

TẠP CHÍ
**NGHIÊN CỨU KHOA HỌC
VÀ PHÁT TRIỂN**

JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH AND DEVELOPMENT

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THÀNH ĐÔ



ISSN 2815-570X

DOI: <https://doi.org/10.58902/tcnckhpt.v4i2>

Volume

4

Issue 2

June, 2025

TỔNG BIÊN TẬP		EDITOR IN CHIEF
Vũ Thị Thanh Minh		Vu Thi Thanh Minh
HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP		EDITORIAL BOARD
Phan Thị Thanh Thảo, Chủ tịch	Trường Đại học Thành Đô	Phan Thi Thanh Thao, Chairwoman Thanh Do University
Phùng Văn Hoàn, Phó Chủ tịch	Trường Đại học Thành Đô	Phung Van Hoan, Vice Chairman Thanh Do University
Đào Thị Ái Thi, Phó Chủ tịch	Trường Đại học Thành Đô	Dao Thi Ai Thi, Vice Chairwoman Thanh Do University
Vũ Thị Thanh Minh, Phó Chủ tịch, Thư ký HĐ	Trường Đại học Thành Đô	Vu Thi Thanh Minh, Vice Chairwoman, Secretary Thanh Do University
Trần Thọ Đạt	Trường Đại học Kinh tế Quốc dân	Tran Tho Dat National Economics University
Phạm Văn Đức	Viện Hàn lâm Khoa học xã hội Việt Nam	Pham Van Duc Vietnam Academy of Social Sciences
Võ Khánh Vinh	Viện Hàn lâm Khoa học xã hội Việt Nam	Vo Khanh Vinh Vietnam Academy of Social Sciences
Phuah Kit Teng	Đại học Cao đẳng Tunku Abdul Rahman, Malaysia	Phuah Kit Teng Tunku Abdul Rahman University College, Malaysia
Nguyễn Tiến Trung	Tạp chí Giáo dục, Bộ Giáo dục và Đào tạo	Nguyen Tien Trung Journal of Education, Ministry of Education and Training
Huỳnh Lưu Đức Toàn	Đại học Queen Mary London, Vương quốc Anh	Huynh Luu Duc Toan Queen Mary University of London, United Kingdom
Nguyễn Thu Hạnh	Học viện Khoa học Quân sự	Nguyen Thu Hanh Military Science Academy
Phạm Hùng Hiệp	Trung tâm Nghiên cứu và Phát triển Giáo dục EdLab Asia	Pham Hung Hiep Edlab Asia
Andrew Nghia Tran	Đại học Quốc Gia Australia	Andrew Nghia Tran Australian National University
Nguyễn Thị Phước Vân	Đại học Nam Queensland, Australia	Nguyen Thi Phuoc Van University of Southern Queensland, Australia
Đỗ Cảnh Thìn	Đại học Quốc gia Hà Nội	Do Canh Thinh Hanoi National University
Nguyễn Văn Rư	Trường Đại học Dược Hà Nội	Nguyen Van Ru Hanoi University of Pharmacy
Nghiêm Thị Bích Diệp	Đại học Quốc gia Hà Nội	Nghiem Thi Bich Diep Hanoi National University
Nguyễn Ngọc Linh	Trường Đại học Thành Đô	Nguyen Ngoc Linh Thanh Do University
Lê Bá Vinh	Đại học Bergen, Na Uy	Le Ba Vinh Bergen, Na Uy University

Biên tập và trình bày
TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ PHÁT TRIỂN
Hiệu đính tiếng Anh
Đinh Thị Thanh Huyền
Nguyễn Ngọc Linh

In tại Hà Nội
Giá bán: 129.000VNĐ

MỤC ĐÍCH, SỨ MỆNH VÀ TÂM NHÌN

Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và phát triển (Tên tiếng Anh: Journal of Scientific Research and Development) là cơ quan báo chí thực hiện chức năng nghiên cứu khoa học và ứng dụng khoa học, công nghệ của Trường Đại học Thành Đô. Tạp chí được Bộ Thông tin và Truyền Thông cấp giấy phép hoạt động số 430/GP-BTTTT ngày 24 tháng 8 năm 2022 và có mã số chuẩn quốc tế là: ISSN 2815-570X.

Tạp chí xuất bản theo định kỳ và thường xuyên trong năm, với mục đích: Công bố và phổ biến các kết quả nghiên cứu khoa học, công nghệ mới nhất của Trường Đại học Thành Đô, của Việt Nam và Thế giới; Thông tin chuyên sâu, chuyên ngành về nghiên cứu khoa học và ứng dụng khoa học, công nghệ vào thực tiễn; Cung cấp cơ sở khoa học về lý luận và thực tiễn phục vụ cho các cơ quan, tổ chức tham khảo, nghiên cứu trong quá trình hoạch định chiến lược, chính sách, hoạt động quản lý nhà nước trong lĩnh vực nghiên cứu khoa học và phát triển. Tạp chí là diễn đàn trao đổi thông tin, trao đổi kinh nghiệm thực tiễn nghiên cứu, ứng dụng khoa học, công nghệ tiên tiến, hiện đại trong nước và quốc tế.

Đáp ứng chuẩn mực và chất lượng khoa học ngày càng cao của Tạp chí, tất cả các bài viết gửi đăng trên Tạp chí đều được phản biện kín theo một quy trình chặt chẽ, khách quan bởi các nhà khoa học có uy tín, các chuyên gia đầu ngành trong lĩnh vực khoa học, công nghệ của Việt Nam và thế giới.

VISION, MISSION AND GOALS

Journal of Scientific Research and Development is a press agency of Thanh Do University performing the scientific research and applications of science and technology. The journal was licensed No 430/GP- BTTTT on 24th August, 2022 by Ministry of Information and Communications with the ISSN 2815-570X.

The journal is periodically published with the following goals/aims: Publicize the achievements of the latest scientific research and technology at Thanh Do University, in Vietnam and worldwide; provide in-depth and professional information on scientific research and applications of science, technology into the theory; provide practical and theoretical scientific basis for the organizations in the process of making policies and strategies, for the state management of scientific research and development. The journal is the forum for the exchanges of information and practical experiences in scientific research, for the applications of advanced and modern technology in the country and internationally.

