

ĐẶC ĐIỂM NÔNG HỌC VÀ DI TRUYỀN NGUỒN GEN CỦ MÀI (*Dioscorea persimilis*) KHU VỰC CHÙA HƯƠNG

**Trần Thị Trang, Nguyễn Minh Đức,
Trần Thị Kim Dung, Đinh Thanh Giảng, Lô Đức Việt, Trần Ngọc Thanh***

Viện Dược liệu

**Tác giả liên hệ: tranngocthanh12@gmail.com*

Ngày nhận bài: 16.04.2025

Ngày chấp nhận đăng: 18.05.2025

TÓM TẮT

Củ mài (*Dioscorea persimilis* Prain et Burkill), thuộc chi *Dioscorea*, loài thực vật có giá trị kinh tế và dược liệu quan trọng, cũng là cây đặc sản của chùa Hương, gắn liền với văn hóa và phong tục của người dân nơi đây. Tuy nhiên, việc phát triển trồng củ mài ở khu vực chùa Hương nhỏ lẻ chủ yếu vào rừng khai thác tự nhiên cần có các nghiên cứu để phát triển nguồn gen củ mài, tạo vùng trồng sản xuất dược liệu và sản phẩm phục vụ du lịch tại địa phương nâng cao thu nhập cho người dân. Trong nghiên cứu này đã tiến hành đánh giá đặc điểm nông học, chất lượng dinh dưỡng, dược liệu và đặc điểm di truyền của loài này tại khu vực chùa Hương. Kết quả đã đánh giá được các đặc điểm nông sinh học như đặc điểm hình thái thân, lá, củ, khối lượng củ, năng suất thực thu, các chỉ tiêu dinh dưỡng, chất lượng dược liệu. Phân tích di truyền qua PCR và giải trình tự các vùng gen lục lạp có mức độ tương đồng cao với loài *D. persimilis* tham chiếu trên ngân hàng gen và mối quan hệ di truyền gần gũi giữa các mẫu, phản ánh quần thể có giao thoa gen mạnh mẽ và ổn định. Những kết quả này không chỉ giúp bảo vệ nguồn gen quý, hỗ trợ xây dựng thương hiệu, phát triển sản phẩm đặc sản từ củ mài chùa Hương, góp phần thúc đẩy kinh tế địa phương và bảo tồn đa dạng sinh học.

Từ khóa: Củ mài chùa Hương, *Dioscorea persimilis* Prain et Burkill, đặc điểm nông học, đặc điểm di truyền, chùa Hương - Mỹ Đức.

Agronomic and Genetic Characteristics of Persimilis Yam (*Dioscorea persimilis* Prain et Burkill) Resource in the Huong Pagoda Complex of My Duc District

ABSTRACT

Dioscorea persimilis Prain et Burkill belongs to the genus *Dioscorea* and is a plant of significant economic and medicinal value. It is also a specialty of the Huong Pagoda area, closely associated with local culture and traditions. However, the cultivation of *D. persimilis* in this region remains small-scale and mainly reliant on wild harvesting, highlighting the need for research to develop its genetic resources, establish cultivated medicinal production zones, and create local products for tourism, thereby improving livelihoods. This study evaluated the agronomic traits, nutritional and medicinal quality, and genetic characteristics of *D. persimilis* in the Huong Pagoda area. The results identified key agro-biological features including stem, leaf, and tuber morphology, tuber weight, actual yield, and various nutritional and medicinal quality indicators. Genetic analysis using PCR and chloroplast gene sequencing revealed high similarity with *D. persimilis* reference sequences from GenBank and demonstrated close genetic relationships among samples, indicating strong and stable gene flow within the population. These findings contribute to the conservation of valuable genetic resources, support the development of branded specialty products from *D. persimilis* of Huong Pagoda, and play a role in promoting local economic development and biodiversity conservation.

Keywords: *Dioscorea persimilis* Prain et Burkill; Agronomic and genetic characteristics, Huong Pagoda, My Duc district.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Củ mài (*Dioscorea persimilis* Prain et Burkill tên đồng danh của *Dioscorea hamiltonii* Hook.f.), thuộc chi *Dioscorea*, là cây dược liệu và thực phẩm quan trọng với lịch sử sử dụng lâu đời ở Đông Nam Á và Trung Quốc. Loài này phân bố chủ yếu ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, mọc hoang và được trồng rộng rãi, trong đó Việt Nam ghi nhận khoảng 48 loài thuộc chi *Dioscorea*. Cây ưa đất giàu mùn, khí hậu và thổ nhưỡng phù hợp. Thành phần hóa học phong phú như polysaccharid, saponin, allantoin và diosgenin giúp củ mài có hoạt tính chống oxy hóa, điều hòa miễn dịch, hạ đường và mỡ máu, hỗ trợ điều trị các bệnh thoái hóa và chuyển hóa. Phát triển cây củ mài không chỉ mang lại lợi ích kinh tế đồng thời góp phần bảo tồn giá trị sinh thái và đa dạng sinh học.

Trên thế giới, các nghiên cứu về đặc điểm nông học của *Dioscorea* chủ yếu tập trung ở cấp chi, cải thiện năng suất, chất lượng củ và khả năng chống chịu. Ở Trung Quốc và Ấn Độ, nhiều nghiên cứu cho thấy tiềm năng ứng dụng củ mài trong y học cổ truyền và công nghiệp thực phẩm, chú trọng các đặc tính như kích thước củ, thời gian thu hoạch và kháng sâu bệnh. Một số nghiên cứu cũng đánh giá tác động của điều kiện sinh thái đến sinh trưởng và hàm lượng hợp chất hoạt tính (Trần Thị Oanh & Nguyễn Thị Vân Anh, 2014; Wu & cs., 2016). Về di truyền, nhiều nghiên cứu đã ứng dụng các chỉ thị ADN lục lạp và nhân để xác định loài. Kress & cs. (2005) đã đề xuất vùng gen *trnH-psbA*, sau đó Kress & Erickson (2007) cùng khuyến nghị kết hợp *trnH-psbA* và *rbcL*. Lahaye & cs. (2008) đã đánh giá tám vùng gen và xác định *matK* là vùng gen chuẩn cho thực vật. Ngoài ra, nhóm nghiên cứu thực vật (2009) cũng đề xuất sử dụng hai locus *rbcL* và *matK* trong nhận diện loài, đặc biệt khi phân biệt các loài có giá trị dược liệu cao. *Dioscorea* là chi có mức độ đa dạng lớn, được khai thác trong thuần hóa (Dumont & Vernier, 2000; Scarcelli & cs., 2006), tuy nhiên các mối quan hệ di truyền trong chi này vẫn chưa được nghiên cứu sâu. Việc xác định sai loài/dưới loài có thể dẫn đến điều trị

không hiệu quả (Guan & cs., 2017). Nghiên cứu của Sun & cs. (2012) sử dụng các gen *rbcL*, *matK*, *psbA-trnH* và *ITS* cho thấy *matK* là mã vạch ADN hiệu quả nhất cho chi *Dioscorea*.

