at the end of rainy season was 43.7-50.2%, in comparison with control of 43.6%.

Đặt vấn đề

Trong những năm qua, sự phát triển bền vững của ngành cà phê Việt Nam có đóng góp to lớn của khoa học và công nghệ (KH&CN) trong việc nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm. Nhiều kỹ thuật tiến bộ đã phát huy hiệu quả trong sản xuất, góp phần quan trọng vào những thành tựu của ngành cà phê Việt Nam.

Hiện nay đã có nhiều biện pháp kỹ thuật đồng bộ tác động nhằm nâng cao năng suất, tuổi thọ và chất lượng cây cà phê. Trong đó, vấn đề cung cấp nước, cải tạo đất và hạn chế sự xói mòn, bạc màu đất được xem như là vấn đề thiết yếu để cải tạo đất và làm tăng năng suất cà phê [1, 2].

Một trong những biện pháp giữ và làm tăng hiệu quả giữ nước, giữ dinh dưỡng, giảm xói mòn hiện nay là sử dụng hai loại polyme, đó là AMS-1 và PAM. AMS-1 được sử dụng để giữ ẩm, chống hạn, cải tạo đất… cho nhiều loại cây trồng, trên các vùng đất có tính chất khác nhau, đem lại hiệu quả cao về năng suất và giá trị kinh tế [3-8]; còn PAM được sử dụng để chống xói mòn, rửa trôi và giảm sự mất phân bón, thuốc trừ sâu, tăng khả năng thấm của đất, tăng hàm lượng ẩm sẵn có cho cây trồng và hoàn toàn có thể triển khai ở quy mô lớn trên đồng ruộng [9-13].

Bài báo trình bày một số kết quả bước đầu trong việc ứng dụng 2 polyme thân thiện với môi trường nêu trên trong canh tác cây cà phê tại Chư Sê, tỉnh Gia Lai.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

Polyme siêu hấp thụ nước AMS-1 là sản phẩm của dự án cấp nhà nước, mã số KC02.DA01/06-10, có khả năng hấp thụ lượng

nước bằng 400 lần trọng lượng của nó, được nghiên cứu và chế tạo tại Viện Hóa học.

Vật liệu PAM hay còn gọi là polyme chống xói mòn dùng để chống xói mòn, bạc màu đất có khối lượng phân tử trung bình 8.10^5 (gam/mol), mức độ anionic 18%, độ tan 6%. Đây cũng là sản phẩm của một đề tài do Viện Hóa học thực hiện.

Cây cà phê: cà phê vối (*Coffea canephora* hoặc *Coffea robusta*), bao gồm hai loại: cây trồng mới và loại cây đang trong thời kỳ kinh doanh (5 năm tuổi).

Phương pháp nghiên cứu

Công thức nghiên cứu: các mô hình ứng dụng AMS-1 và PAM cho cây cà phê trồng mới và giai đoạn kinh doanh được thực hiện với 4 công thức trên tổng diện tích 5 ha cho mỗi loại cây. Các công thức thí nghiệm được bố trí như bảng 1.

Bảng 1: các công thức thí nghiệm

Công thức	Diện tích (ha)	Mức độ sử dụng polyme/ha
CT0-CaF	0,5	Đối chứng, không sử dụng polyme
CT_{AMS}-CaF	1,5	Chỉ sử dụng AMS-1, mức sử dụng 80 kg.
CT_{PAM}-CaF	1,5	Chỉ sử dụng PAM, mức sử dụng 13 kg.
$CT_{AMS\text{-}PAM}$-CaF	1,5	Sử dụng đồng thời AMS-1 và PAM (60 kg AMS-1 và 10 kg PAM)

Chỉ tiêu và phương pháp theo dõi:

- Sinh trưởng cà phê: theo dõi sinh trưởng cà phê trong thí nghiệm trồng mới. Mỗi ô cơ sở theo dõi 5 cây, gồm các chỉ tiêu về chiều cao cây (đo từ mặt đất cho đến đỉnh sinh trưởng); sự ra hoa, đậu quả của cà phê.