To meet the increasingly strict requirements and standards of the journal, the articles submitted for publication are all closely reviewed under a secret and objective process by reputable scientists and leading experts in the field of science and technology of Vietnam and the world.

TRƯỜNG ĐẠI HỌC THÀNH ĐÔ CHÍNH THỨC MỞ NGÀNH ĐIỀU DƯỠNG

ĐÁP ỨNG NHU CẦU NHÂN LỰC Y TẾ CHẤT LƯỢNG CAO

Theo Quyết định số 1531/QĐ-BGDĐT ngày 4.6.2025, Trường Đại học Thành Đô chính thức được Bộ Giáo dục và Đào tạo cấp phép đào tạo ngành Điều dưỡng trình độ Đại học. Đây là một dấu mốc quan trọng, khẳng định vị thế và cam kết của nhà trường trong việc đào tạo nguồn nhân lực y tế chất lượng cao, đáp ứng nhu cầu chăm sóc sức khỏe ngày càng tăng của xã hội và hội nhập quốc tế.



Mã ngành: 7720301

Chương trình được xây dựng theo quy định của Bộ Giáo dục và Đào tạo, đồng thời cập nhật những kiến thức, kỹ năng tiên tiến nhất từ các chương trình đào tạo quốc tế và kế thừa kinh nghiệm từ các trường đại học y dược hàng đầu.

Nhà trường hiện có đội ngũ giảng viên và nhà khoa học giàu kinh nghiệm thực tiễn và năng lực chuyên môn vững vàng, quy tụ các Phó Giáo sư, Tiến sĩ, Bác sĩ – Dược sĩ chuyên khoa... đang trực tiếp tham gia giảng dạy và nghiên cứu tại trường

Trường Đại học Thành Đô có hệ thống giảng đường, phòng học đạt chuẩn, được trang bị đầy đủ máy móc, thiết bị hiện đại theo quy định của Bộ Giáo dục và Đào tạo.

Đặc biệt, Nhà trường có mạng lưới hợp tác chặt chẽ với các bệnh viện tại Hà Nội giúp sinh viên có cơ hội thực tập lâm sàng ở các bệnh viện hàng đầu trong nước... nhằm đảm bảo môi trường thực tập phong phú, giúp sinh viên cọ xát với công việc thực tế ngay từ khi còn ngồi trên ghế nhà trường.



Trường Đại học Thành Đô triển khai chương trình ưu đãi **học phí từ 30 - 70%** học phí toàn khóa đối với sinh viên đăng ký học ngành Điều dưỡng.

Tổ hợp xét tuyển:

- A00 - Toán, Vật lý, Hóa học
- A02 - Toán, Sinh học, Vật lý
- A03 - Toán, Vật lý, Lịch sử
- B00 - Toán, Hóa học, Sinh học
- B08 - Toán, Tiếng Anh, Sinh học
- D07 - Toán, Hóa học, Tiếng Anh.

Với triết lý giáo dục "Trí - Năng - Nhân - Hòa" và sứ mệnh kiến tạo không gian tích hợp WILL (Work-Integrated Learning and Living), Trường Đại học Thành Đô cam kết mang đến một môi trường học tập năng động, sáng tạo, nơi sinh viên không chỉ được trang bị kiến thức chuyên môn vững vàng, kỹ năng thực hành thành thạo mà còn được rèn luyện ý thức, ngoại ngữ và các kỹ năng mềm cần thiết để tự tin hội nhập và phát triển.

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ PHÁT TRIỂN

JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH AND DEVELOPMENT

Tổng biên tập: TS. Vũ Thị Thanh Minh

Địa chỉ tòa soạn: Km 15 - Quốc Lộ 32 - Kim Chung - Hoài Đức - Hà Nội

Điện thoại: 02433 861 601 (Máy lẻ 107)

Email: journal@thanhdo.edu.vn

Website: <https://jsrd.thanhdo.edu.vn/>

Giấy phép xuất bản: Số 430/GP-BTTTT, cấp ngày 24 tháng 8 năm 2022

HƯỚNG DẪN TÁC GIẢ GỬI BÀI ĐĂNG TẠP CHÍ

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Phát triển, trân trọng kính mời quý các nhà khoa học, các giảng viên, các nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên đang công tác, giảng dạy, nghiên cứu, học tập tại các trường đại học, các cơ quan, đơn vị nghiên cứu... trong và ngoài nước gửi các công trình khoa học đăng trên Tạp chí Nghiên cứu Khoa học và Phát triển.

Bài báo của quý tác giả gửi đến Tạp chí cần đảm bảo các quy định về đạo đức nghiên cứu và không đạo văn.

Quý tác giả vui lòng đọc và làm theo các hướng dẫn sau để đảm bảo bài báo của tác giả đáp ứng được các yêu cầu của Tạp chí.

Chuẩn bị và gửi đăng bài báo: Các bản thảo gửi đăng cần được định dạng ở dạng .doc hoặc .rtf. Bài báo tổng quan và bài báo trao đổi thông tin khoa học có số lượng từ 1.500 từ đến 3.000 từ; bài báo khoa học có số lượng từ 3.500 từ đến 7000 từ. Các bài báo cần có tóm tắt nội dung (cả tiếng Việt và tiếng Anh) là 150-250 từ và 3-5 từ khóa. Tất cả các bài báo đều được gửi phản biện kín bởi các chuyên gia uy tín.

Bản thảo gửi tới tạp chí được trình bày theo cấu trúc như sau:

1. Đặt vấn đề
2. Tổng quan nghiên cứu
3. Cách tiếp cận và Phương pháp nghiên cứu
4. Kết quả nghiên cứu
5. Bàn luận
6. Kết luận
7. Tài liệu tham khảo

Minh họa, bảng và biểu đồ: Các bảng dữ liệu trình bày trong bài báo được ghi thống nhất là Bảng. Các đồ thị, biểu đồ, sơ đồ trong bài được ghi thống nhất là Hình. Với các đồ thị/biểu đồ được xây dựng từ phần mềm Microsoft Excel, tác giả cần gửi kèm file gốc dưới định dạng .xls của đồ thị/biểu đồ đó. Với các hình được làm bằng các chương trình đồ họa (Corel Draw, Adobe Photoshop...) tác giả cần đính kèm file gốc. Với các hình dạng ảnh (photo), yêu cầu là file JPEG, TIF có độ phân giải không dưới 300 dpi.