Tại Việt Nam, nghiên cứu tại khu vực chùa Hương cho thấy, điều kiện khí hậu và thổ nhưỡng tại đây ảnh hưởng tích cực đến chất lượng củ mài (Viện Dược liệu, 2013; 2022). Điều này mở ra tiềm năng phát triển sản phẩm đặc trưng gắn với du lịch nông nghiệp. Xây dựng thương hiệu đặc sản, kết hợp chỉ dẫn địa lý và tiêu chuẩn chất lượng sẽ là yếu tố then chốt giúp củ mài Việt Nam nâng cao giá trị trên thị trường quốc tế, đồng thời góp phần phát triển bền vững ngành nông nghiệp dược liệu, nâng cao thu nhập cho nông dân. Tuy nhiên, thách thức vẫn nằm ở việc xác định đúng loài và khai thác bền vững nguồn gen. Do đó, cần các chiến lược quản lý và nghiên cứu khoa học nhằm nâng cao giá trị kinh tế và dược liệu của cây củ mài. Nghiên cứu tại khu vực chùa Hương nhằm phân tích đặc điểm nông học, giá trị dinh dưỡng, chất lượng dược liệu và đặc điểm di truyền qua các gen *matK*, *rbcL* và *psbA*.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Nghiên cứu được thực hiện trên 12 nguồn gen *Dioscorea persimilis* thuộc chi *Dioscorea* do Trung tâm Nghiên cứu Nguồn gen và Giống dược liệu Quốc gia, Viện Dược liệu thu thập được tại khu vực chùa Hương, xã Hương Sơn, huyện Mỹ Đức (Bảng 1). Các củ được cắt thành đoạn từ 5-7cm làm hom giống được trồng tại xã An Tiến Huyện Mỹ Đức. Mẫu giống M11 thu thập tại Xã An Tiến được chọn làm mẫu đối chứng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Đánh giá một số đặc điểm nông học nguồn gen củ mài thu thập tại chùa Hương - Mỹ Đức

Mười hai mẫu giống củ mài thu thập được bố trí theo khối ngẫu nhiên đầy đủ, 3 lần lặp lại, diện tích mỗi mẫu giống 10 m²/mẫu giống/nhắc lại, tổng diện tích thí nghiệm: 360m² trồng tại

xã An Tiến, Huyện Mỹ Đức. Quy trình trồng củ mài bao gồm: Thời vụ trồng: 4/2023; Khoảng cách trồng: 30 × 30cm (Viện Dược liệu, 2022); Lượng phân bón và kỹ thuật bón phân theo bảng 2.

Bón lót: toàn bộ lượng phân hữu cơ vi sinh + toàn bộ lượng super lân + 30% đạm ure + 50% phân kaliclorua, trộn đều khi làm đất.

Bón thúc đợt 1: sau trồng 3 tháng, bón 50% lượng đạm ure.

Bón thúc đợt 2: sau trồng 6 tháng, bón toàn bộ lượng đạm ure và kali clorua còn lại.

Các chỉ tiêu theo dõi, bao gồm: đường kính thân; chiều dài lông; chiều dài lá; chiều rộng lá; chiều dài cuống lá được theo dõi vào tháng 7; số lượng củ/gốc; khối lượng củ/gốc; năng suất thực thu (tấn/ha) được theo dõi vào tháng 12.

Đánh giá chất lượng dinh dưỡng và chất lượng dược liệu củ mài được xác định bằng các phương pháp phân tích theo bảng 3.

Bảng 1. Danh sách các mẫu củ mài thu thập

Kí hiệu	Tên khoa học	Tọa độ thu thập	Số lượng mẫu (kg)	Vị trí thu mẫu
M1	<i>D. persimilis</i>	20°34'53.68"N 105°47'15.08"E	11,0	Ruộng trồng tại Đục Khê, Hương Sơn, Mỹ Đức
M2	"	20°34'46.24"N 105°47'13.39"E	11,0	Vườn nhà tại Đục Khê, Hương Sơn, Mỹ Đức
M3	"	20°34'53.90"N 105°47'15.59"E	11,0	Núi đá vôi tại Đục Khê, Hương Sơn, Mỹ Đức
M4	"	20°36'58.84"N 105°44'51.29"E	11,0	Núi đá vôi tại Yển Vỹ, Hương Sơn, Mỹ Đức
M5	"	20°34'53.54"N 105°47'15.23"E	11,0	Vườn nhà tại Đục Khê, Hương Sơn, Mỹ Đức
M6	"	20°34'43.45"N 105°47'14.15"E	11,0	Vườn nhà dân tại Đục Khê, Hương Sơn, Mỹ Đức
M7	"	20°34'39.08"N 105°47'17.87"E	11,0	Ruộng trồng tại Đục Khê, Hương Sơn, Mỹ Đức
M8	"	20°34'34.87"N 105°47'17.49"E	11,0	Vườn nhà dân tại Đục Khê, Hương Sơn, Mỹ Đức
M9	"	20°36'58.63"N 105°44'50.37"E	12,0	Ruộng trồng Yển Vỹ, Hương Sơn
M10	"	20°34'34.87"N 105°47'17.49"E	11,0	Thung Tiêu, Hương Sơn, Mỹ Đức
M11 (Đ/C)	"	20°35'1.79"N 105°47'19.57"E	11,0	Thung An Đà, An Tiến, Mỹ Đức
M12	"	20°36'54.86"N 105°44'42.12"E	11,0	Thung An Đà, An Tiến, Mỹ Đức

Bảng 2. Lượng phân bón dùng trong nghiên cứu

Loại phân	Lượng phân/ha	Tỷ lệ bón (%)		
		Bón lót	Bón thúc lần 1	Bón thúc lần 2
Phân hữu cơ vi sinh (tấn)	6	100	-	-
N (đạm ure) (kg)	90 (195)	30	50	20
P ₂ O ₅ (super lân) (kg)	180 (1.000)	100	-	-
K ₂ O (kali clorua) (kg)	90 (155)	50	-	50

Bảng 3. Các chỉ tiêu đánh giá dinh dưỡng và chất lượng dược liệu

Chỉ tiêu phân tích	Phương pháp phân tích
Tinh bột	AOAC 996.11
Tinh bột kháng tiêu hóa	AOAC 985.29
Lipid	TCVN 4331:2001
Protein tổng số	TCVN 4328-2:2011
Đường tổng số	TCVN 4594:1988
Canxi	TCVN 1526-1:2007
Chất xơ	TCVN 4329:2007
Khoáng tổng số	TCVN 4327:2007
Amylose	TCVN 5716-2:2017
Allantoin	HPLC/Phụ lục Dược điển Việt Nam V
Diosgenin	HPLC/Phụ lục Dược điển Việt Nam V
Mô tả	Dược điển Việt Nam V
Bột	Dược điển Việt Nam V
Định tính	Dược điển Việt Nam V
Phương pháp hóa học	Dược điển Việt Nam V
Phương pháp SKLM	Dược điển Việt Nam V
Độ ẩm	Dược điển Việt Nam V
Tro toàn phần	Dược điển Việt Nam V
Tạp chất	Dược điển Việt Nam V
Chất chiết được trong dược liệu	Dược điển Việt Nam V
Chất chiết được trong nước	Dược điển Việt Nam V
Chất chiết được trong ethanol 70%	Dược điển Việt Nam V