- Theo dõi trên các vườn cà phê kinh doanh: mỗi công thức theo dõi 5 cây, mỗi cây theo dõi 3-4 cành ở 3 hướng khác nhau. Các cành được đánh dấu và theo dõi sự ra hoa, đậu quả trên 5 đốt cố định.

+ Theo dõi tổng số hoa nở: hoa được đếm là số hoa đã cương lên và chuẩn bị nở.

+ Tỷ lệ hoa nở (%) = (số hoa nở từng đợt/tổng số hoa nở) x 100.

+ Theo dõi tỷ lệ đậu và rụng quả: đếm số quả trên các đốt đã quan trắc hoa, theo dõi định kỳ 4 đợt vào tháng 6, 7, 8 và tháng 9 hàng năm.

$$+\ \text{Tỷ lệ rụng quả (\%)} = \frac{\text{Số quả đợt trước - Số quả đợt sau}}{\text{Số quả đợt trước}} \times 100$$

+ Theo dõi sự tăng trưởng thể tích quả (cm^3): đo bằng ống đong khắc độ.

Trên những cây đã đánh dấu theo dõi, ngoài các cành đã đánh dấu để theo dõi tỷ lệ đậu quả, cứ mỗi tháng lấy mẫu 1 lần, hái 50 quả ngẫu nhiên trên các cành còn lại để theo dõi mức độ khô cành trong mùa khô. Đối với vườn cà phê trồng mới: theo dõi 3 cây/ô cơ sở. Từ khi bắt đầu bón AMS-1 và xử lý PAM, đếm tất cả các cành khô trên cây, cắt bỏ, sau đó cứ 1 tháng đếm 1 lần cho đến khi bắt đầu mùa mưa để xác định tổng số cành khô qua mùa khô hạn. Đối với cà phê kinh doanh: theo dõi 5 cây/công thức. Trước khi bón AMS-1 và PAM, xử lý cắt cành để loại bỏ cành khô, cành sâu bệnh sau vụ thu hoạch. Đếm tổng số cành khô trên 1/4 bộ tán cà phê, 1 tháng đếm 1 lần. Sau mỗi lần đếm cắt bỏ các cành khô để xác định tổng số cành khô trong mùa khô.

- Năng suất cà phê: năng suất quả tươi (tấn), theo dõi năng suất thực thu ở các mô hình tưới (tấn/ha) niên vụ 2012.

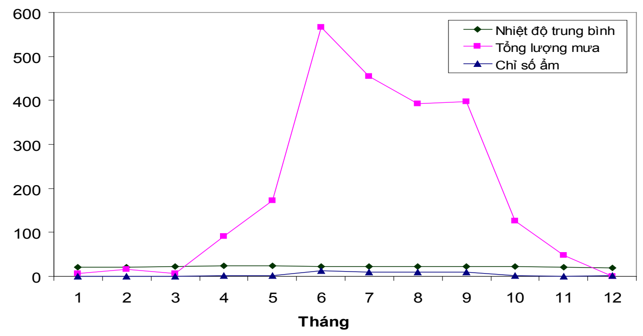
Phương pháp xử lý số liệu: được tính toán bằng phần mềm Excel và theo phương pháp thống kê sinh học MSTATC.

Kết quả và thảo luận

Điều kiện tự nhiên của vùng nghiên cứu

Huyện Chư Sê nằm về phía Nam tỉnh Gia Lai, cách trung tâm thành phố Pleiku 38 km, trên cao nguyên Pleiku, với tổng diện tích tự nhiên trên 135.098 ha, có nhiều tiềm năng về tài nguyên thiên nhiên, quỹ đất bazan rất lớn (trên 80%). Địa phương này có một số cây trồng chủ lực với tổng diện tích gieo trồng đạt 35.000 ha. Trong đó, diện tích cây công nghiệp dài ngày đạt trên 22.000 ha (cao su 8.000 ha, cà phê 10.932 ha, hồ tiêu trên 3.000 ha...). Đây là các loại cây trồng chủ lực, hàng năm tạo ra lượng nông sản hàng hóa lớn cung cấp cho thị trường trong nước (trên 9.000 tấn cao su, trên 15.000 tấn cà phê, trên 15.000 tấn hồ tiêu...).