Các bảng và hình trong bài viết phải được đánh số riêng biệt và theo thứ tự liên tục bằng chữ số Ả-rập. Các bảng/hình trong bài viết phải có đơn vị đo và cần được viện dẫn nguồn.

Tác giả chịu trách nhiệm về việc sử dụng nguồn tài liệu, các bảng, hình vẽ, trích dẫn dùng trong bài báo. Điều này áp dụng cả với những hình vẽ hoặc bảng là kết quả của việc sử dụng dữ liệu từ nguồn khác. Tất cả bài báo được chấp nhận, cũng như các bảng biểu, ảnh liên quan sau đó sẽ thuộc quyền sử dụng của Tạp chí (nhà xuất bản).

The Journal of Scientific Research and Development welcomes researchers, lecturers, graduate and undergraduate students from Vietnam and all around the world to submit their work for publication in our journal.

The papers submitted to The Journal of Scientific Research and Development must ensure that their manuscripts are ethically sound. Manuscripts containing plagiarized material are not allowed to publish in this journal.

Before submitting your manuscript, please ensure that you have read and followed the author's guidelines and instructions provided below.

Manuscript preparation: The manuscript's main text must be submitted as a Word document (.doc) or Rich Text Format (.rtf) file. Submissions for review and commentary articles should be between 1,500 to 3,000 words in length. Submissions for original empirical content should be between 3,500 to 7,000 words in length. The abstracts should be between 150 - 250 words, written in both Vietnamese and English, and followed by 3-5 keywords. All submissions are subjected to a blind peer review process.

The manuscript should be organized as follows:

1. Introduction
2. Literature review
3. Methods and Methodology
4. Results
5. Discussion
6. Conclusion
7. References

Images, tables and figures: All data tables presented in the manuscript should be labeled Table. All types of graphs, charts, and diagrams in the manuscript should be labeled as Figure. For the graphs/charts created in Microsoft Excel software, the authors need to provide each graph/chart in .xls format separately. For figures/images created with graphics software (Corel Draw, Adobe Photoshop, etc.), the authors need to provide each original image file separately in either JPEG or TIF format with a resolution of not less than 300 dpi.

Tables and figures in the paper must be numbered sequentially using Arabic numerals. Furthermore, the authors must present clear units of measurement and proper citations.

The authors are responsible for obtaining permission to reproduce copyrighted material from other sources, such as tables, figures, and quotes used in the article. These requirements apply to direct reproduction as well as "derivative reproduction" (where you have created a new figure or table which derives substantially from a copyrighted source). A submitted manuscript, when published, will become the property of the journal. This applies to all of the materials included in the manuscript.

MỤC LỤC – CONTENTS

CHIẾN LƯỢC, CHÍNH SÁCH VÀ PHÁP LUẬT	
1	Trần Đăng Bộ
AN ANALYSIS OF THE NECESSITY TO TRAIN AND DEVELOP DIGITAL HUMAN RESOURCES IN THE SPIRIT OF POLITBURO'S RESOLUTION NO. 57-NQ/TW 13TH TENURE	1
<i>Luận giải sự cần thiết đào tạo, phát triển nguồn nhân lực số theo tinh thần Nghị quyết số 57-NQ/TW của Bộ Chính trị khoá XIII</i>	
KHOA HỌC, GIÁO DỤC VÀ CÔNG NGHỆ	
2	Phan Quốc Cường, Nguyễn Ngọc Trân
HANDLING CONFLICTS IN ENGLISH SPEAKING - FOCUSED PROJECT - BASED LEARNING: INSIGHTS FROM LOW-ACHIEVING STUDENTS	9
<i>Giải quyết xung đột trong học kỹ năng nói tiếng Anh theo mô hình dự án: Nghiên cứu trường hợp sinh viên học lực yếu</i>	
3	Nguyễn Võ Nguyệt Minh
DISYLLABIC SINO-VIETNAMESE WORDS IN COMPARISON WITH MODERN CHINESE: A STUDY OF DISYLLABIC SINO-VIETNAMESE ITEMS WHOSE FORMS ARE PERFECTLY IDENTICAL TO THEIR CHINESE ORIGINALS	20
<i>Từ Hán-Việt hai âm tiết trong đối sánh với Hán ngữ hiện đại: Nghiên cứu nhóm từ Hán-Việt hai âm tiết có từ hình đồng dạng tuyệt đối với từ gốc Hán ngữ</i>	
4	Ngô Bằng Linh
A DISCUSSIONS ON TEACHING DIALECTICAL MATERIALISM IN THE CURRICULUM OF MARXISM-LENINISM PHILOSOPHY AT UNIVERSITIES TODAY	28
<i>Trao đổi về giảng dạy phép biện chứng duy vật trong chương trình môn triết học Mác – Lênin ở trường Đại học hiện nay</i>	
5	Nguyễn Văn Diễn, Nguyễn Thùy Trang
APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HEALTHCARE	36
<i>Ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong chăm sóc sức khỏe</i>	
KINH TẾ VÀ XÃ HỘI	
6	Trần Thị Hằng
INTERNATIONAL TRADE: FROM THEORY TO COUNTERVAILING DUTIES IN IETNAM	42
<i>Thương mại quốc tế từ lý thuyết đến thuế đối ứng ở Việt Nam</i>	
7	Đặng Thị Thúy
ENHANCING FINANCIAL PERFORMANCE THROUGH THE INTEGRATION OF MANAGEMENT ACCOUNTING AND FINANCIAL ACCOUNTING: EVIDENCE FROM NON-PUBLIC UNIVERSITIES IN VIETNAM	51
<i>Nâng cao hiệu quả tài chính qua tích hợp kế toán quản trị và kế toán tài chính: Nghiên cứu tại các trường Đại học ngoài công lập</i>	
8	Nguyễn Văn Trâm, Huỳnh Lê Thanh Nhã, Lê Thị Ngọc Hà, Phạm Hồng Vân, Trần Võ Mỹ Duyên, Nguyễn Trần Thảo My
A STUDY ON THE IMPACT OF OWNERSHIP STRUCTURE ON EARNINGS ANAGEMENT IN VIETNAMESE LISTED COMPANIES	60
<i>Nghiên cứu ảnh hưởng của cấu trúc sở hữu đến quản trị lợi nhuận ở các công ty niêm yết Việt Nam</i>	
9	Chu Vũ Bảo Thư, Phan Đức Nam
SOLUTIONS TO IMPROVE THE QUALITY OF COMMUNITY HEALTHCARE FOR ETHNIC MINORITIES IN THE CURRENT PERIOD	68
<i>Giải pháp nâng cao chất lượng chăm sóc sức khỏe y tế cộng đồng cho đồng bào dân tộc thiểu số, giai đoạn hiện nay</i>	
10	Trần Ngọc Ngân, Nguyễn Thị Thanh Hà
ADDRESSING URGENT ISSUES IN ETHNIC MINORITY AND MOUNTAINOUS AREAS TODAY – CURRENT SITUATION AND SOLUTIONS	76
<i>Giải quyết vấn đề cấp bách ở vùng dân tộc thiểu số và miền núi hiện nay - Thực trạng và giải pháp</i>	
KHOA HỌC SỨC KHỎE	
11	Lê Bá Vinh, Vũ Thị Hồng, Nguyễn Cao Cường, Nguyễn Ngọc Linh
TRITERPENOIDS FROM THE FRUITS OF BITTER MELON AND THEIR POTENTIAL ANTI-INFLAMMATORY PROPERTIES	83
<i>Các hợp chất Triterpenoid từ quả mướp đắng và tiềm năng chống viêm của chúng</i>	
12	Nguyễn Quốc Tuấn, Nguyễn Thị Hồng Nhung, Phí Thị Tuyết Nhung, Nguyễn Ngọc Linh
DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A UHPLC-DAD METHOD FOR QUANTITATION OF AMYGDALIN IN THE SEEDS OF PRUNUS ARMENIACA L.	90
<i>Phát triển và thẩm định phương pháp UHPLC-DAD để định lượng amygdalin trong hạt của loài Prunus armeniaca L.</i>	
THỰC TIỄN - KINH NGHIỆM	
13	Đặng Vũ Hà, Trần Thị Thu Trang
DEVELOPING AND STANDARDIZING AN EVALUATION TOOL FOR STUDENT SATISFACTION WITH PHARMACEUTICAL TRAINING ACTIVITIES: A CASE STUDY AT THANH DO UNIVERSITY	98
<i>Xây dựng và chuẩn hóa bộ công cụ đánh giá sự hài lòng của sinh viên đối với hoạt động đào tạo ngành Dược: Nghiên cứu trường hợp tại trường Đại học Thành Đô</i>	

