

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, GIẢI PHẪU HAI LOÀI CÂY THUỐC KHÚC KHẮC VÀ THỔ PHỤC LINH

Nguyễn Hạnh Hoa¹, Nguyễn Thị Minh¹, Đinh Thị Thu Trang²,
Nguyễn Xuân Nam², Nguyễn Hữu Thiện³

TÓM TẮT

Thổ phục linh (*Smilax glabra* Wall. ex Roxb.) và Khúc khắc (*Heterosmilax gaudichaudiana* (Kunth) Maxim) là hai cây thuốc quý thuộc họ Khúc khắc (Smilacaceae), bộ Liliales. Trong thực tế có rất nhiều người nhầm lẫn hai loài cây này. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm đưa ra những dẫn liệu khoa học cơ bản về đặc điểm hình thái và giải phẫu thực vật để phân biệt Khúc khắc và Thổ phục linh, từ đó đánh giá sơ bộ về khả năng thích ứng với điều kiện sống và tiềm năng năng suất của chúng. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra những dẫn liệu cơ bản về đặc điểm hình thái để phân biệt Khúc khắc và Thổ phục linh như: sự khác biệt về hình thái rễ củ, màu sắc thân, hình thái lá. Điểm đặc biệt là Thổ phục linh có lá cứng; lá và quả được bao phủ bởi một lớp sáp trắng, làm tăng khả năng chống chịu của cây. Về đặc điểm giải phẫu, rễ của cây Thổ phục linh có kích thước vỏ, trung trụ và đặc biệt là kích thước lớp tế bào nội bì lớn hơn Khúc khắc. Điều này liên quan tới khả năng thẩm thấu có chọn lọc các chất cũng như năng suất và chất lượng của rễ củ. Thân Thổ phục linh có lớp cương mô dày và chạy thành vòng liên tục, làm cho thân cây Thổ phục linh cứng, có khả năng chống đỡ cơ học và chống chịu đối với điều kiện bất thuận. Tuy có cùng công dụng trong điều trị giang mai, thấp khớp, chống viêm, lọc máu... nhưng so với Khúc khắc thì rễ củ của Thổ phục linh nặng và có sinh khối lớn hơn, do đó có nhiều tiềm năng nghiên cứu khai thác và phát triển.

Từ khóa: Khúc khắc, Thổ phục linh, đặc điểm hình thái, cấu tạo giải phẫu

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nằm trong vành đai khí hậu nhiệt đới gió mùa nóng và ẩm, Việt Nam có nguồn tài nguyên thực vật phong phú và đa dạng, trong số gần 4.000 loài đang được sử dụng làm thuốc, có tới 87,1% cây thuốc được biết có nguồn gốc hoang dã, chủ yếu ở vùng đồi núi (trung du đến núi cao).

Thổ phục linh (*Smilax glabra* Wall. ex Roxb.) còn gọi là cây Kim Cang không lông (Phạm Hoàng Hộ, 2000), Dây chát, Dây khum, Cậm Cù (Võ Văn Chi, 2004), thuộc họ Khúc khắc (*Smilacaceae*) (Nguyễn Tiến Bàn, 1997) là một trong 24 loài thực vật có khả năng khai thác tự nhiên (QĐ1976/TTg, ngày 30-10-2013). Thổ phục linh được biết đến với công dụng chống viêm, lọc máu, chữa thấp khớp, giang mai...

Tuy nhiên, trong dân gian thường sử dụng Khúc khắc (*Heterosmilax gaudichaudiana* (Kunth) Maxim) thay thế cho Thổ phục linh (Đỗ Tất Lợi, 2004), dẫn tới việc nhầm lẫn giữa hai loài cây thuốc này. Vì vậy cần có một nghiên cứu có hệ thống về đặc điểm thực vật học của chúng giúp nhận biết chính xác nguồn gen cây thuốc, để đưa vào khai thác sử dụng hiệu quả.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng, vật liệu, địa điểm và thời gian nghiên cứu

- Nguồn gen cây thuốc Thổ phục linh và Khúc

khắc được cung cấp bởi trung tâm Nghiên cứu trồng và chế biến cây thuốc - Viện Dược liệu Hà Nội.