Chư Sê thuộc vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, mỗi năm có hai mùa rõ rệt. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, tập trung nhiều nhất vào các tháng 7, 8, 9; mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau. Lượng mưa trung bình: 1.787 mm; nhiệt độ trung bình hàng năm: 21,7^{0}c; độ ẩm trung bình: 82,2%. Điều kiện khí tượng thuộc khu vực Pleiku năm 2012 được biểu diễn trên hình 1.



Hình 1: điều kiện khí tượng khu vực Pleiku - Gia Lai (2012)

Qua hình 1 cho thấy, trong những tháng mùa khô từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau không có mưa, lượng bốc thoát hơi nước lớn. Ở giai đoạn này, cây cà phê cần nhiều nước nên việc cung cấp nước cho cà phê rất quan trọng. Trong những năm gần đây, do tình trạng chặt phá rừng bừa bãi đã làm cho tình hình thời tiết có nhiều biến động lớn, mực nước ngầm xuống thấp, vì thế việc đảm bảo đủ lượng nước tưới cho cà phê trong những tháng mùa khô đã trở thành vấn đề được quan tâm hàng đầu của người trồng cà phê.

Động thái độ ẩm đất khi sử dụng AMS-1 và PAM

Kết quả theo dõi động thái độ ẩm đất trong 30 ngày sau mưa khi sử dụng AMS-1 và PAM được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2: động thái ẩm đất ở các công thức

Công thức	Độ ẩm đất (%) sau mưa (15.9-15.10.2012)					
	5 ngày	10 ngày	15 ngày	20 ngày	25 ngày	30 ngày
CT0-CaF_{moi}	36,9	34,4	32,8	30,6	28,4	26,3
CT_{AMS}-CaF_{moi}	39,9	35,8	34,5	33,3	30,4	27,6
CT_{PAM}-CaF_{moi}	38,0	34,8	32,8	30,7	28,2	26,5
$CT_{AMS-PAM}$-CaF_{moi}	40,3	35,3	34,3	33,9	31,5	28,4
$LSD_{0,05}$	3,2	2,1	1,7	1,6	1,4	1,8

Ghi chú: CaF_{moi}: cà phê trồng mới

Sau 5, 10, thậm chí 15 ngày, độ ẩm đất giữa các công thức chênh lệch không đáng kể, không có quy luật và không có ý nghĩa thống kê. Từ sau 20 ngày trở đi, độ ẩm đất ở các công thức có bổ sung AMS-1 và PAM tỏ ra có ưu thế hơn so với đối chứng (giữ nguyên tàn dư hữu cơ). Các công thức có sử dụng AMS-1 và PAM đều có độ ẩm cao nhất, tiếp theo là công thức sử dụng riêng AMS-1 cao hơn so với đối chứng và có ý nghĩa thống kê ở thời điểm 30 ngày.

Ảnh hưởng của AMS-1 và PAM đến sự sinh trưởng của cây cà phê trồng mới

Ảnh hưởng của AMS-1 và PAM đến sự sinh trưởng của cây cà phê trồng mới sau 6 tháng trồng được thể hiện trên bảng 3.

Bảng 3: ảnh hưởng của AMS-1 và PAM đến chiều cao cây của cà phê

Công thức	Chiều cao cây theo thời gian (cm)			Tốc độ sinh trưởng trung bình (mm/tháng)
	15.5.2012 (lúc trồng)	15.8.2012	15.11.2012	
CT0-CaF_{moi}	32,2	37,3	43,7	19,17
CT_{AMS}-CaF_{moi}	32,2	38,5	47,4	25,33
CT_{PAM}-CaF_{moi}	32,7	37,8	44,6	19,83
$CT_{AMS-PAM}$-CaF_{moi}	32,5	39,2	48,8	27,16

Bảng 3 cho thấy, cây cà phê ở mùa mưa có sự sinh trưởng và phát triển khá đồng đều ở tất cả các công thức. Tuy nhiên, vào giai đoạn cuối mùa mưa và đặc biệt là giai đoạn mùa khô, sự phát triển của cây cà phê bắt đầu có sự khác biệt ở các công thức. Ở các công thức CT_{AMS}-CaF_{moi} và $CT_{AMS-PAM}$-CaF_{moi} có sự phát triển khác biệt hơn rõ rệt.