Bảng 4. Trình tự các cặp mỗi sử dụng để khuếch đại các vùng gen lục lạp cho loài *Dioscorea persimilis*

Ký hiệu mỗi	Trình tự nucleotide	Nhiệt độ gắn mỗi
matKDio-F	5'-TGATCAATCATGAGATTCCGCAG-3'	58°C
matKDio-R	5'-AGAAAAAGATGGATCTAGGCAAAGG-3'	
psbADio-F	5'-AGATGGAACCTCAACAGCAGC-3'	56°C
psbADio-R	5'-AGACGCGAAAGTACAAGCCT-3'	
rbcLDio-F	5'-AAACAGAGACTAAAGCAAGTGT-3'	58°C
rbcLDio-R	5'-TCCACCGCGTAGACATTCAT-3'	

2.2.2. Đánh giá đặc điểm di truyền nguồn gen củ mài thu thập tại chùa Hương - Mỹ Đức

Phương pháp tách chiết ADN tổng số theo quy trình của Doyle & Doyle (1987), có cải tiến theo phòng thí nghiệm.

Các mỗi được thiết kế dựa trên trình tự ADN gen thuộc hệ gen lục lạp của loài Củ mài và một số loài thuộc chi *Dioscorea* được lấy từ ngân hàng gen thế giới (GenBank). Trình tự mỗi được thiết kế với sự trợ giúp của phần mềm thiết kế mỗi primerselect trong phần mềm DNASTAR (Skwor, 2012).

Phản ứng nhân gen (PCR) được thực hiện trong thể tích 25 μ l với các thành phần gồm: Master Mix Dream Taq Green 2X: 12,5 μ l; MgCl₂ 25mM: 1 μ l; Taq polymerase 5 u/ μ l: 0,5 μ l; 10 ng/ μ l ADN mẫu: 2 μ l; primer 10pmol mỗi mỗi xuôi hoặc ngược: 1,25 μ l, H₂O khử ion: 7 μ l. Chu trình nhiệt của mỗi phản ứng PCR: (1) 95°C 3 phút, sau đó là 35 chu kỳ lặp lại: 95°C 30 giây; 52-58°C 1 phút; 72°C 1 phút; 72°C 10 phút để kết thúc phản ứng và giữ mẫu ở 4°C. Phản ứng được thực hiện trên máy PCR Mastercycler (Eppendorf, Đức).

Điện di ADN trên gel agarose được sử dụng trong cả phân tích định tính và định lượng các mẫu ADN tổng số sau tách chiết và các sản phẩm PCR. Việc đọc trình tự của các vùng gen lục lạp và gen nhân được tiến hành theo phương pháp Sanger và được thực hiện bởi công ty Macrogen, Hàn Quốc.

2.2.3. Thu thập, phân tích và xử lý số liệu

Các số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel. Mỗi quan hệ di truyền của một số loài cây chi *Dioscorea* được thực hiện bằng việc so sánh sự khác nhau về vị trí các nucleotide giữa các cặp loài trên cơ sở trình tự nucleotide của các vùng gen bằng phần mềm GenDoc 2.5 (Nicholas & Nicholas, 1997). Kiểm tra và ghép nối các đoạn gen được thực hiện bởi phần mềm ChromasPro (Technelysium Pty Ltd)

[<http://www.technelysium.com.au/ChromasPro.html>]. Thành phần base (%) các vùng gen của các mẫu nghiên cứu và sơ đồ hình cây mối quan hệ di truyền theo phương pháp NJ (Neighbour-Joining) được tiến hành trên phần mềm MEGA4 (Tamura & cs., 2007) và Paup (Swofford, 1993).

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Đặc điểm nông học

3.1.1. Đặc điểm hình thái

Cây củ mài thuộc dạng cây thân thảo, leo, sống nhiều năm, thân khí sinh dài 5-10m. Quấn theo chiều từ phải sang trái. Chiều dài lông: chiều dài lông củ mài dao động 5,3-7,3cm. Đường kính thân: các mẫu giống củ mài có đường kính thân dao động từ 0,2-0,3cm. Thân củ mài mảnh, nhẵn, thân khí sinh có 4 cạnh, có màu xanh đỏ, khi khô có màu đỏ nâu.

Lá củ mài là lá đơn, mọc đối, phía trên có nhiều viền lượn sóng, mép lá nguyên, mặt lá trơn láng, không có lông, gân hình mạng lưới nổi rõ có từ 7-9 gân. Chóp lá nhọn, lá hình tim hoặc mũi tên nhọn. Chiều dài lá củ mài dao động 6,0-9,4cm. Chiều rộng dao động 5,1-7,3cm. Như vậy, các mẫu giống củ mài thu thập đều có bản lá khá to. Chiều dài cuống lá dao động 4,0-5,2cm (Bảng 5).

Bảng 5. Đặc điểm hình thái thân, lá củ mài thu thập tại chùa Hương

Ký hiệu	Chiều dài lông (cm)	Đường kính thân (cm)	Chiều dài lá (cm)	Chiều rộng lá (cm)	Chiều dài cuống lá (cm)
M1	6,9 $\pm$ 1,2	0,3 $\pm$ 0,08	8,0 $\pm$ 1,5	6,5 $\pm$ 1,3	4,0 $\pm$ 1,0
M2	5,4 $\pm$ 1,3	0,3 $\pm$ 0,06	8,3 $\pm$ 1,7	6,0 $\pm$ 1,5	4,2 $\pm$ 1,1
M3	6,8 $\pm$ 1,0	0,3 $\pm$ 0,06	8,2 $\pm$ 1,6	6,8 $\pm$ 1,4	4,5 $\pm$ 1,2
M4	5,5 $\pm$ 1,3	0,3 $\pm$ 0,08	8,5 $\pm$ 1,8	7,0 $\pm$ 1,6	4,8 $\pm$ 1,1
M5	7,3 $\pm$ 1,5	0,3 $\pm$ 0,08	9,4 $\pm$ 1,9	6,5 $\pm$ 1,3	5,0 $\pm$ 1,3
M6	7,0 $\pm$ 1,5	0,2 $\pm$ 0,05	8,3 $\pm$ 1,3	7,3 $\pm$ 1,7	5,2 $\pm$ 1,2
M7	6,3 $\pm$ 1,4	0,2 $\pm$ 0,04	7,6 $\pm$ 1,2	6,1 $\pm$ 1,0	4,3 $\pm$ 0,9
M8	6,8 $\pm$ 1,8	0,3 $\pm$ 0,06	7,2 $\pm$ 1,0	6,0 $\pm$ 1,2	4,6 $\pm$ 0,9
M9	6,5 $\pm$ 1,8	0,2 $\pm$ 0,07	6,0 $\pm$ 1,2	5,1 $\pm$ 0,9	4,2 $\pm$ 0,8
M10	5,8 $\pm$ 0,9	0,3 $\pm$ 0,07	8,6 $\pm$ 1,1	7,0 $\pm$ 1,3	4,1 $\pm$ 0,9
M11	6,9 $\pm$ 1,1	0,2 $\pm$ 0,04	7,0 $\pm$ 1,3	5,4 $\pm$ 0,8	4,5 $\pm$ 0,9
M12	5,3 $\pm$ 0,9	0,2 $\pm$ 0,05	6,8 $\pm$ 1,4	5,6 $\pm$ 1,0	5,0 $\pm$ 0,8

Ghi chú: Số sau dấu $\pm$ là sai số chuẩn.