- Kính hiển vi quang học, trắc vi thị kính, trắc vi vật kính, kính lúp soi nổi, kim mũi mác, lamd, lamel, côn, bình đựng mẫu, dao cắt mẫu, máy ảnh, thước đo, thuốc nhuộm carmine, xanmethylen ...

- Nghiên cứu đặc điểm giải phẫu thực vật được tiến hành tại phòng thí nghiệm Bộ môn Thực vật, Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

- Thời gian nghiên cứu: 3/2014 - 02/2015.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu đặc điểm thực vật học theo phương pháp hình thái so sánh và phương pháp giải phẫu kết hợp với kỹ thuật hiển vi dùng trong nghiên cứu thực vật và dược liệu.

- Phương pháp giải phẫu được thực hiện theo các bước: cố định mẫu, cắt lát mỏng, tẩy và nhuộm kép, làm tiêu bản, khảo sát dưới kính hiển vi quang học, phân tích, đo đếm cấu tạo tế bào và mô với trắc vi thị kính- sau đó qui đổi đơn vị tính bằng trắc vi vật kính.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN



3.1. Đặc điểm hình thái của cây Khúc khắc, Thổ phục linh

Khúc khắc và Thổ phục linh có bộ phận sử dụng làm thuốc là rễ củ. Tuy nhiên, về đặc điểm hình thái của hai loài rất khác nhau:


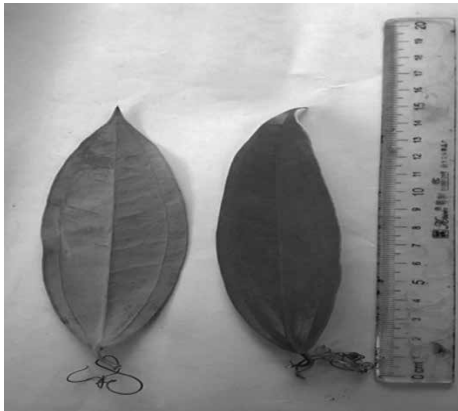


¹ Học Viện Nông nghiệp Việt Nam; ² Viện Dược liệu

³ Công ty TNHH Dược phẩm Ngân Hà



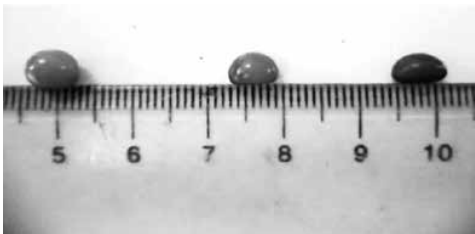

Bảng 1. Đặc điểm hình thái của Khúc khắc, Thổ phục linh

Đặc điểm	Khúc khắc	Thổ phục linh
	<ul style="list-style-type: none"> - Số lượng rễ phụ nhiều - Rễ củ xù xì, hóa gỗ nhiều. - Màu xám sẫm. - Khả năng ra rễ ở gốc cành mạnh ---> Khả năng nhân giống vô tính bằng giâm cành cho hiệu quả cao. 	<ul style="list-style-type: none"> - Số lượng rễ phụ ít - Rễ củ dẹt, tương đối nhẵn, hóa gỗ ít. - Rễ củ phân nhánh, nạc, tạo sinh khối lớn. - Màu nâu vàng. - Khả năng ra rễ ở gốc cành yếu. ---> Khả năng nhân giống vô tính bằng giâm cành yếu.
Rễ củ	Hình 1. Hình thái củ 1 năm tuổi	
		
	<ul style="list-style-type: none"> - Dạng cây bụi leo nhờ tua cuốn - Thân gỗ nhiều năm, khẳng khiu, phân cành nhỏ, mềm, không gai. - Ở gốc mỗi đốt thân có lá kèm màu tím nhạt. - Tua cuốn mọc ra từ gốc lá xẻ làm đôi màu xanh nhạt. 	
Thân	<ul style="list-style-type: none"> - Màu sắc: thân non xanh lá cây, phần thân già màu xanh đậm hơn, - Thân non: To mập - Đường kính (mm): $4,56 \pm 0,89$ - Chiều dài lóng thân (cm): $24,3 \pm 2,43$ - Số thân chính/khóm: $12,4 \pm 2,53$ ---> Khả năng nhân giống lớn, 	<ul style="list-style-type: none"> - Màu sắc: thân non màu xanh ---> màu nâu, tím; thân già cỗi màu đen xám - Thân non: Nhỏ, khẳng khiu, - Đường kính (mm): $2,7 \pm 0,46$ - Chiều dài lóng thân (cm): $15,7 \pm 4,4$ - Số thân chính/khóm: $5,97 \pm 1,35$ ---> Khả năng nhân giống thấp hơn,
	Hình 2. Hình thái thân cây	