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A UHPLC-DAD METHOD FOR QUANTITATION OF AMYGDALIN IN THE SEEDS OF *PRUNUS ARMENIACA* L.

Nguyen Quoc Tuan¹ Nguyen Thi Hong Nhung²

Phi Thi Tuyet Nhung³ Nguyen Ngoc Linh⁴

^{1, 2, 3, 4}Thanh Do University

Email: quoctuan301281@gmail.com¹; nthnhung@thanhdo.edu.vn²;

pttnhung@thanhdo.edu.vn³; nnlinh@thanhdo.edu.vn⁴

Received: 20/5/2025; Reviewed: 3/6/2025; Revised: 9/6/2025; Accepted: 26/6/2025

DOI: <https://doi.org/10.58902/tcnckhpt.v4i2.244>

Abstract: In this study, the content of amygdalin in the seeds of *Prunus armeniaca* L. was quantitatively determined by using a validated UHPLC method. Chromatographic condition was performed on a Halo C₁₈ analytical column (100 × 4.6 mm; 5 μm) with a mobile phase consisting of methanol and water. The gradient elution program was set as follows: 0–40 min, 10–100 % methanol; flow rate was maintained at 0.7 mL/min, and detection was carried out using a UV detector at 207 nm. The calibration curve displayed excellent linearity with an R² value of 0.9999. The method also showed high sensitivity, with the limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) for amygdalin determined to be 0.15 and 0.46 μg/mL, respectively. The chromatographic system exhibited good repeatability with a relative standard deviation (RSD) of 0.07 %. The recovery of method ranged from 100.28 % to 101.41 %, indicating high accuracy and reliability. The results support the potential development of functional foods or nutraceuticals derived from *P. armeniaca*, where strict control of amygdalin levels is essential.

Keywords: Amygdalin; Quantitation; *Prunus armeniaca*; UHPLC.

1. Introduction

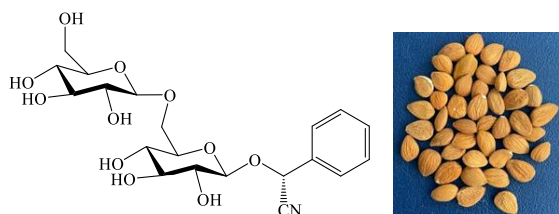
Prunus armeniaca L., commonly known as the apricot tree, belongs to the family Rosaceae (Bouadid, Akdad, et al., 2023). The seeds of *P. armeniaca* are recognized as herbal medicinal products in the Chinese, Korean, and Vietnamese pharmacopeias (Kitic et al., 2022; *Vietnamese Pharmacopoeia V*, 2017). Many studies have shown that *P. armeniaca* has been widely used in traditional medicine around the world for its anticancer potential, either as primary treatments or as complementary and alternative therapies (Kitic et al., 2022). In addition, *P. armeniaca* has also been investigated for various biological activities, such as antimicrobial, antimutagenic, enzyme inhibitory, cardioprotective, anti-inflammatory, antinociceptive, and antioxidant activities (Bouadid, Moujane, et al., 2023). However, most of the studies conducted to date have focused on the pharmacological investigation of the apricot fruits and seeds (Kitic et al., 2022; Li et al., 2021). Further investigation into other parts of plant, such as leaves and bark,

could potentially reveal additional bioactive compounds with anticancer and anti-hypertensive activities (Bouadid, Akdad, et al., 2023; Bouadid, Moujane, et al., 2023; Kitic et al., 2022), thereby broadening the therapeutic applications of *P. armeniaca* (Bouadid, Akdad, et al., 2023; Kitic et al., 2022).