Ảnh hưởng của AMS-1 và PAM đến sự ra hoa và đậu quả của cà phê thời kỳ kinh doanh

Vườn cà phê sau 6 tháng trồng tại mô hình sử dụng AMS-1 và PAM

Cũng như nhiều loại cây trồng khác, cây cà phê ở Tây Nguyên luôn bị nắng hạn đe dọa đến quá trình sinh trưởng, phát triển. Ngoài những ảnh hưởng về tốc độ tăng trưởng cành lá, ra hoa, đậu quả, nắng hạn còn làm cho cành lá khô héo, thậm chí chết cây nếu như không tưới nước kịp thời. Sự khô cành,

héo lá cà phê phụ thuộc rất nhiều yếu tố như: tính chất đất, nhiệt độ, độ ẩm, giống..., trong đó ẩm độ đất mang tính quyết định. Do vậy, vấn đề sử dụng kịp thời hai loại polyme AMS-1 và PAM sẽ mang lại những ảnh hưởng tích cực đến sự phát triển cũng như sự ra hoa và đậu quả của cà phê.

Hiện tượng rụng quả là điều không thể tránh khỏi trong giai đoạn từ ra hoa đến giai đoạn quả già và chín. Thường quả non rụng rất nhiều do tác động bởi nhiều yếu tố, một trong những yếu tố ngoại cảnh ảnh hưởng đến quá trình ra hoa và đậu quả của cà phê là chế độ tưới nước hay mức độ ẩm của đất trong mùa khô. Kết quả quan trắc tỷ lệ ra hoa, đậu quả được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4: tỷ lệ ra hoa, đậu quả ở các công thức khảo nghiệm

Công thức	Số quả đậu trước khi sử dụng polyme (15.5.2012)	Số quả đậu cuối mùa mưa (30.9.2012)
CT0-CaF_{KD}	91,0	43,6
CT_{AMS}-CaF_{KD}	89,9	47,6
CT_{PAM}-CaF_{KD}	90,1	43,7
$CT_{AMS-PAM}$-CaF_{KD}	90,9	50,2

Ghi chú: CaF_{KD}: cà phê đang kinh doanh

Kết quả cho thấy: tại thời điểm tháng 5.2012 (là thời điểm mùa khô đã hết và bước vào mùa mưa), số quả đậu tại các lô lựa chọn làm điểm nghiên cứu dao động trung bình 90-91 quả (số quả trên 5 đốt thuộc 4 cành/cây). Tiếp tục quan trắc tỷ lệ đậu quả (số quả còn lại) vào cuối mùa mưa (30.9.2012) cho thấy, số quả cà phê trên cây khá ổn định cho đến khi thu hoạch.

Sự rụng quả cà phê có thể do nhiều nguyên nhân như nắng hạn, giống, sâu bệnh và đặc biệt là chế độ dinh dưỡng. Trong khuôn khổ thử nghiệm này, việc sử dụng AMS-1 ngoài vai trò giữ ẩm, PAM giữ đất và dinh dưỡng, còn góp phần cải tạo lý hóa tính đất, duy trì dinh dưỡng, tạo điều kiện cho cây cà phê sinh trưởng phát triển tốt, hạn chế rụng quả. Kết quả quan trắc số quả ở thời điểm cuối mùa mưa chứng minh nhận định này, đó là tỷ lệ quả còn lại của các công thức sử dụng AMS-1 và PAM cao hơn so với đối chứng. Trong đó, công thức $CT_{AMS-PAM}$-CaF_{KD} và CT_{AMS}-CaF_{KD} cho kết quả cao nhất.

Các yếu tố cấu thành năng suất cà phê

Ảnh hưởng của AMS-1 và PAM đến các yếu tố cấu thành năng suất cà phê được trình bày trong bảng 5.