Bảng 1. Đặc điểm hình thái của Khúc khắc, Thổ phục linh (Tiếp)

Đặc điểm	Khúc khắc	Thổ phục linh
Lá	<ul style="list-style-type: none"> - Lá đơn, mọc cách, cuống lá ngắn có rãnh. - Mép lá nguyên, có lá kèm biến thành 2 tua cuốn mọc ra từ 2 bên cuống lá 	<ul style="list-style-type: none"> - Lá cứng, giòn - Gốc lá nhọn, đầu lá nhọn kéo dài, có 3 gân gốc; phiến lá hình elip dài, mặt bụng lá màu xanh lục sẫm và bóng, mặt lưng lá màu lục nhạt và có sấp trắng,-->Đặc điểm phân biệt với Khúc khắc,
	<ul style="list-style-type: none"> - Lá mềm - Gốc lá hình tim, đầu lá nhọn, có 5 gân gốc, mặt bụng lá màu xanh đậm bóng, mặt lưng lá màu xanh nhạt hơn, phiến lá nhẵn, - Lá kèm màu tím nhạt, - Số lá/cành C1(lá): 8,37±2,24 - Kích thước lá (cm): Dài (12,89±1,5), Rộng (8,74±0,96) --->Diện tích lá (cm²):88,4 ±27,41 --->Khả năng quang hợp tốt 	<ul style="list-style-type: none"> - Lá kèm màu nâu, nhỏ, - Số lá/cành C1(lá): 5,58±1,92 - Kích thước lá (cm): Dài (13,3±2,46), Rộng (4,58±1,16---> Diện tích lá (cm²): 50,2 ±21,81 ---> Khả năng quang hợp kém hơn,
Lá	Hình 3. Hình thái lá	
		
Hoa	<ul style="list-style-type: none"> - Mùa hoa: Tháng 12 – tháng 1. - Hoa đơn tính, khác gốc. Cụm hoa tán - Hoa đều, bao hoa không phân biệt đài và tràng, xếp thành 2 vòng, mỗi vòng 3 bán. Bộ nhụy có 3 lá noãn hợp tạo thành bầu trên, bầu có 3 ô, mỗi ô một noãn, đính noãn kiểu trung trụ. Bầu nhụy có hình bầu dục, màu xanh lá hầu như không có vòi nhụy. Đầu nhụy chia 3 thùy. - Công thức hoa: *♀ P₃₊₃ G₍₃₎ 	
	Hình 4. Hình thái cụm hoa tán	
Hoa		

Bảng 1. Đặc điểm hình thái của Khúc khắc, Thổ phục linh (Tiếp)

Đặc điểm	Khúc khắc	Thổ phục linh
Quả	<ul style="list-style-type: none"> - Quả mọng, hình cầu, dẹt, quả xanh có màu xanh đậm, hạt màu trắng, chuyển sang chín quả có màu hồng rồi chuyển màu tím đen. - Chùm mang nhiều quả. 	<ul style="list-style-type: none"> - Chùm quả hầu như gắn liền sát vào nách lá, - Quả được bao phủ lớp sáp màu trắng -->Đặc điểm phân biệt với Khúc khắc,
	<ul style="list-style-type: none"> - Chùm quả xa nách lá, - Chiều dài cành mang quả (cm): $38,6 \pm 2,68$ - Số quả/cành: $50,63 \pm 14,59$ - Kích thước quả (mm) + Đường kính: $10,33 \pm 1,79$ + Chiều cao: $9,03 \pm 0,88$ - Khối lượng 1000 quả (g): $61,00 \pm 0,29$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Chiều dài cành mang quả (cm): $23,46 \pm 3,54$ - Số quả/cành: $69,4 \pm 25,12$ - Kích thước quả (mm) + Đường kính: $7,89 \pm 2,67$ + Chiều cao: $7,30 \pm 1,19$ - Khối lượng $43,11 \pm 0,32$
Hình 5. Hình thái quả		
		