Amygdalin is a naturally occurring compound classified as a β-cyanogenic glycoside (Fig.1), abundantly found in members of the Rosaceae family, such as almonds, apricots, apples, and peaches etc. It is proposed that the anti-cancer attributes of amygdalin are mainly due to its active metabolite i.e., hydrocyanic acid (Ioannis et al., 2015; Saleem et al., 2019). Many studies have demonstrated that amygdalin inhibits tumor cell growth by stimulating the apoptotic process, primarily through the upregulation of pro-apoptotic proteins such as Bax and caspase-3, and the downregulation of the anti-apoptotic protein Bcl-2. These findings suggest that amygdalin suppresses cell proliferation and tumor progression by effectively slowing down

the cell cycle. In addition, amygdalin has traditionally been used for its anti-inflammatory, antipyretic, and antitussive properties (Chang et al., 2005). Other studies have demonstrated that amygdalin treatment is effective in alleviating alcohol-induced gastric ulceration. The protective effects on the gastric mucosa are believed to be mediated through the suppression of tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) and the enhancement of nitric oxide production in the gastric tissue (Fatemeh et al., 2011). Based on the reported biological effects and potential therapeutic benefits of amygdalin, this study aimed to quantify the amygdalin content in the seeds of *P. armeniaca* using a validated UHPLC method.

Fig.1. The structure of amygdalin and seeds of *P. armeniaca*



2. Research overview

P. armeniaca L. has been used in folk medicine as a remedy for various diseases. *P. armeniaca* L. has been extensively studied for its diverse biological activities, including antimicrobial, antioxidant, hepatoprotective, anti-inflammatory, antimutagenic, antinociceptive, and enzyme inhibitory effects. Among these, its antimicrobial and antioxidant properties have been the focus of significant research and have demonstrated high efficacy under *in vitro* and *in vivo* conditions (Rai et al., 2016). The seeds of *P. armeniaca* L. have been identified as a medicinal plant material of considerable pharmacological interest. They have traditionally been utilized in the management of gynecological disorders, rheumatic pain, headaches, and cutaneous hyperpigmentation. Furthermore, the oil extracted from the seeds has been applied in the treatment of dermatological conditions, otitis, and tinnitus (Wang et al., 2010). In Korea, the seeds are used as a therapeutic agent for cough, phlegm, and the common cold, while in Vietnam, they are used to treat respiratory and digestive disorders (Kshirsagar & Magno, 2011; Lim,

2012). The phytochemical composition of the seeds has been the subject of extensive investigation by researchers worldwide. They comprise potential bioactive components and nutrients, including cyanogenic glycosides, carotenoids, carbohydrates, vitamins, phenols, terpenoids, esters, and volatile compounds. Mohamed Amine El-Hajjaji et al. assess the properties of aqueous and methanol extracts of *P. armeniaca* seeds using high-performance liquid chromatography with a diode array detector (HPLC-DAD) (El-Hajjaji et al., 2024). These results indicate that the seeds contain a high concentration of bioactive compounds, especially tocopherol and resveratrol, and may be useful in treating various diseases due to the promising antioxidant and antimicrobial activities of its extracts. In 2005, amygdalin in apricot seeds was isolated and quantified using HPLC combined with solid-phase extraction (Lv et al., 2005). Xingjun et al. compared second-derivative spectrophotometry and HPLC for the determination of amygdalin in apricot seeds (Miao et al., 2013). Therefore, future studies on the isolation and quantification of amygdalin in the seeds of *Prunus armeniaca* L. can incorporate the principles of green chemistry and employ high-precision analytical techniques such as UHPLC-DAD or HPLC-DAD.

3. Material and methods

3.1. Material

- General Experimental Procedure

Agilent 1290 Infinity UHPLC system (Santa Clara, CA 95051, US); Halo C18 column 4.6 × 100 mm, part No. 92814-602.

- Reagents and Chemicals

Methanol were purchased from Honeywell, Korea. Deionized water was obtained from a Milli-Q water purification system (Millipore, Billerica, MA, USA). Amygdalin was purchased from Sigma-Aldrich (CAS-No.: 29883-15-6).

- Plant Materials

The seeds of *P. armeniaca* were purchased in 2025 from Nongboo Mind Co. Ltd. Korea and were identified by Prof. Jung Huyn-Ju (College of Pharmacy, Wonkwang University). A voucher specimen (WKU-25-1) has been deposited at the Pharmacognosy Laboratory, College of Pharmacy, Wonkwang University, Chon-bukllo,

Korea.

3.2. Methods

Preparation of sample solutions: The sample was accurately weighed 1.0 g and then transferred to a 100 mL Erlenmeyer flask. 50 mL of MeOH 100% was added and sonicated for 60 minutes in an ultrasonic bath. If necessary, supplying MeOH for enough volume. This solution was also filtered through a 0.22 μm membrane filter before analysis.

Preparation of standard solution: A stock solution of amygdalin was prepared at a concentration of 1000 $\mu\text{g/mL}$ in methanol. For calibration purposes, a series of working solutions were prepared by serial dilution of the stock solution with methanol to obtain various concentrations.

Method validation: Linearity was assessed by preparing a series of at least five appropriate concentrations of the stock solution, each analyzed in duplicate. Method validation for the quantification of amygdalin was performed in accordance with the International Conference on Harmonisation (ICH) guidelines, evaluating key parameters including linearity, precision (intra- and inter-day), accuracy, limit of detection (LOD), and limit of quantification (LOQ).

Specificity and selectivity: Specificity and selectivity of the analytical method were evaluated by assessing potential interference from the blank sample at the analyte's retention time. This was done by preparing and analyzing both blank samples and standard solutions. The absence of detectable peaks at the analyte's retention time in the blank sample confirmed the lack of interference and demonstrated the method's specificity and selectivity.

Selection of UV wavelength: Amygdalin has a λ_{max} at 207 nm.

Linearity and range: The stock solutions of amygdalin was diluted in the concentration range of (50, 100, 200, 400, 800, and 1000 $\mu\text{g/mL}$) in triplicate ($n=3$). The linearity curve was prepared by plotting the area of peak obtained versus concentration of amygdalin. Least-squares linear regression analysis using Microsoft Excel 365 MSO was used to determine the slope, intercept, and correlation coefficient values.

