

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О.О. БОГОМОЛЬЦЯ
ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра фармакогнозії та ботаніки

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Фармакогностичне вивчення насіння абрикоса звичайного як джерела
амигдаліну та кількісне визначення амигдаліну в дієтичних добавках»

Виконав: здобувач вищої освіти
6 курсу, групи 1082Б
22 Охорона здоров'я
226 «Фармація, промислова фармація»
(шифр і назва напрямку підготовки)
Фармація
(назва освітньої програми)
Хмарук Юлія Юріївна

Керівник: д.фарм.н., професор Карпюк У. В.

Рецензент: к.х.н., доцент Глушаченко О. О.

Київ – 2026

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТРИСТИКА АМИГДАЛІНУ. ДЖЕРЕЛА, ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ, ВИКОРИСТАННЯ	8
1.1. Відкриття амігдаліну	8
1.2. Різниця між синтетичною (лаетрил) та природньою формою амігдаліну 9	
1.3. Синтез амігдаліну в рослинах.....	11
1.4. Рослинна сировина, що містить амігдалін	12
1.5. Метаболізм амігдаліну в організмі людини	14
1.6. Біологічні та біохімічні властивості амігдаліну.....	15
1.7. Аналіз ринку лікарських засобів та дієтичних добавок що містять амігдалін	16
1.7.1. Аналіз ринку України.....	17
1.7.2. Аналіз ринку США.....	17
Заключення.....	19
РОЗДІЛ 2. ФАРМАКОГНОСТИЧНЕ ВИВЧЕННЯ НАСІННЯ РІЗНИХ ВИДІВ АБРИКОС.....	20
2.1. Макроскопічний аналіз насіння абрикоса	20
2.2. Мікроскопічний та гістохімічний аналіз насіння абрикоса	22
Висновки до розділу 2.....	28
РОЗДІЛ 3. КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АМИГДАЛІНУ МЕТОДОМ ВЕРХ В НАСІННІ АБРИКОСА ТА ДД, ЩО МІСТЯТЬ АМИГДАЛІН	29
3.1. Підготовка об'єктів дослідження	29
3.2. Проведення екстракції.....	29
3.2.1. Основна екстракція амігдаліну	29
3.2.2. Третя (контрольна) екстракція амігдаліну.....	29
3.3. Методика ВЕРХ	30
3.4. Результати ВЕРХ.....	31
3.4.1. ВЕРХ стандарту амігдаліну.....	31

3.4.2. ВЕРХ зразків E1-E2	32
3.4.3. ВЕРХ зразків A1-A3	37
Висновки до розділу 3	40
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	42

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЦГ – ціаногенні глікозиди

ЛРС – лікарська рослинна сировина

ДД – дієтична добавка

РНД – роданаза

БГД – бета-глюкозидаза

НІР – Національний Інститут Раку

ВС – внутрішній стандарт

ВСВ – відносне стандартне відхилення

ВЕРХ – високоефективна рідинна хроматографія

ХСР – хімічна стандартна речовина

БАР – біологічно активна речовина

США – Сполучені Штати Америки

ДФУ – Державна Фармакопея України

ВСТУП

Рак – це група захворювань, що включають нерегульований ріст клітин з потенціалом для вторгнення або поширення в інші тканини організму. [1]. Загалом, близько 5–10% випадків раку можна віднести до генетичних порушень, тоді як 90–95% пов'язані з навколишнім середовищем та способом життя, включаючи куріння, дієту (смажена їжа, червоне м'ясо), ожиріння, низьку фізичну активність, надмірне споживання алкоголю, перебування на сонці, забруднення навколишнього середовища, інфекції та стрес. [2]. Найпоширеніші медичні підходи до лікування раку включають хірургічні процедури, променеву терапію, хіміотерапію, а також альтернативні методи, найпоширеніші підходи включають модифіковані дієти, акупунктуру, гіпнотерапію та біоенерготерапію, а також використання натуральних продуктів, включаючи амігдалін. [2] [3].