Hạt	<ul style="list-style-type: none"> - Số lượng: 2-4 hạt/quả - Kích thước hạt (mm): + Đường kính: $3,45 \pm 0,94$ + Chiều cao: $6,82 \pm 0,76$ - Khối lượng 1000 hạt (g): $15,23 \pm 0,19$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Số lượng: 4 hạt/quả, - Kích thước hạt (mm): + Đường kính: $2,77 \pm 0,62$ + Chiều cao: $4,52 \pm 0,46$ - Khối lượng (g): $14,12 \pm 0,23$
	Hình 6. Hình thái hạt	
		

3.2. Đặc điểm giải phẫu cây Khúc khắc và Thổ phục linh

3.2.1. Rễ

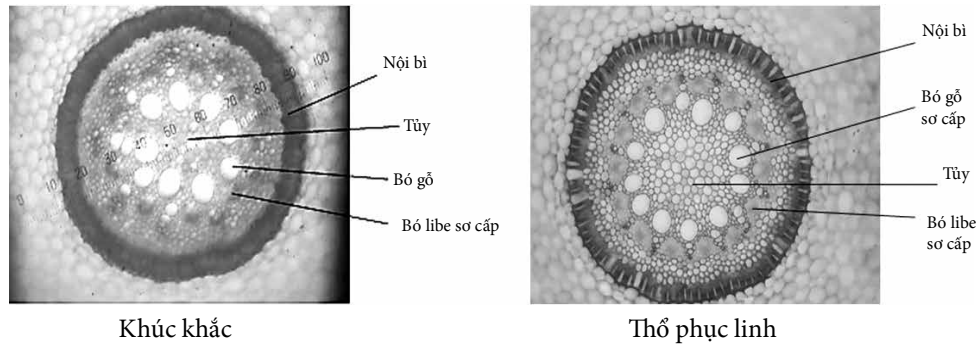
Kết quả nghiên cứu giải phẫu rễ (bảng 2, hình 7), cho thấy: Kích thước phần vỏ sơ cấp, trung trụ sơ cấp, nội bì của cây Thổ phục linh đều lớn hơn cây Khúc khắc. Đặc biệt là phần nội bì của Thổ phục linh lớn hơn rất nhiều so với nội bì của Khúc khắc (nội bì của Thổ phục linh là $70,83 \pm 7,22 \mu\text{m}$ trong khi đó nội bì của cây Khúc khắc chỉ $47,5 \pm 16,39 \mu\text{m}$) điều

này liên quan đến khả năng thẩm các chất một cách có chọn lọc của tế bào nội bì rễ cây.

Mặt khác, so sánh vi phẫu rễ của 2 loài cho thấy rễ Thổ phục linh có số lượng bó gỗ ít hơn rễ của Khúc khắc (số lượng bó gỗ của Thổ phục linh là $15 \pm 2,65$ trong khi đó số lượng bó gỗ của Khúc khắc là $19 \pm 2,65$), điều này liên quan tới khả năng vận chuyển dòng nhựa nguyên (nước và muối khoáng hòa tan trong nước) của rễ Khúc khắc tốt hơn rễ Thổ phục linh.

Bảng 2. Kích thước các phần mô trong cấu tạo giải phẫu rễ

Chi tiêu Tên cây	Dày vỏ (μm)	Dày nội bì (μm)	Dày trung trụ (μm)	Số lượng bó gỗ	Kích thước tuý (μm)	
					Dài	Rộng
Thổ phục linh	683,33±115,47	70,83±7,22	241,67±115,47	15±2,65	275±66,14	266,67±26,02
Khúc khắc	600±50	47,5±16,39	168,06±52,33	19±2,65	433,33±14,43	216,67±7,22



Hình 7. Cấu tạo giải phẫu rễ

3.2.2. Thân

Cấu tạo vi phẫu thân của cả 2 loài từ ngoài vào trong đều có biểu bì, cương mô, các bó dẫn chống chất kín với 2 mạch gỗ rất lớn. Các bó dẫn sắp xếp theo kiểu trung trụ phân tán, các bó dẫn bên ngoài thường nhỏ, mật độ dày đặc, mỗi bó dẫn có vòng cương mô rất dày bao quanh, càng vào sâu bên trong trung trụ các bó dẫn càng lớn, vòng cương mô rất mỏng bao quanh mỗi bó dẫn phía trong.