Bảng 6. Đặc điểm củ các nguồn gen củ mài thu thập tại chùa Hương

Ký hiệu	Hình dạng củ	Hình dạng mặt cắt ngang	Màu sắc vỏ	Màu sắc ruột	Đặc điểm khác
M1	Trụ	Tròn	Nâu nhạt	Trắng	-
M2	Trụ	Tròn	Nâu nhạt	Trắng	Phân nhánh
M3	Trụ	Tròn	Nâu đậm	Trắng	Phân nhánh
M4	Trụ	tròn	Nâu đậm	Trắng	-
M5	Trụ	Tròn	Nâu nhạt	Trắng	-
M6	Trụ	Tròn	Nâu nhạt	Trắng	-
M7	Trụ	Tròn	Nâu nhạt	Trắng	Phân nhánh
M8	Trụ	Tròn	Nâu nhạt	Hơi ngà vàng	-
M9	Trụ	Dẹt	Nâu nhạt	Trắng	-
M10	Trụ	Dẹt	Nâu nhạt	Trắng	-
M11	Trụ	Tròn	Nâu nhạt	Trắng	-
M12	Trụ	Dẹt	Nâu nhạt	Hơi ngà vàng	-

Bảng 7. Năng suất các nguồn gen củ mài thu thập tại chùa Hương

Mẫu	Số củ/ gốc (củ)	Khối lượng củ/gốc (g)	Năng suất thực thu (tấn/ha)
M1	1,3	340,2 ± 10,5	10,23
M2	2,3	490,3 ± 13,2	11,14
M3	1,7	425,0 ± 12,2	12,56
M4	1,3	440,4 ± 12,4	10,89
M5	1,3	530,6 ± 13,6	13,32
M6	1,3	330,4 ± 12,8	10,68
M7	2,3	380,7 ± 10,4	11,02
M8	1,3	300,3 ± 10,9	9,85
M9	1,3	329,8 ± 11,4	10,16
M10	1,3	325,6 ± 12,6	10,02
M11	1,3	329,5 ± 11,8	10,66
M12	1,7	300,6 ± 12,8	9,81

Ghi chú: Số sau dấu ± là sai số chuẩn.

Củ mài được thu thập có rễ phình thành dạng củ, hình trụ đâm sâu vào đất, vỏ màu nâu nhạt, tiết diện hình tròn, lát cắt ngang củ, đa số có màu trắng, có nhiều chất dính, một số mẫu như M8 và M12 có ruột màu trắng hơi ngà vàng. Các mẫu giống đều không phân nhánh, ngoại trừ mẫu giống M2, M3 và M7 (Bảng 6).

3.1.2. Năng suất các nguồn gen

Số lượng củ/gốc của 12 mẫu củ mài thu thập dao động từ 1-2 củ (Bảng 7). Trong đó có

03 mẫu củ mài phân nhánh là M2, M3 và M7 (Bảng 6).

Khối lượng củ của các mẫu giống củ mài dao động từ 300,3-530,6g. Trong đó có mẫu M5 có khối lượng 530,6g, cao hơn so với mẫu giống củ mài đối chứng (M11: 329,5g). Một số mẫu củ mài có khối lượng cá thể nhỏ hơn đối chứng như M8, M10 và M12. Mẫu M5 là mẫu có năng suất thực thu cao nhất 13,32 tấn/ha, các mẫu M1, M8, M9, M10, M12 có năng suất thực thu thấp hơn đối chứng (Bảng 7).

3.2. Chất lượng dinh dưỡng và dược liệu

3.2.1. Chất lượng dinh dưỡng

Kết quả phân tích chất lượng dinh dưỡng của các mẫu giống củ mài thu được cho thấy: các mẫu có hàm lượng tinh bột dao động từ 52,5-62,4% trong đó cao nhất ở mẫu giống M5 (62,4%). Hàm lượng tinh bột kháng tiêu hóa dao động từ 7,04-7,93%. Hàm lượng lipit dao động 0,36-0,71%. Protein tổng số từ 3,35-6,32%. Đường tổng số dao động 60,8-70,2%. Hàm lượng canxi dao động 9,6-11,12%. Hàm lượng chất xơ từ 1,02-1,96%. Khoáng tổng số 0,68-0,81%. Hàm lượng amylose 27,6-29,7%. Hàm lượng tinh bột, protein của củ mài thu thập tại chùa Hương so với nghiên cứu của Trần Hữu Dũng & cs. (2012) khi đánh giá chất lượng củ mài trồng tại Quảng Bình (hàm lượng tinh bột 61,8%, protein 5,3%) cho thấy mẫu M5 có hàm lượng tinh bột cao hơn, mẫu M1, M4, M8 có hàm lượng protein cao hơn (Bảng 8).

3.2.2. Chất lượng dược liệu củ mài thu thập

Theo Dược điển Việt Nam V (2017) quy định, độ ẩm dược liệu củ mài không quá 12%, tro toàn phần không quá 4%, tạp chất không quá 0,5%. Do đó, các mẫu củ mài trồng tại An Tiến - Mỹ Đức đều đạt so với Dược điển quy định. Mười hai mẫu giống củ mài có tro toàn phần dao động 1,04-1,16%. Chất chiết được trong nước 4,98-7,24%, cao nhất là M3 (7,24%), tiếp là M5 (7,15%) cao hơn so với đối chứng (M11). Chất chiết được trong ethanol 70% của các mẫu củ mài thu thập dao động 2,47-6,51%, cao nhất là mẫu M5 (6,51%). Các mẫu giống củ mài tại chùa Hương đều không phát hiện hoạt chất Diosgenin. Hàm lượng allantoin dao động 0,04-0,23%. Hàm lượng allatoin trong mẫu M5 đạt cao nhất (0,23%) và cao hơn so với đối chứng. Thấp nhất là các mẫu M3, M4 và M7 (< 0,1%) (Bảng 9).