З урахуванням зростання споживчого інтересу до дієтичних добавок (ДД), що містять амігдалін, та прогнозованого збільшення обсягу світового ринку до ≈ 31 млн дол. США до 2030 року [4] постає нагальна потреба посилити регуляторний контроль за їх обігом і якістю. Щоб убезпечити здоров'я населення, доцільно запровадити національний реєстр ДД, особливо, керуючись нормами ЄС. Такий реєстр має передбачати обов'язкове підтвердження вмісту діючої речовини валідованими методами, чіткі визначення домішок, прозорі дані щодо походження сировини. Додатково варто організувати постринковий нагляд, механізми відкликання небезпечної продукції й вимоги до належних виробничих практик. Сукупність цих заходів забезпечить на ринку наявність лише якісних препаратів, мінімізує шкоду від неконтрольованого самолікування та підвищить довіру споживачів.

Мета роботи: фармакогностичне вивчення насіння різних видів абрикоса та визначення кількісного вмісту амігдаліну в дієтичних добавках.

Для досягнення мети, було виконано наступні завдання:

1. Проведено критичний аналіз світової літератури щодо розповсюдження амігдаліну у рослинній сировині, порівняно методи одержання

амигдаліну, фармакологічні властивості, стан ринку амигдаліну в Україні та США.

2. Проведено порівняльні макро- та мікроскопічні, гістохімічні дослідження насіння різних видів абрикоса звичайного.
3. Визначено кількісний вміст амигдаліну методом ВЕРХ у насінні різних видів абрикоса звичайного та дієтичних добавках що містять амигдалін.

Об'єктами дослідження стали: насіння трьох видів абрикос: звичайний, ананасний та слива.

Предметом дослідження є: фітохімічне вивчення насіння трьох видів абрикоса звичайного та кількісне визначення амигдаліну у ДД.

Методи дослідження. Світлова мікроскопія, гістохімічні реакції, ВЕРХ. Для статистичної обробки отриманих показників використовували комп'ютерну програму – прикладний пакет Microsoft Excel 2000.

Новизна та значення одержаних результатів. Уперше проведено порівняльне вивчення насіння трьох видів абрикоса звичайного: макро-мікроскопічні особливості, кількісне визначення амигдаліну методом ВЕРХ. Запропоновано методику кількісного визначення амигдаліну у ДД.

Особистий внесок здобувача. Дана робота є самостійним дослідженням автора, проведеного упродовж 2025 р.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження викладені в випускній кваліфікаційній роботі доповідались та обговорювались на засіданнях кафедри фармакогнозії та ботаніки та конференції PLANTA+2026.

Опубліковано тези доповіді на науково-практичній конференції з міжнародною участю «PLANTA+. НАУКА, ПРАКТИКА ТА ОСВІТА» яка проходила 23 січня 2026 р. м. Київ, Україна.

Структура і обсяг роботи. Випускна кваліфікаційна робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний

обсяг роботи – 51 сторінка машинописного тексту. Робота ілюстрована 16 рисунками та 7 таблицями. Бібліографія нараховує 36 джерел.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bray, F.; Ferla, J.; Soerjomatarm, I.; Siegel, R.; Torre, L.; Jemal, A. Global Cancer Statistics 2018: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *Cancer J. Clin.* 2018, 68, 394–424.
2. Wojciechowska, U.; Didkowska, J.; Zatoński, W. Nowotwory złośliwe w Polsce w 2010 roku. *Kraj. Rejestr Nowotworów* 2010, 2012, 44–45.
3. Takayama, Y.; Kwai, S. Study on the prevention of racemization of amygdalin. *Chem. Pharm. Bull.* 1984, 32, 778–781.
4. Amygdalin [Електронний ресурс] / Global Info Research. — Режим доступу: <https://www.globalinforesearch.com/reports/1673699/amygdalin> (дата звернення: 20.12.2025).
5. Lechtenberg M, Nahrstedt A (1999) Cyanogenic glucosides. In Ikan R, ed, Naturally Occurring Glycosides. Wiley, UK.
6. *Nouvelles expériences sur les amandes amères et sur l'huile volatile qu'elles fournissent* Robiquet, Boutron-Charlard, Annales de chimie et de physique, 44 (1830), 352-382.
7. Song, Z.; Xu, X. Advanced Research on Anti-tumor Effects of Amygdalin. *J. Cancer Res.* 2014, 10, 3.
8. Davignon, J.P.; Trissel, L.A.; Kleinman, L.M. Pharmaceutical Assessment of Amygdalin (Laetrile) Products. *Cancer Treat. Rep.* 1978, 62, 99-104; 356-366.
9. Moertel, C.G.; Fleming, T.R.; Rubin, J.; Kvols, L.K.; Sarna, G.; Koch, R.; Currie, V.E.; Young, C.W.; Jones, S.E.; Davignon, J.P. A Clinical Trial of Amygdalin (Laetrile) in The Treatment of Human Cancer. *N. Engl. J. Med.* 1982, 306, 201-206.
10. Alwan, A.M.; Afshari, J.T. *In Vivo* Growth Inhibition of Human Caucasian Prostate Adenocarcinoma in Nude Mice Induced by Amygdalin with Metabolic Enzyme Combinations. *Biomed. Res. Int.* 2022, 2022, 4767621
11. Chang, H.-K.; Shin, M.-S.; Yang, H.-Y.; Lee, J.-W.; Kim, Y.-S.; Lee, M.-H.; Kim, J.; Kim, K.-H.; Kim, C.-J. Amygdalin induces apoptosis through regulation