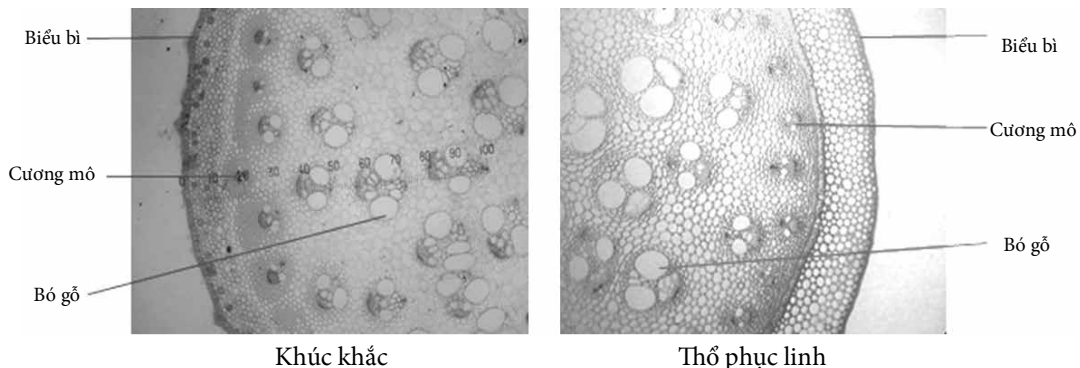
Kết quả nghiên cứu đặc điểm giải phẫu thân cho thấy: Khúc khắc có độ dày biểu bì, số lượng bó dẫn lớn, đặc biệt là bó dẫn to (bó dẫn to của Khúc khắc là

43±6 trong khi đó số bó dẫn to của Thổ phục linh chỉ có 26,33±0,58) nên khả năng vận chuyển các dòng nhựa của thân cây Khúc khắc sẽ tốt hơn cây Thổ phục linh (Bảng 3).

Tuy nhiên, cây Khúc khắc có độ dày cương mô (113,89±17,05 μm) nhỏ hơn nhiều so với độ dày cương mô của Thổ phục linh (279,69±68,98 μm , mật độ cương mô ở thân Thổ phục linh chạy thành vòng liên tục, điều này liên quan đến khả năng chống đỡ cơ học của thân cây, làm cho thân cây Thổ phục linh cứng và có tính chống chịu đối với điều kiện bất thuận.

Bảng 3. Kích thước các phần mô trong cấu tạo giải phẫu thân

Loài	Chỉ tiêu	Biểu bì (μm)	Cương mô (μm)	Bó dẫn	
				To	Nhỏ
Khúc khắc		181,94±16,67	113,89±17,05	43,00±6,00	32,67±4,04
Thổ phục linh		123,44±22,60	279,69±68,98	26,33±0,58	32,67±1,53