Bảng 8. Hàm lượng dinh dưỡng các nguồn gen củ mài thu thập tại chùa Hương

Mẫu	Đơn vị tính	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Hàm lượng tinh bột	% CK	58,5	58,1	60,8	60,4	62,4	60,5
Tinh bột kháng tiêu hoá	% CK	7,45	7,04	7,89	7,93	7,68	7,68
Hàm lượng Lipit	% CK	0,71	0,68	0,43	0,50	0,51	0,50
Protein tổng	% CK	5,5	5,3	3,89	6,32	3,35	3,89
Đường tổng số*	% CK	65,6	63,8	67,5	68,8	69,2	68,9
Canxi	mg/100g	11,02	9,67	10,34	11,12	10,68	10,45
Hàm lượng chất xơ	% CK	1,1	1,9	1,2	1,96	1,23	1,02
Khoáng tổng số	% CK	0,78	0,72	0,70	0,75	0,79	0,75
Amylose	% CK	29,7	28,1	27,6	28,9	29,7	28,9
Mẫu		M7	M8	M9	M10	M11	M12
Hàm lượng tinh bột	% CK	60,2	59,8	57,9	52,5	57,9	58,2
Tinh bột kháng tiêu hoá	%	7,45	7,67	7,58	7,89	7,65	7,89
Hàm lượng Lipit	% CK	0,36	0,45	0,44	0,52	0,50	0,38
Protein tổng số	% CK	5,02	5,89	4,04	4,78	4,88	3,82
Đường tổng số*	% CK	70,2	68,2	63,5	61,3	67,8	60,8
Canxi	mg/100g	10,2	9,8	10,2	9,6	10,1	9,8
Hàm lượng chất xơ	%	1,32	1,34	1,23	1,22	1,21	1,04
Khoáng tổng số	%	0,78	0,73	0,72	0,68	0,81	0,78
Amylose	% CK	29,7	28,9	29,6	28,9	28,6	28,9

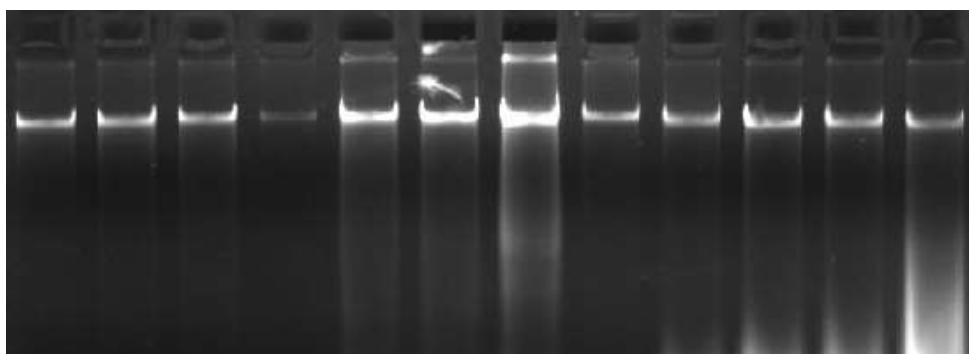
Ghi chú: *: Hàm lượng đường tổng số bao gồm cả hàm lượng tinh bột bị thủy phân, CK: Chất khô.

Bảng 9. Chất lượng dược liệu các nguồn gen củ mài thu thập tại chùa Hương
(Đơn vị tính: %)

Mẫu giống	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Độ ẩm	6,9	7,3	7,4	7,2	8,3	8,5
Tro toàn phần	1,10	1,13	1,16	1,12	1,11	1,23
Tạp chất	0,23	0,25	0,26	0,29	0,23	0,26
Chất chiết được trong nước	6,88	6,03	7,24	4,98	7,15	5,78
Chất chiết được trong ethanol 70%	3,78	2,47	4,35	3,45	6,51	4,35
Allantoin	0,18	0,17	0,04	0,05	0,23	0,04
Diosgenin	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH
Mẫu giống	M7	M8	M9	M10	M11	M12
Độ ẩm	7,8	8,3	8,7	7,8	7,4	7,8
Tro toàn phần	1,14	1,17	1,04	1,09	1,15	1,05
Tạp chất	0,21	0,24	0,22	0,20	0,24	0,26
Chất chiết được trong nước	5,8	6,13	6,5	6,1	6,4	5,9
Chất chiết được trong ethanol 70%	4,10	3,95	5,10	4,88	4,14	4,23
Allantoin	0,09	0,16	0,14	0,10	0,10	0,12
Diosgenin	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH	KPH



Hình 1. Hình thái loài Củ mài (*Dioscorea persimilis* Prain et Burkill) tại khu vực chùa Hương, Huyện Mỹ Đức



Hình 2. ADN tổng số của 12 mẫu giống Củ mài (*Dioscorea persimilis* Prain et Burkill) điện di trên gel agarose 1%

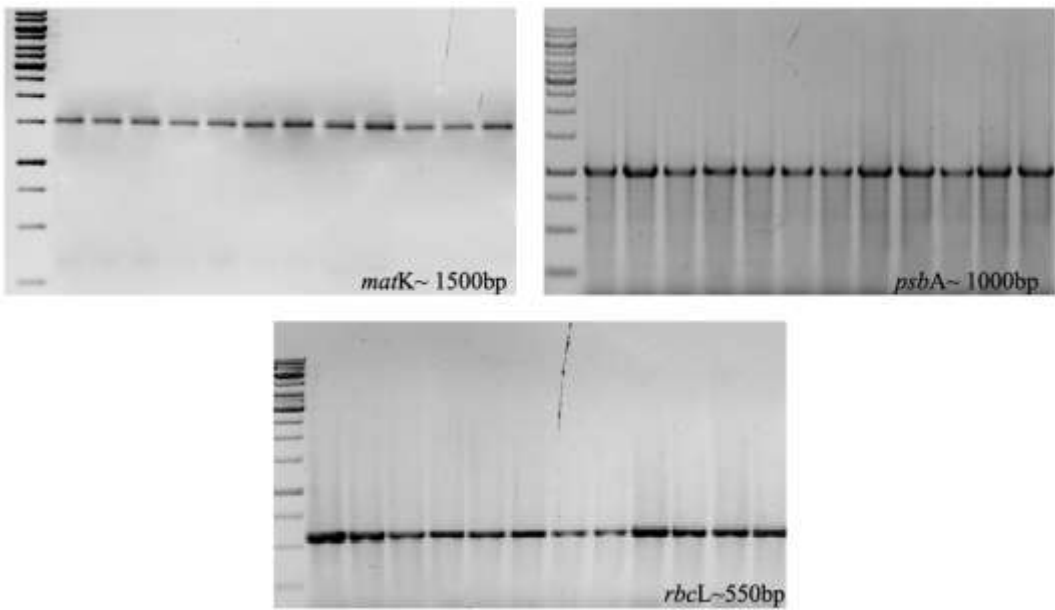
3.3. Đặc điểm đặc điểm di truyền nguồn gen

3.3.1. Kết quả tách chiết, tinh sạch và định lượng nồng độ ADN tổng số

Toàn bộ 12 mẫu củ mài thu được tại xã Hương Sơn, huyện Mỹ Đức đã được tách chiết ADN tổng số. Kết quả điện di kiểm tra các mẫu ADN tổng số trên gel agarose 1% đều cho thấy băng ADN rõ nét (Hình 2).

3.3.2. Kết quả phản ứng PCR và điện di sản phẩm khuếch đại gen

Ba cặp mồi (*matKDio*, *psbADio* và *rbcLDio*) được sử dụng để khuếch đại đoạn các đoạn gen trên vùng gen lục lạp tương ứng. Kết quả PCR khuếch đại 03 đoạn gen cho thấy tất cả các mẫu đều cho sản phẩm PCR ở kích thước đúng như thiết kế, khoảng 1.500bp, 1.000bp và 550bp, tương ứng (Hình 3).