of Bax and Bcl-2 expressions in human DU145 and LNCaP prostate cancer cells. *Biol. Pharm. Bull.* 2006, 29, 1597-1602.

12. Fenselau C, Pallante S, Batzinger RP, et al.: Mandelonitrile beta-glucuronide: synthesis and characterization. *Science* 198 (4317): 625-7, 1977. [PUBMED Abstract].

13. Nahrstedt, A. Die Isomerisierung von Amygdalin und Homologen. *Arch. Pharm.* 1975, 308, 903-910.

14. Çapan, İ.; Servi, S.; Aysal, A.İ.; Sabır, P.R. Isolation of amygdalin epimer at high diastereomeric purity and its structural characterization by spectroscopic and Q-TOF LC-MS methods. *J. Chem. Metrol.* 2021, 15, 172-185.

15. Wahab, M.F.; Breitbach, Z.S.; Armstrong, D.W.; Strattan, R.; Berthod, A. Problems and Pitfalls in the Analysis of Amygdalin and Its Epimer. *J. Agric. Food Chem.* 2015, 63, 8966–8973.

16. PDQ® Integrative, Alternative, and Complementary Therapies Editorial Board. Laetrile/Amygdalin (PDQ®)—Health Professional Version [Электронный ресурс]. Bethesda, MD: National Cancer Institute; оновлено 14.06.2022. Режим доступу: <https://www.cancer.gov/about-cancer/treatment/cam/hp/laetrile-pdq> (дата звернення: 20.12.2025).

17. Moertel C.G., Ames M.M., Kovach J.S., Moyer T.P., Rubin J.R., Tinker J.H. A pharmacologic and toxicological study of amygdalin. *JAMA.* 1981;245:591–594.

18. Davignon J.P., Trissel L.A., Kleinman L.M. Pharmaceutical assessment of amygdalin (Laetrile) products. *Cancer Treat Rep.* 1978;62:99-104.

19. Del Cueto J., Ionescu I.A., Pičmanová M., Gericke O., Motawia M.S., Olsen C.E., Campoy J.A., Dicenta F., Møller B.L., Sánchez-Pérez R. Cyanogenic Glucosides and Derivatives in Almond and Sweet Cherry Flower Buds from Dormancy to Flowering. *Front. Plant. Sci.* 2017;8:1-16.

20. Siegień Irena Cyjanogeneza u roślin i jej efektywność w ochronie roślin przed atakiem roślinożerców i patogenów. *Kosmos. Probl. Nauk Biol.* 2007;2:155-166.
21. Nowak A., Zielińska A. Aktywność przeciwnowotworowa amigdaliny
Anticancer activity of amygdalin. *Postępy Fitoter.* 2016;17:282-292.
22. Shim S.M., Kwon H. Metabolites of amygdalin under simulated human digestive fluids. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2010;61:770-779.
23. Rietjens I.M.C.M., Martena M.J., Boersma M.G., Spiegelberg W., Alink G.M. Molecular mechanisms of toxicity of important food-borne phytotoxins. *Mol. Nutr. Food Res.* 2005;49:131-158.
24. Bolarinwa, I. F., Orfila, C., & Morgan, M. R. A. (2014). Amygdalin content of seeds, kernels and food products commercially-available in the UK. *Food Chemistry*, 152, 133-139.
25. Eugene Dogkotenge Kuugbee, Xueqi Shang, Yaser Gamallat, et al. Structural change in microbiota by a probiotic cocktail enhances the gut barrier and reduces cancer via TLR2 signaling in a rat model of colon cancer. *Dig. Dis. Sci.*, 61 (2016), pp. 2908-2920.
26. R. Bhattacharya, P.V. Lakshmana Rao. Pharmacological interventions of cyanide-induced cytotoxicity and DNA damage in isolated rat thymocytes and their protective efficacy in vivo. *Toxicol. Lett.*, 119 (2001), c. 59-70.
27. Jonathan Bromley, Brett G.M. Hughes, David C.S. Leong, *et al.* Life-threatening interaction between complementary medicines: cyanide toxicity following ingestion of amygdalin and Vitamin C. *Ann. Pharmacol.*, 39(2005), c. 1566-1569.
28. Roman A. Blaheta, Karen Nelson, Axel Haferkamp, Eva Juengel. Amygdalin, quackery or cure Phymedicine, 23 (4) (2016),c. 367-376.
29. Brigitta Kleessen, Bernd Svckura, Hans-Joachim Zunft, *et al.* Effects of inulin and lactose on fecal microflora, microbial activity, and bowel habit in elderly constipated persons *Am. J. Clin. Nutr.*, 65 (1997), pp. 1397-1402.