Hình 8. Cấu tạo giải phẫu thân

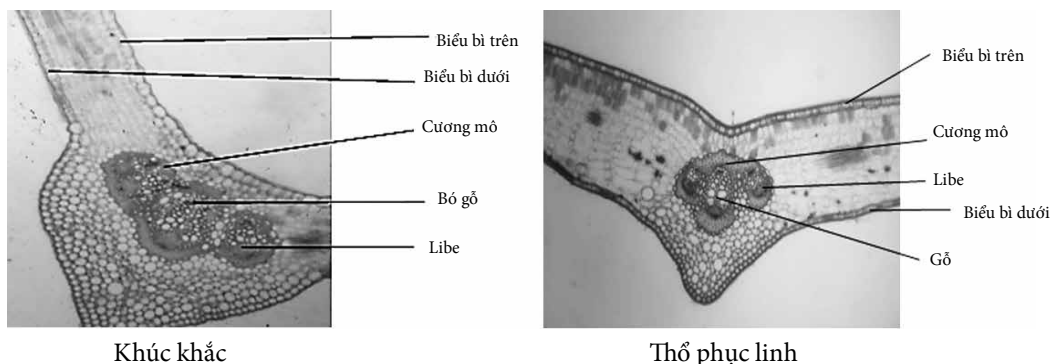
3.3.3. Lá

Theo quan sát từ lát cắt giải phẫu lá, cho thấy: Phần phiến lá có lớp biểu bì trên, mô đồng hóa và biểu bì dưới. Vách ngoài của tế bào biểu bì hóa cuticula, tế bào biểu bì trên có kích thước lớn hơn tế bào biểu bì dưới, nằm xen kẽ với các tế bào biểu bì có các tế bào lỗ khí. Phần mô đồng hóa có cấu tạo đồng nhất, không phân hóa thành mô giậu và mô xốp. Tuy nhiên, phần mô đồng hóa của lá Thổ phục linh có nhiều khoảng khuyết hơn phần mô đồng hóa của Khúc khắc.

Điểm khác biệt trong cấu tạo giải phẫu lá của hai loài là: Khúc khắc có độ dày mô đồng hóa lớn, do vậy khả năng tổng hợp chất hữu cơ của lá sẽ tốt hơn so với cây Thổ phục linh. Bó dẫn gân chính của lá Khúc khắc cũng lớn hơn so với lá Thổ phục linh do đó sự vận chuyển các dòng nhựa nguyên và dòng nhựa luyện của lá Khúc khắc cũng sẽ tốt hơn của lá Thổ phục linh.

Bảng 4. Kích thước các phần mô trong cấu tạo giải phẫu của lá

Chi tiêu Tên cây	Dày phiến (μm)	Dày mô đồng hóa (μm)	Dày biểu bì dưới (μm)	Kích thước bó dẫn gân chính (μm)	Kích thước cương mô (μm)
Khúc khắc	709,44±107,83	537,5± 141,19	78,61±22,15	829,17±132,48	65,5±40,17
Thổ phục linh	336,94±23,91	271,39±31,58	31,39±8,40	306,25±57,96	51,67±2,89



Hình 9. Cấu tạo giải phẫu lá

III. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

3.1. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu đã chỉ ra được sự khác nhau giữa Thổ phục linh và Khúc khắc như sau:

- Đặc điểm hình thái:

Khúc khắc có số lượng rễ phụ nhiều, rễ củ cứng và hóa gỗ nhiều; Thân màu xanh; Lá hình tim, lá mềm, có 5 gân gốc, diện tích lá lớn; Quả mọng, vỏ quả không có sáp.

Thổ phục linh có ít rễ phụ, rễ củ phân nhánh, nạc; Thân non màu xanh, sau chuyển màu nâu hoặc màu tím, thân già màu đen xám; lá hình elip, lá cứng, có 3 gân gốc, mặt lưng lá có lớp sáp màu trắng; Quả mọng, vỏ quả được bao phủ bởi lớp sáp trắng.

- Đặc điểm giải phẫu:

Kích thước phần vỏ sơ cấp, trung trụ sơ cấp trong vi phẫu rễ của cây Thổ phục linh đều lớn hơn cây Khúc khắc. Đặc biệt là kích thước lớp tế bào nội

bì của Thổ phục linh lớn hơn nhiều so với nội bì của Khúc khắc. Các cấu tạo này liên quan đến khả năng thẩm thấu có chọn lọc các chất và chất lượng được liệu.

Thân Khúc khắc có số lượng bó dẫn nhiều hơn nên khả năng vận chuyển nhựa tốt hơn. Tuy nhiên, thân Thổ phục linh có kích thước cương mô dày hơn và làm thành vòng liên tục trong thân, do đó thân cứng và có khả năng chống chịu đối với điều kiện bất thuận.

Lá Khúc khắc có độ dày mô đồng hóa và bó dẫn gân chính lớn hơn Thổ phục linh, do vậy khả năng tổng hợp chất hữu cơ của lá Khúc khắc và vận chuyển nhựa của lá Khúc khắc tốt hơn lá Thổ phục linh..