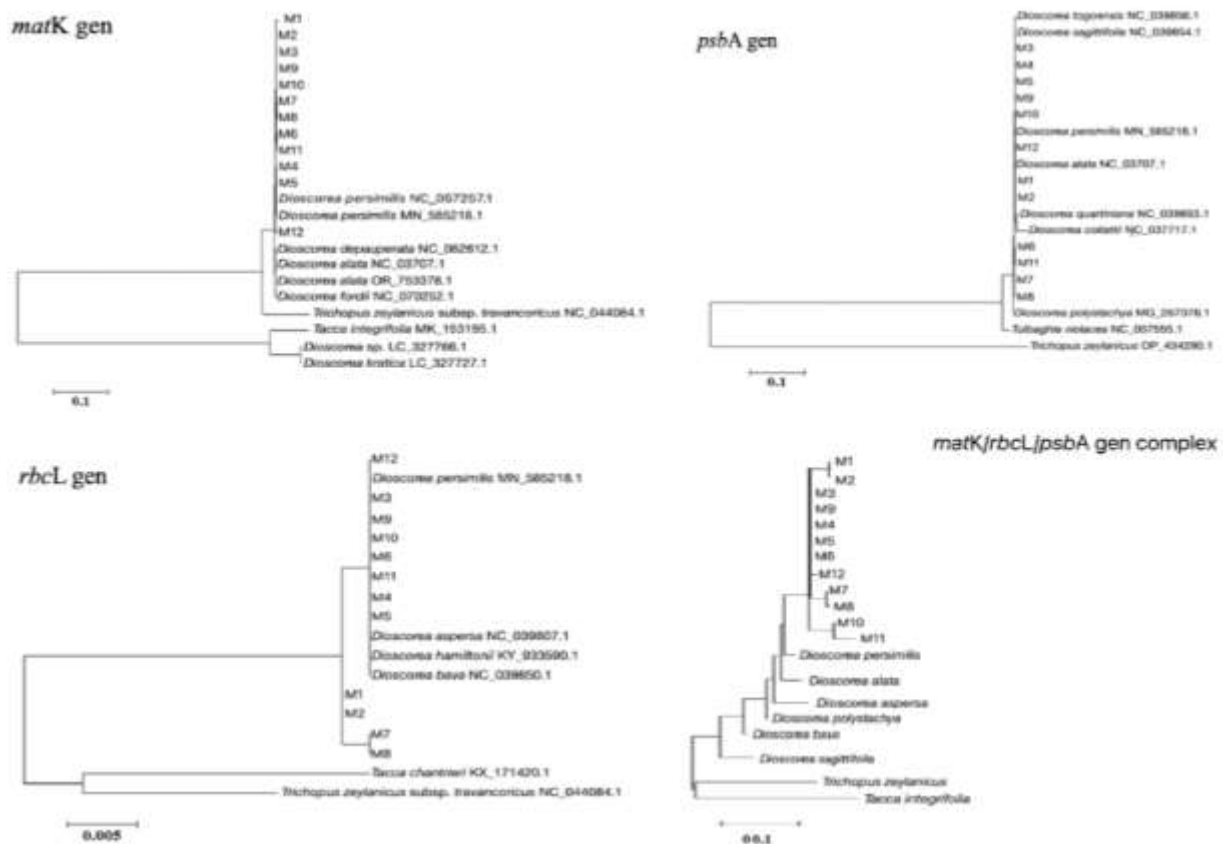
Hình 3. Phổ điện di sản phẩm PCR khuếch đại 03 vùng gen thuộc hệ gen lục lạp của các mẫu nghiên cứu trên gel agarose 1%

Bảng 10. Kết quả so sánh trình tự 3 vùng gen nghiên cứu với một số vùng gen tham chiếu trên Ngân hàng gen thế giới NCBI của loài *Dioscorea persimilis*

Mã số mẫu	Tỉ lệ tương đồng với loài <i>D. persimilis</i>		
	Trên đoạn gen <i>matK</i>	Trên đoạn gen <i>rbcL</i>	Trên đoạn gen <i>psbA</i>
M1	97%	98%	100%
M2	98%	98%	100%
M3	96%	100%	100%
M4	98%	100%	100%
M5	98%	100%	100%
M6	98%	100%	99%
M7	99%	97%	99%
M8	98%	97%	99%
M9	96%	100%	100%
M10	96%	100%	100%
M11	98%	99%	99%
M12	95%	99%	100%

Bảng 11. Thành phần base (%) tại 03 vùng gen nghiên cứu

	<i>matK</i> gen					<i>rbcl</i> gen					<i>psbA</i> gen				
	T(U)	C	A	G	Tổng	T(U)	C	A	G	Tổng	T(U)	C	A	G	Tổng
<i>D. persimilis</i> MN585218,1	30,7	15,7	36,5	17,1	1.237,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,4	21,6	37,0	19,0	974,0
M1	30,8	15,9	36,4	16,9	1.235,0	26,8	23,3	27,4	22,5	511,0	22,4	21,5	37,0	19,1	975,0
M2	30,8	15,9	36,4	16,8	1.236,0	26,8	23,3	27,4	22,5	511,0	22,4	21,5	37,0	19,1	975,0
M3	30,6	16,1	36,3	17,0	1.235,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,4	21,5	37,1	19,0	974,0
M4	30,8	15,9	36,4	16,9	1.235,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,5	21,5	37,0	19,0	974,0
M5	30,8	15,9	36,4	16,9	1.235,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,5	21,5	37,0	19,0	974,0
M6	30,8	15,9	36,4	17,0	1.235,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,4	21,5	37,1	19,0	974,0
M7	30,8	15,8	36,4	17,0	1.235,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,4	21,6	37,0	19,0	974,0
M8	30,8	15,9	36,4	16,9	1.235,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,4	21,6	37,0	19,0	974,0
M9	30,8	15,9	36,4	16,9	1.235,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,4	21,6	37,0	19,0	974,0
M10	30,8	15,9	36,4	16,9	1.235,0	27,0	23,1	27,4	22,5	511,0	22,4	21,5	37,1	19,0	974,0
M11	30,9	15,9	36,4	16,8	1.235,0	26,8	23,1	27,4	22,7	511,0	22,4	21,6	37,0	19,0	974,0
M12	30,9	15,9	36,4	16,8	1.235,0	26,8	23,1	27,4	22,7	511,0	22,4	21,6	37,0	19,0	974,0
Trung bình	30,8	15,9	36,4	16,9	1.235,2	26,9	23,1	27,4	22,5	511,0	22,4	21,5	37,0	19,0	974,2



Hình 4. Mối quan hệ di truyền các vùng gen của các loài chi *Dioscorea* theo phương pháp NJ

3.3.3. Kết quả giải trình tự và phân tích đặc điểm các vùng gen nghiên cứu

Các đoạn gen sau khi được giải trình tự và xử lý cắt các đoạn rồi trong điểm khởi đầu và kết thúc quá trình giải trình tự. So sánh trình tự với các dữ liệu gen trên Ngân hàng Gen NCBI cho thấy đoạn các gen của các mẫu củ mài sau khi giải trình tự cho tỷ lệ tương đồng cao, đạt từ 95-100% so với các kết quả trình tự đã được công bố (Bảng 10).