LOD and LOQ: LOD and LOQ for amygdalin

was calculated from the linear regression equation based on the standard deviation of the intercept and the slope using the formula:

$$\text{LOD} = 3.3 \times \frac{\sigma}{S'}$$

$$\text{LOQ} = 10 \times \frac{\sigma}{S'}$$

where σ : the standard deviation of the intercept, S' : slope of the calibration curve.

Precision, accuracy, and recovery: Precision (intra and inter-day) of the proposed method was performed on three replicate sets of three concentration samples of amygdalin (50, 100, and 200 $\mu\text{g/mL}$ each). Intraday precision was assessed by injecting 3 independent combined samples on the same day, and inter-day precision was injected using same concentration solutions by comparing the results on 3 different days under the same operating conditions for reproducibility. The precision of the method was expressed as the % relative standard deviation (RSD), and values of %RSD within 3% were acceptable. The accuracy of the proposed method was performed through a recovery experiment performed by adding the spiked standard solutions of three different concentrations (25, 50, and 100 $\mu\text{g/mL}$) into the MeOH extract from the seeds of *P. armeniaca* by analyzing three injections of each concentration. Recovery (%) was evaluated according to the following equation:

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{\text{found amount} - \text{original amount}}{\text{spiked amount}} \times 100$$

4. Results

4.1. Chromatographic condition

The mobile phase condition in UHPLC was also studied, indicating that the gradient eluting system of methanol-water mixture (Table 1) provided excellent separation in a reasonable time. The chromatographic peaks in the sample solutions were identified by comparing their retention times with amygdalin standards as well as UV shapes (Figure 2).

4.2. Specificity and Selectivity

The optimized analytical method was able to detect and quantify amygdalin. Chromatographic specificity of the method was demonstrated by the absence of significant interfering peaks at the retention time of amygdalin (t_R 7.10 min) as shown in Figure 2. The obtained result indicate that the developed method was specific for

amygdalin.

4.3. Repeatability

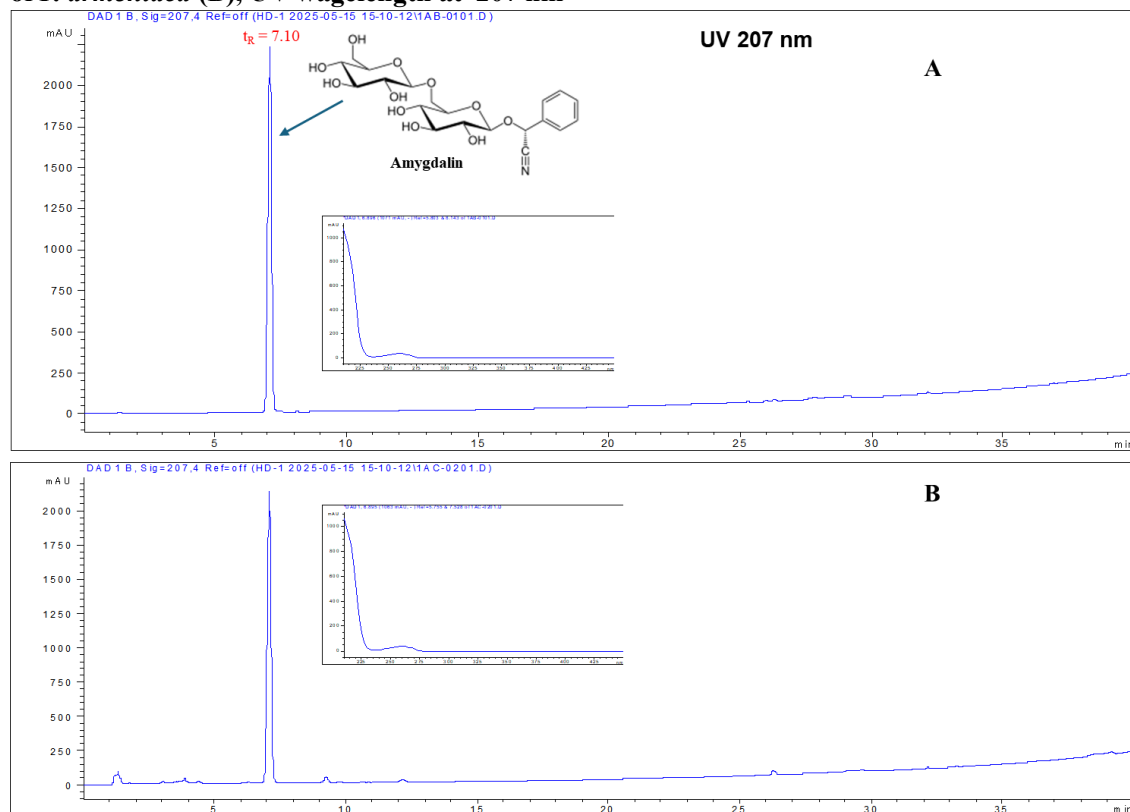
Tab.1. Repeatability data

Injection	t_R (min)
1	7.101
2	7.121
3	7.109
4	7.100
5	7.109
6	7.108
RSD (%)	0.07

Tab.2. UHPLC conditions for analysis

Parameters	Conditions		
Analytic column	Halo C18 column 4.6 x 100 mm		
UHPLC system	Agilent 1290 Infinity UHPLC system		
Detector	G4212A 1290 DAD (Diode Array Detector)		
Mobile phase	Time (min)	% MeOH	% DW
	Initial	10	90
	40	100	0
Flow rate	0.7 mL/min		
Column temperature	25°C		
Injection volumn	10 µL		

Fig.2. Representative chromatographic profiles of amygdalin (A), MeOH extract from the seeds of *P. armeniaca* (B), UV wavelength at 207 nm



The repeatability of the method was evaluated by implementing six individual injections of the amygdalin standard solution at a concentration 100 μ L. The results are shown in Table 2,

demonstrate the consistency and precision of analytical procedure. These results allow applying the program to quantify amygdalin in the seeds of *P. armeniaca*.

4.4. Linearity

The calibration curves were achieved from five different concentrations of at ranging from 50 to 1000 µg/mL as shown in Figure 3. A high correlation coefficient ($R^2 > 0.999$) value for each calibration curve indicated excellent linearity in this study (Table 3).