4.2. Đề nghị

Cần nghiên cứu sâu hơn để đánh giá mối liên quan giữa đặc điểm thực vật học với các đặc điểm nông, dược học.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Võ Văn Chi**, 2004. *Từ điển thực vật thông dụng*, tập 2, trang 2222-2223. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- Nguyễn Tiến Bán**, 1997. *Cẩm nang tra cứu và nhận biết các họ thực vật hạt kín ở Việt Nam*. NXB Nông nghiệp.
- Phạm Hoàng Hộ**, 2000. *Cây cỏ Việt Nam*, quyển III, NXB Trẻ.
- Đỗ Tất Lợi**, 2004. *Những cây thuốc và vị thuốc Việt Nam*. NXB Y học.
- Thủ tướng Chính phủ**, 2013. *Quyết định phê duyệt tổng thể phát triển dược liệu đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030*, Số: 1976/QĐ-TTg, ngày 30 tháng 10 năm 2013.

Morphological and anatomical characterization of Khuc khac (*Heterosmilax gaudichaudiana*) and Tho phuc linh (*Smilax glabra*) herbs

Nguyen Hanh Hoa, Nguyen Thi Minh, Đinh Thị Thu Trang, Nguyen Xuan Nam, Nguyen Huu Thien

Abstract

Tho phuc linh (*Smilax glabra* Wall. ex Roxb.) and Khuc khac (*Heterosmilax gaudichaudiana* (Kunth) Maxim) are precious medicinal herbs belonging to the family Smilacaceae, order Liliales. In the presented study, morphological and anatomical characteristics were evaluated in order to differentiate Tho phuc linh from Khuc khac species and thereafter evaluating their yield potential and adaptation to living condition. The results showed that there were significantly morphological differences in tuberous root, leaf and trunk color of studied species. Especially, Tho Phuc Linh showed its leaf hardness as well as epicuticular wax coating leaves and fruits, which may improve resistant ability. Beside, anatomical data showed that root characteristics of Tho phuc linh species had bark thickness, stelaes and endodermis cell layers and they were superior to those of Khuc khac species. These may be related to its greater potential in selective uptake and consequentially higher tuberous root productivity and quality. Further, the thick sclerenchyma was found in continuous loop manner which fortify plant mechanical sustainment of Tho Phuc Linh, making it resistant to unfavorable conditions. Although having similar effects in the treatment of syphilis, rheumatism, anti-inflammatory and blood filtration, the higher biomass and proportion of tuber flesh make Tho Phuc Linh a preferable herb for further research and exploitation.

Key words: Khuc khac cultivar, Tho phuc linh species, morphological characteristics, micro-anatomical structure

Ngày nhận bài: 18/3/2017

Người phản biện: TS. Nguyễn Thế Yên

Ngày phản biện: 20/3/2017

Ngày duyệt đăng: 24/3/2017

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH THEO KHÔNG GIAN CHO CANH TÁC LÚA TẠI TỈNH THÁI BÌNH

Vũ Thị Hằng¹ và Mai Văn Trịnh¹

TÓM TẮT

Nghiên cứu được triển khai tại tỉnh Thái Bình sử dụng phần mềm DNDC mô phỏng phát thải khí nhà kính (KNK) từ hệ thống canh tác lúa nước trên các vùng khí hậu và loại đất khác nhau. Mô hình được hiệu chỉnh bằng chính các kết quả đo đếm ngoài thực tế. Kết quả tính toán cho thấy với loại đất phù sa chua tại vùng khí hậu trạm Thành phố Thái Bình (vùng II) cho phát thải KNK quy ra CO₂ tương đương (CO₂-e) là cao nhất đạt tới 24,33 tấn-CO₂-e/ha/năm, loại đất cát-cát pha tại vùng khí hậu ven biển Tiên Hải, Diêm Điền (vùng IV) cho phát thải KNK là thấp nhất với 15,58 tấn CO₂-e/ha/năm. Tổng lượng phát thải KNK trên các loại đất trồng lúa toàn tỉnh Thái Bình tính toán được là: 0,28 triệu tấn CO₂-e/năm.

Từ khóa: DNDC, Thái bình, GIS, bản đồ, mô hình hoá

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc sử dụng mô hình DNDC (Denitrification - Decomposition: Phân huỷ carbon - Đề nitrate hoá (DNDC, 2012) để tính toán phát thải KNK trong hệ

canh tác nông nghiệp đã được kiểm nghiệm nhiều ở các nước như Mỹ, Trung Quốc, Italy, Đức, Anh, ... Tuy nhiên, ở nước ta mới chỉ có một vài nghiên cứu ứng dụng như tính toán tiềm năng giảm thiểu phát

¹ Viện Môi trường Nông nghiệp