Mẫu *Dioscorea persimilis* (MN585218.1) được lấy tham chiếu trên Ngân hàng Gen thế giới, trên vùng gen *matK* nghiên cứu, thành phần A dao động từ 36,3% đến 36,5%, trung bình 36,4%. Tương tự, thành phần T dao động từ 30,6% đến 30,9%, trung bình là 30,8%; C dao động từ 15,9% đến 16,1%, trung bình 15,9% và G dao động từ 16,8% đến 17,1%, trung bình 16,9%. Đối với vùng gen *rbcL* và *psbA*, thành phần các base cho mỗi mẫu trong nghiên cứu cũng được trình bày chi tiết tại bảng 11. Đối chiếu với các giá trị thu được từ cơ sở dữ liệu phân tử với mẫu *D. persimilis* đã được công bố trên Ngân hàng gen thế giới với mã số MN585218.1, các số liệu thu được trong phân tích hoàn toàn phù hợp với dữ liệu về loài củ mài - *D. persimilis*.

3.3.4. Mối quan hệ di truyền của các mẫu nghiên cứu với một số loài thuộc chi *Dioscorea*

Để xác định mối quan hệ di truyền của các mẫu giống củ mài thu thập được, chúng tôi tiến hành phân tích phát sinh loài bằng cách sử dụng ba chỉ thị trong hệ gen lục lạp bao gồm: *matK*, *rbcL*, *psbA* đơn lẻ và kết hợp cả ba chỉ thị trên.

Sơ đồ hình cây mối quan hệ di truyền được xây dựng theo phương pháp NJ (Neighbor-Joining) của 12 mẫu giống được phân tích bởi 3 chỉ thị riêng rẽ và kết hợp được trình bày ở hình 4. Trong khi các cây phát sinh loài xây dựng bởi các chỉ thị riêng lẻ cho thấy có sự khác biệt nhỏ, thì phân tích kết hợp cả ba chỉ thị cho kết quả có tính tin cậy hơn. Kết quả phân tích phát sinh loài dựa trên chỉ thị *matK* cho thấy các mẫu M1-M11 có mối quan hệ gần với loài

D. persimilis (trình tự đã được GenBank ghi nhận: NC_057257.1, MN_585218.1), trong khi đó mẫu M12 lại được phân nhóm cùng với các loài *D. depauperata* và *D. alata*. Mặc dù vậy, cả cây phát sinh loài phân tích dựa trên trình tự *rbcL* và *psbA* xếp mẫu giống M12 là hoặc là *D. persimilis* hoặc là thuộc nhánh của loài này. Đáng chú ý nhất là cây phát sinh chủng loại dựa trên kết hợp ba chỉ thị *matK/rbcL/psbA* đã cho kết quả phân tích rõ ràng là cả 12 mẫu củ mài (M1-M12) đều thuộc về loài *D. persimilis*. Dựa trên kết quả kết hợp ba chỉ thị này, chúng tôi khẳng định tất cả các mẫu từ M1 đến M12 đều thuộc loài *D. persimilis* bởi sự tích hợp các chỉ thị giúp giảm thiểu sai lệch tiềm ẩn khi xây dựng cây phát sinh loài so với từng chỉ thị riêng rẽ. Kết quả này khẳng định một lần nữa việc định danh dựa trên hình thái của 12 mẫu giống khi thu thập mẫu đều thuộc loài *D. persimilis* là chính xác.

4. THẢO LUẬN

Một số nghiên cứu về hàm lượng tinh bột, protein, allantoin, axit amin tổng số trong củ mài trồng tại Trung Quốc lần lượt 73,14-78,12%; 6,33-6,51%; 3,95-4,29 mg/g; 48,5-50,8 mg/g (Zhang & cs., 2021). Nghiên cứu của Wu & cs. (2016), hàm lượng tinh bột dao động 68,2-72,2%; protein dao động 7,7-8,3%; chất xơ dao động 0,88-0,92%; hàm lượng canxi dao động 465,5-470,4 g/kg. Do đó, phân tích hàm lượng dinh dưỡng của củ mài trong nghiên cứu này cũng tương đương với các kết quả trên. Theo Trần Thị Oanh & Nguyễn Thị Vân Anh (2014), hàm lượng allantoin trong củ mài khác nhau từ thu hái trong tự nhiên hay canh tác. Mức độ hàm lượng allantoin trong mẫu củ mài trồng thấp hơn so với nguồn thu hái trong tự nhiên nhưng chênh lệch nhau không nhiều.

Một số nghiên cứu trước đây tại Việt Nam và trên thế giới cũng đã thực hiện phân tích di truyền đối với các loài trong chi *Dioscorea*. Nghiên cứu của Nguyễn Thị Vân Anh & cs. (2016) về phân tích đa dạng di truyền của *D. persimilis* ở một số vùng miền của Việt Nam chỉ ra rằng loài này có sự đa dạng di truyền khá

cao, nhưng mức độ tương đồng giữa các quần thể lại phụ thuộc nhiều vào yếu tố địa lý và môi trường sinh thái. Kết quả đạt được trong nghiên cứu với mẫu cây củ mài từ Mỹ Đức cho thấy sự tương đồng cao trong thành phần nucleotide với tỷ lệ biến động nhẹ trong từng mẫu nhưng không có sự khác biệt lớn về đặc điểm di truyền. Điều này cho thấy cây củ mài tại Mỹ Đức có mức độ ổn định di truyền trong phạm vi khu vực nghiên cứu, tương tự như kết quả thu được từ các nghiên cứu trước tại các khu vực khác của Việt Nam.

Bên cạnh đó, nghiên cứu của Cao & cs. (2020) về phân tích đa dạng di truyền của các loài *Dioscorea* thuộc khu vực Đông Nam Á cũng chỉ ra sự tương đồng di truyền cao giữa *D. persimilis* và các loài khác trong chi *Dioscorea*. Trong khi đó, nghiên cứu của tác giả Liu lại nhấn mạnh, các loài *Dioscorea* trong cùng khu vực thường có sự phân hóa rõ rệt trong các phân nhóm di truyền, điều này có thể là yếu tố quan trọng trong việc hiểu rõ hơn về sự phân bố và phát triển của các quần thể loài trong tự nhiên (Cao & cs., 2021). Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu của chúng tôi từ các mẫu củ mài tại Mỹ Đức lại cho thấy mối quan hệ di truyền rất gần gũi giữa các mẫu *D. persimilis* trong nghiên cứu, điều này có thể chỉ ra rằng các quần thể tại khu vực này đang có sự giao thoa gen mạnh mẽ và ít phân hóa về mặt di truyền. Sự đồng nhất trong kết quả phân tích của mẫu tại khu vực Mỹ Đức có thể phản ánh sự ổn định di truyền của loài trong điều kiện sinh thái và môi trường đặc thù, một yếu tố quan trọng giúp duy trì sự phát triển bền vững của quần thể củ mài tại khu vực này.