Bảng 5: chất lượng quả và tỷ lệ tươi/nhân

Công thức	Trọng lượng quả tươi (g/1.000 quả)	Thể tích quả tươi (cm^3/1.000 quả)	Tỷ lệ tươi/ nhân (kg)
CT0-CaF_{KD}	1.040	965	4,28
CT_{AMS}-CaF_{KD}	1.047	968	4,29
CT_{PAM}-CaF_{KD}	1.045	965	4,25
$CT_{AMS-PAM}$-CaF_{KD}	1.052	976	4,26
$LSD_{0.05}$/CV%			0,83/1,1

Các chỉ tiêu về quả như trọng lượng, thể tích và tỷ lệ tươi nhân... không thấy có sự sai khác giữa các công thức thí nghiệm. Mặt khác đây là những chỉ tiêu phụ thuộc chủ yếu vào giống, chế độ dinh dưỡng hay điều kiện thời tiết trong thời gian thu hoạch (mưa hay nắng đều ảnh hưởng đến thể tích quả và tỷ lệ tươi nhân).

Năng suất của cây cà phê

Năng suất và hiệu quả kinh tế của việc sử dụng AMS-1 và PAM được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6: năng suất cà phê

Công thức	Năng suất tươi	Năng suất nhân	
	kg/ha	kg/ha	% so với đối chứng
CT0-CaF_{KD}	13.760	3.120	100,0
CT_{AMS}-CaF_{KD}	15.144	3.473	111,3
CT_{PAM}-CaF_{KD}	14.153	3.232	103,6
$CT_{AMS-PAM}$-CaF_{KD}	15.230	3.610	115,7
$LSD_{0.05}$/CV%		*242/4,0*	

Năng suất cà phê nhân ở các công thức biến động từ 3.120-3.610 kg/ha. Đây là mức năng suất trung bình năm của vùng nghiên cứu, sự chênh lệch về năng suất giữa các công thức từ 3,6-15,7%, cũng giống như tỷ lệ đậu quả quan trắc ở thời điểm cuối mùa mưa (30.9.2012). Tuy nhiên, kết quả phân tích thống kê chỉ sự vượt trội về năng suất ở công thức CT_{AMS}-CaF_{KD} và $CT_{AMS-PAM}$-CaF_{KD} so với đối chứng là có ý nghĩa.

Cà phê đang nuôi quả và chuẩn bị thu hoạch tại mô hình sử dụng AMS-1 và PAM

Kết luận

Polyme siêu hấp thụ nước và polyme chống xói mòn đã ảnh hưởng tích cực đến sự sinh trưởng, phát triển cũng như năng suất của cây cà phê, cụ thể như sau:

1. Về tác dụng giữ ẩm: các công thức sử dụng AMS-1 và PAM đã cho thấy tác dụng giữ ẩm rất tốt sau 30 ngày.

2. Đối với sinh trưởng cà phê: AMS-1 giúp tăng cường khả năng sinh trưởng của cà phê.

3. Về tỷ lệ ra hoa, đậu quả: sử dụng AMS-1 và PAM có tác dụng giữ ẩm tốt, tạo điều kiện cho cây cà phê sinh trưởng tốt, hạn chế sự rụng quả, cà phê có tỷ lệ đậu quả cao ở thời điểm cuối mùa mưa từ 43,7 đến 50,2% so với đối chứng là 43,6%.

4. Về năng suất của cây cà phê: công thức CT_{AMS}-CaF_{KD} và $CT_{AMS\text{-}PAM}$-CaF_{KD} cho năng suất cà phê cao nhất.

Việc sử dụng AMS-1 và PAM cho cây cà phê trong mùa khô đã chứng minh được hiệu quả giữ ẩm, cải tạo đất và tăng năng suất cây trồng; có thể nhân rộng và triển khai đại trà mô hình này cho các tỉnh Tây Nguyên ■

Tài liệu tham khảo

1. Lê Ngọc Báu (2007): Nghiên cứu các giải pháp KH&CN và kinh tế - xã hội để phát triển bền vững một số cây công nghiệp lâu năm ở Tây Nguyên, Báo cáo khoa học, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

2. Nguyễn Đăng Minh Chánh (2005): Xác định lượng nước tưới thích hợp cho cây cà phê vối trồng trên đất đỏ bazan tại ĐăkLăk, Báo cáo khoa học, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông lâm nghiệp Tây Nguyên.