Tab.3. Regression Equations, Linearity, LOD and LOQ of amygdalin

Sample	Amigdalin
Linear range (µg/mL)	50.00-1000.00
Regression equation	$y = 28.76x + 167.47$
Coefficient of determination	0.9999
LOD (µg/mL)	0.15
LOQ (µg/mL)	0.46

y: peak area of compound; x concentration ((µg/mL) of compound.

Tab.4. Analytical results of intra- and inter-day of amygdalin

Sample	Conc. (µg/mL)	Intra-day*		Inter-day*	
		Observed conc. (µg/mL)	RSD (%)	Observed conc. (µg/mL)	RSD (%)
Amygdalin	50.00	50.29 ± 0.16	0.31	50.41 ± 0.24	0.47
	100.00	100.13 ± 0.15	0.15	100.22 ± 0.13	0.13
	200.00	200.15 ± 0.17	0.09	200.27 ± 0.26	0.13

*Intra- and inter- day: three times per day and two times analysis of amygdalin for three days, respectively

Tab.5. Recovery results for amygdalin (n = 3)

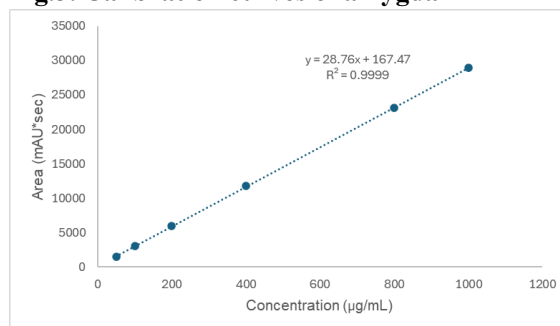
Analyte	µg/mL in sample	Spiked amount (µg/mL)	Measured amount (µg/mL)	Recovery (%) ^a	RSD (%)
Amygdalin	647.60	25.00	25.35 ± 0.39	101.41 ± 1.56	1.54
		50.00	50.14 ± 0.28	100.28 ± 0.56	0.56
		100.00	100.35 ± 0.41	100.35 ± 0.41	0.41

^aRecovery (%) = (found amount – original amount)/spiked amount × 100

4.6. Recovery

The accuracy of the method is determined by spiking an exact concentration of amygdalin (25, 50, and 100 µg/mL) into the test sample, which is exactly known content of amygdalin. The results were analyzed with the proposed method (Table

Fig.3. Calibration curves of amygdalin



4.5. Precision

The intra-day precision was assessed by analyzing thrice a day and % RSD values ranging from 0.09 % to 0.31 %. The inter-day precision was evaluated over three consecutive days, with % RSD values ranging from 0.13 % to 0.47 %. These results indicated that the developed analytical method is precise, as confirmed by the repeatability tests. The detailed precision data are presented in Table 4.

5). The results accepted that the % recovery of amygdalin at three levels ranged from 100.28 % to 101.41 %. Thus, this method has a high degree of accuracy.

4.7. Quantitative analysis of amygdalin in *P. armeniaca*

Tab.6. Contents of amygdalin in *P. armeniaca*

Weight of sample (g)	Analyte	Contents*	
		mg/g	% (w/w)
1.0	Amygdalin	32.38 ± 0.04	3.238 ± 0.04 %

*Values are mean ± SD in triplicate (n = 3)

The validated UHPLC method was successfully applied to quantify amygdalin in the MeOH extract from the seeds of *P. armeniaca*. The peak areas of triplicate samples were analyzed by the regression equation obtained from calibration curves, yielding an amygdalin content of 3.238 % (Table 6).

5. Discussions

According to both Korean Pharmacopoeia XII and the Vietnamese Pharmacopoeia V, the amygdalin content in the seeds of *P. armeniaca* must exceed 3.0 % (The Korean Pharmacopoeia, 2024; Vietnamese Pharmacopoeia V, 2017). The quantitative analysis conducted in this study confirmed that the seed samples meet the required standard, thereby indicating their compliance with official quality specifications. Amygdalin is not a toxic compound. However, it can be hydrolyzed by the β -glucosidase enzyme in the human small intestine to produce

hydrocyanic acid (HCN), a highly toxic compound that may cause poisoning (Wang et al., 2010). Therefore, the quantification of amygdalin content is essential for safety assessment. This also contributes to ensuring the safety and efficacy of herbal formulations containing amygdalin. In addition, the results support the potential development of functional foods or nutraceuticals derived from *P. armeniaca*, where strict control of amygdalin levels is essential. However, UHPLC-DAD, while effective for quantifying amygdalin, may lack the sensitivity and specificity needed to detect structurally similar compounds or potential degradation products. Therefore, further investigation using advanced techniques such as LC-MS or LC-MS/MS is recommended to provide more detailed qualitative and structural information, especially in complex herbal matrices.

6. Conclusions

In this study, we have completely developed a validated UHPLC method for the quantitation of amygdalin in the seeds of *P. armeniaca*. The results obtained contribute to the standardization and quality control of amygdalin in medical plants. Furthermore, the established method was also applied to determine the amygdalin content in the samples analyzed.

References

- Bouadid, I., Akdad, M., & Eddouks, M. (2023). Antihypertensive Activity of *Prunus armeniaca* in Hypertensive Rats. *Cardiovascular & Hematological Agents in Medicinal Chemistry*, 21(1), 20-30. <https://doi.org/10.2174/1871525720666220613164559>
- Bouadid, I., Moujane, S., Akdad, M., Benaissa, M., & Eddouks, M. (2023). *In silico* Evaluation of ACE2 Inhibition by *Prunus armeniaca* L. and *in vivo* Toxicity Study. *Cardiovascular & Hematological Disorders-Drug Targets*, 23(4), 246-255. <https://doi.org/10.2174/011871529X265182231211103724>
- Chang, H.-K., Yang, H.-Y., Lee, T.-H., Shin, M.-C., Lee, M.-H., Shin, M.-S., Kim, C.-J., Kim, O.-J., Hong, S.-P., & Cho, S. (2005). *Armeniaca* semen Extract Suppresses Lipopolysaccharide-Induced Expressions of Cyclooxygenase-2 and Inducible Nitric Oxide Synthase in Mouse BV2 Microglial Cells. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 28(3), 449-454. <https://doi.org/10.1248/bpb.28.449>
- El-Hajjaji, M. A., Fikri-Benbrahim, K., El Ouassete, M., Naceiri Mrabti, N., Soulo, N., El Ghouizi, A., Lyoussi, B., & Benziane Ouaritini, Z. (2024). Phytochemical profiling of *Prunus armeniaca* kernel extracts and exploration of their multifaceted antioxidant and antibacterial effects through *in vitro* and *in silico* studies. *European Journal of Integrative Medicine*, 72, 102421. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2024.102421>
- Fatemeh, N., Ali Mohammad, A., Zahra, S., & Soheila, A. (2011). S. Gastroprotective effects of amygdalin on experimental gastric ulcer:

- Role of NO and TNF- α . *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(14), 3122–3127.
- Ioannis, P., Anastasis, S., & Andreas, Y. (2015). Tripterygium Wilfordii Extract (Triptolide) and Amygdalin Promotes Cell death in Cancer Cells: True or a Myth. *American Journal of Cancer Prevention*, 3(4), 77-83. <https://doi.org/10.12691/ajcp-3-4-3>
- Kitic, D., Miladinovic, B., Randjelovic, M., Szopa, A., Sharifi-Rad, J., Calina, D., & Seidel, V. (2022). Anticancer Potential and Other Pharmacological Properties of Prunus armeniaca L.: An Updated Overview. *Plants*, 11(14), 1885. <https://doi.org/10.3390/plants11141885>
- Kshirsagar, Dr. M., & Magno, A. (2011). *Ayurveda: A Quick Reference Handbook*.
- Li, W.-W., Liu, L.-Q., Zhang, Q.-P., Zhou, W.-Q., Fan, G.-Q., & Liao, K. (2021). Phylogeography of Prunus armeniaca L. revealed by chloroplast DNA and nuclear ribosomal sequences. *Scientific Reports*, 11(1), 13623. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93050-w>
- Lim, T. K. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4053-2>
- Lv, W.-F., Ding, M.-Y., & Zheng, R. (2005). Isolation and Quantitation of Amygdalin in Apricot-kernel and Prunus Tomentosa Thunb. by HPLC with Solid-Phase Extraction. *Journal of Chromatographic Science*, 43(7), 383-387. <https://doi.org/10.1093/chromsci/43.7.383>
- Miao, X., Zhao, Z., Zhu, H., Li, M., & Zhao, Q. (2013). Comparison of second-derivative spectrophotometry and HPLC for determination of amygdalin in wild apricot kernels. *ScienceAsia*, 39(4), 444. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2013.39.444>
- Rai, I., Bachheti, R. K., Saini, C. K., Joshi, A., & Satyan, R. S. (2016). A review on phytochemical, biological screening and importance of Wild Apricot (Prunus armeniaca L.). *Oriental Pharmacy and Experimental Medicine*, 16(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s13596-015-0215-5>
- Saleem, M., Asif, J., Asif, M., & Saleem, U. (2019). Amygdalin from Apricot Kernels Induces Apoptosis and Causes Cell Cycle Arrest in Cancer Cells: An Updated Review. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry*, 18(12), 1650-1655. <https://doi.org/10.2174/1871520618666180105161136>
- The Korean Pharmacopoeia* (XII). (2024). Ministry of Food and Drug Safety.
- Vietnamese Pharmacopoeia V* (Vol. 2). (2017). Medical Publishing House.
- Wang, L., Zhang, R.-M., Liu, G.-Y., Wei, B.-L., Wang, Y., Cai, H.-Y., Li, F.-S., Xu, Y.-L., Zheng, S.-P., & Wang, G. (2010). Chinese herbs in treatment of influenza: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Respiratory Medicine*, 104(9), 1362-1369. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2010.05.015>

PHÁT TRIỂN VÀ THẨM ĐỊNH PHƯƠNG PHÁP UHPLC-DAD ĐỂ ĐỊNH LƯỢNG AMYGDALIN TRONG HẠT CỦA LOÀI *PRUNUS ARMENIACA* L.

Nguyễn Quốc Tuấn¹ Nguyễn Thị Hồng Nhung²

Phí Thị Tuyết Nhung³ Nguyễn Ngọc Linh⁴

^{1, 2, 3, 4}Trường Đại học Thành Đô

Email: quoctuan301281@gmail.com¹; nthnhung@thanhdouni.edu.vn²;

pttnhung@thanhdouni.edu.vn³; nnlinh@thanhdouni.edu.vn⁴

Ngày nhận bài: 20/5/2025; Ngày phản biện: 3/6/2025; Ngày tác giả sửa: 9/6/2025;

Ngày duyệt đăng: 26/6/2025

DOI: <https://doi.org/10.58902/tcnckhpt.v4i2.244>

Tóm tắt: Trong nghiên cứu này, hàm lượng amygdalin trong hạt *Prunus armeniaca* L. được xác định bằng phương pháp định lượng UHPLC. Điều kiện sắc ký được thực hiện trên cột phân tích Halo C18 (100 × 4,6 mm; 5 µm) với pha động gồm methanol và nước. Quá trình rửa giải gradient được thiết lập như sau: 0–40 phút, 10–100 % methanol; tốc độ dòng chảy được duy trì ở mức 0,7 mL/phút và phát hiện được thực hiện bằng đầu dò UV ở bước sóng 207 nm. Đường cong hiệu chuẩn cho thấy độ tuyến tính tuyệt vời với giá trị R^2 là 0,9999. Phương pháp này cũng cho thấy độ nhạy cao, với giới hạn phát hiện (LOD) và giới hạn định lượng (LOQ) đối với amygdalin được xác định lần lượt là 0,15 và 0,46 µg/mL. Hệ thống sắc ký có độ lặp lại tốt với độ lệch chuẩn tương đối (RSD) là 0,07 %. Tỷ lệ thu hồi của phương pháp dao động từ 100,28 % đến 101,41 %, cho thấy độ chính xác và độ tin cậy cao. Kết quả nghiên cứu củng cố tiềm năng phát triển các sản phẩm thực phẩm chức năng hoặc dược liệu có nguồn gốc từ *Prunus armeniaca*, trong đó việc kiểm soát nghiêm ngặt hàm lượng amygdalin là yếu tố then chốt.

Từ khóa: Amygdalin; Định lượng; *Prunus armeniaca*; UHPLC.