5. KẾT LUẬN

Củ mài là cây thân thảo leo có lá lớn và củ hình trụ với kích thước biến đổi, năng suất đạt từ 9,8 đến 13,3 tấn/ha với khối lượng củ trung bình từ 300 đến 530g. Hàm lượng tinh bột cao (52,5-62,4%) cùng chỉ số dinh dưỡng ổn định cho thấy tiềm năng làm nguồn cung cấp tinh bột và thực phẩm bổ dưỡng, trong khi chất lượng được liệu của các mẫu đạt tiêu chuẩn về độ ẩm, tro và tạp chất, với hàm lượng chất chiết và allantoin có

giá trị. Phân tích di truyền qua PCR và giải trình tự các vùng gen lục lạp cho thấy mức độ tương đồng cao với loài *D. persimilis* tham chiếu trên ngân hàng gen và mối quan hệ di truyền gần gũi giữa các mẫu, phản ánh quần thể có giao thoa gen mạnh mẽ và ổn định. Những kết quả này tạo cơ sở vững chắc cho việc bảo tồn, phát triển giống và ứng dụng sản xuất được liệu của loài củ mài tại khu vực Chùa Hương - Mỹ Đức.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo là một phần trong kết quả thuộc đề tài nghiên cứu cấp Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hà Nội “Phát triển nguồn gen cây củ mài (*Dioscorea persimilis* Prain et Burkill) mã số 01C-05/05-2021-4 tại khu vực chùa Hương, huyện Mỹ Đức” đề tài đã hỗ trợ kinh phí cho việc thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- AOAC INTERNATIONAL (2020). AOAC Official Method 996.11 Starch (Total) in Cereal Products: Amyloglucosidase- α -Amylase Method. Retrieved from <https://img.21food.cn/img/biaozhun/20100108/177/11285185.pdf> on May 26, 2025.
- AOAC INTERNATIONAL (2023). AOAC Official Method 985.29. Total Dietary Fiber in Foods: Enzymatic-Gravimetric Method. Retrieved from <https://fr.scribd.com/document/664234855/AOAC-Official-Method-985-29-Total-Dietary-Fiber-in-Foods-Enzymatic-Gravimetric-Method-2> on May 26, 2025.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2001). Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4331:2001 - Thức ăn chăn nuôi - xác định hàm lượng chất béo.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2005). Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4321:2001 - Phương pháp xác định hàm lượng nitơ và tính hàm lượng protein thô.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (1988). Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4594:1988 - Phương pháp xác định hàm lượng đường tổng số, đường khử và tinh bột.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2007). Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1526-1:2007 - Phương pháp xác định hàm lượng Canxi.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2007). Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4329:2007 - Phương pháp xác định hàm lượng xơ thô.
- Bộ Khoa học và Công nghệ (2007). Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 4327:2007 - Phương pháp xác định tro thô.

- Bộ Khoa học và Công nghệ (2017). Tiêu chuẩn Việt Nam - TCVN 5716-2:2017. Phương pháp xác định hàm lượng amylose.
- Bộ Y tế (2017). Dược điển Việt Nam V. Nhà xuất bản Y học, Hà Nội.
- Cao T., Sun J., Shan N., Chen X., Wang P., Zhu Q., Xiao Y., Zhang H., Zhou Q. & Huang Y. (2021). Uncovering the genetic diversity of yams (*Dioscorea* spp.) in China by combining phenotypic trait and molecular marker analyses. *Ecology and evolution*. 11(15): 9970-9986.
- Cao T., Zhu Q., Chen X., Wang P., Shan N., Zhou Q. & Huang Y. (2020). The complete chloroplast genome sequence of the *Dioscorea persimilis* Prain et Burkill (Dioscoreaceae). *Mitochondrial DNA Part B*. 5(1):451-452.
- Doyle J.J. & Doyle J.L. (1987). A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytochemical bulletin*.
- Dumont R. & Vernier P. (2000). Domestication of yams (*Dioscorea cayenensis*-rotundata) within the Bariba ethnic group in Benin. *Outlook on Agriculture*. 29(2): 137-142.
- Guan X.R., Zhu L., Xiao Z.G., Zhang Y.L., Chen H.B. & Yi T. (2017). Bioactivity, toxicity and detoxification assessment of *Dioscorea bulbifera* L.: a comprehensive review. *Phytochemistry Reviews*. 16: 573-601.
- Kress W.J. & Erickson D.L. (2007). A two-locus global DNA barcode for land plants: the coding *rbcL* gene complements the non-coding *trnH-psbA* spacer region. *PLoS one*. 2(6): e508.
- Kress W.J., Wurdack K.J., Zimmer E.A., Weigt L.A. & Janzen D.H. (2005). Use of DNA barcodes to identify flowering plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 102(23): 8369-8374.
- Lahaye R., Van der Bank M., Bogarin D., Warner J., Pupulin F., Gigot G., Maurin O., Duthoit S., Barraclough T.G. & Savolainen V. (2008). DNA barcoding the floras of biodiversity hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 105(8): 2923-2928.
- Nicholas K.B., Nicholas H.B. & Deerfield D.W. (1997). GeneDoc: analysis and visualization of genetic variation. *Embnet News*. 4:14.
- Nguyễn Thị Vân Anh (2016). Khai thác và phát triển nguồn gen khoai sọ (*Dioscorea persimilis* prain et burk) và ý dĩ (*Coix lachryma-jobi* l) làm nguyên liệu sản xuất thuốc. Báo cáo Đề tài KH&CN thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
- Scarcelli N., Tostain S., Mariac C., Agbangla C., Da O., Berthaud J. & Pham J.L. (2006). Genetic nature of yams (*Dioscorea* sp.) domesticated by farmers in Benin (West Africa). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53:121-130.
- Skwor T. (2012). The use of DNASTAR lasergene educational software with molecular techniques to support bacterial identification. *Proc. Adv. Biol. Lab. Educ*. 33: 327-334.
- Sun X.Q., Zhu Y.J., Guo J.L., Peng B., Bai M.M. & Hang Y.Y. (2012). DNA barcoding the *Dioscorea* in China, a vital group in the evolution of monocotyledon: use of *mat K* gene for species discrimination. *PLoS One*. 7(2): e32057.
- Tamura K., Dudley J., Nei M. & Kumar S. (2007). MEGA4: molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular biology and evolution*. 24(8): 1596-1599.
- Trần Thị Oanh & Nguyễn Thị Vân Anh (2014). Xác định hàm lượng Allantoin trong củ mài (*Dioscorea persimilis*, Dioscoreaceae) bằng sắc ký lỏng hiệu năng cao. *Tạp chí Nghiên cứu Dược & Thông tin thuốc* (3), Trường Đại học Dược Hà Nội. tr. 82-87.
- Viện Dược liệu (2013). Kỹ thuật trồng cây thuốc. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
- Viện Dược liệu (2022), Quy trình kỹ thuật nhân giống, trồng và sơ chế một số cây dược liệu theo GACP - WHO. Nhà xuất bản Nông nghiệp và Nhà xuất bản khoa học và Kỹ thuật.
- Wu Z.G., Jiang W., Nitin M., Bao X.Q., Chen S.L. & Tao Z.M. (2016). Characterizing diversity based on nutritional and bioactive compositions of yam germplasm (*Dioscorea* spp.) commonly cultivated in China. *Journal of food and drug analysis*. 24(2): 367-375.