3. Hoàng Thị Minh, Nguyễn Văn Khôi, Nguyễn Thanh Tùng, Phạm Thị Thu Hà: Khảo nghiệm vai trò của polyme siêu hấp thụ nước đến một số tính chất đất và năng suất cây trồng vụ đông trên đất bạc màu, Khoa học đất, 22, 24-28 (2005).

4. Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Văn Khôi, Phạm Thị Thu Hà, Hoàng Thị Minh: Khảo nghiệm một số biện pháp tăng khả năng giữ ẩm cho bông vụ đông xuân, Khoa học đất, 24, tr. 21 (2006).

5. Nguyễn Văn Đức, Nguyễn Văn Khôi, Nguyễn Thanh Tùng, Trịnh Đức Công, Nguyễn Quang Huy: Ảnh hưởng của chất siêu hấp thụ nước tới sinh trưởng, phát triển và năng suất dưa hấu trên đất cát ven biển tại Thừa Thiên - Huế, Khoa học đất, 31, 57-58, 62 (2009).

6. Trịnh Đức Công, Nguyễn Văn Đức, Nguyễn Văn Khôi, Nguyễn Thanh Tùng, Trần Vũ Thắng: Khảo nghiệm chất siêu hấp thụ nước AMS-1 cho cây lạc xen sắn trên đất gò đồi tại Thừa Thiên - Huế, Khoa học đất, 31, 63-65 (2009).

7. Trịnh Đức Công, Nguyễn Thanh Tùng, Phạm Thị Thu Hà, Trần Văn Minh, Nguyễn Trung Đức: Ảnh hưởng của polyme siêu hấp thụ nước đến sự sinh trưởng và phát triển của cây chè trồng mới ở Hải Hà, tỉnh Quảng Ninh, Khoa học đất, 38, 5-8 (2011).

8. Đinh Gia Thành, Trần Vũ Thắng, Thân Văn Hiệp, Trịnh Đức Công, Đặng Thị Minh Thuỷ: Ảnh hưởng của polyme siêu hấp thụ nước đến các chỉ tiêu chất lượng của chè kinh doanh ở vùng Hải Hà, tỉnh Quảng Ninh, Khoa học đất, 38, 9-13 (2011).

9. Nguyễn Văn Khôi, Nguyễn Thanh Tùng, Phạm Thị Thu Hà, Nguyễn Quang Huy, Trịnh Đức Công: Nghiên cứu khả năng sử dụng PAM để chống xói mòn đất, Tạp chí Phân tích hoá, lý và sinh học, 13(1), 8-12 (2008).

10. Hoàng Thị Minh, Nguyễn Thanh Tùng, Nguyễn Văn Khôi, Phạm Thị Thu Hà, Nguyễn Quang Huy, Trần Vũ Thắng, Trịnh Đức Công: Sử dụng PAM chống xói mòn đất trên đồi dốc tại Hà Tây, Khoa học đất, 27, 150-153 (2007).

11.Trịnh Đức Công, Nguyễn Văn Khôi, Phạm Thị Thu Hà, Nguyễn Quang Huy: Sử dụng PAM để chống xói mòn và tăng năng suất mía trên đất dốc ở Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa, Khoa học đất, 35, 64-67 (2010).

12.Trịnh Đức Công, Nguyễn Văn Khôi, Trần Vũ Thắng, Nguyễn Thanh Tùng: Ảnh hưởng của PAM tới hiệu quả chống xói mòn, bạc màu đất và năng suất ngô trên đất dốc ở Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa, Khoa học đất, 35, 68-71 (2010).

13.Trịnh Đức Công, Trần Vũ Thắng, Nguyễn Quang Huy, Đỗ Công Hoan: Một số kết quả nghiên cứu sử dụng PAM để chống xói mòn trên đất dốc huyện Thạch Thành, tỉnh Thanh Hóa, Khoa học đất, 38, 14-18 (2011).