30. Garcia, M.C.; Gonzalez-Garcia, E.; Vasquez-Villanueva, R.; Marina, M.L. Apricot and other Seed Stones: Amygdalin Content and the Potential to Obtain Antioxidant, Angiotensin I Converting Enzyme Inhibitor and Hypcholesterolemic Peptides. *Food Funct.* 2016, 7, 4693-4701.
31. Alwan, A.M.; Afshari, J.T. *In Vivo* Growth Inhibition of Human Caucasian Prostate Adenocarcinoma in Nude Mice Induced by Amygdalin with Metabolic Enzyme Combinations. *Biomed. Res. Int.* 2022, 2022, 4767621.
32. Luo, H.; Li, L.; Tang, J.; Zhang, F.; Zhao, F.; Sun, D.; Zheng, F.; Wang, X. Amygdalin inhibits HSC-T6 cell proliferation and fibrosis through the regulation of TGF- β /CTGF. *Mol. Cell. Toxicol.* 2016, 12, 265-271.
33. He, X.-Y., Wu, L.-J., Wang, W.-X., Xie, P.-J., Chen, Y.-H., & Wang, F. (2020). Amygdalin - A pharmacological and toxicological review. *Journal of Ethnopharmacology*, 254, 112717.
34. Global Info Research. Global Amygdalin Market 2024 by Manufacturers, Regions, Type and Application, Forecast to 2031 [Електронний ресурс]. URL: <https://www.globalinforesearch.com/reports/1673699/amygdalin> (дата звернення: 01.10.2025).
35. Washington, DC: Center for Science in the Public Interest; оновлено 11.06.2024.[Електронний ресурс].Режим доступу: <https://www.cspi.org/cspi-news/fda-warning-apricot-seeds-may-cause-cyanide-poisoning>. (дата звернення: 20.12.2025).
36. Державна фармакопея України/Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Доповнення 8 (ДФУ 2.8). Харків: ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2025. 452 с. ISBN 978-617-95285-3-8.

SUMMARY

Khmaruk Julia

PHARMACOGNOSTIC STUDY OF APRICOT SEEDS AS A SOURCE OF AMYGDALIN AND QUANTITATIVE DETERMINATION OF AMYGDALIN IN DIETARY SUPPLEMENTS

Department of pharmacognosy and botany

Scientific supervisor: Prof. Karpiuk U.V.

Introduction. Given the growing consumer interest in dietary supplements containing amygdalin, it is important to improve quality control of such products and verify the content of the active ingredient using proven methods. The paper also considers apricot seeds as a promising natural source of amygdalin and conducts a comparative study of its quantitative content in different seed samples. The data obtained emphasize the need for analytical control to ensure product reliability and safety.

The aim of the work: pharmacognostic study of seeds of various apricot species and determination of the quantitative content of amygdalin in dietary supplements.

Materials and methods. Light microscopy, histochemical reactions, HPLC. For statistical processing of the obtained indicators, a computer program was used – the Microsoft Excel 2000 application package.

Results. An analysis of world literature on the distribution of amygdalin in plant raw materials was carried out, comparing methods of obtaining amygdalin, pharmacological properties, and the state of the amygdalin market in Ukraine and the USA.

Comparative macroscopic, microscopic, and histochemical studies of seeds from different species of *Prunus armeniaca* L. were conducted. It was determined that the size and shape of the kernels differed between samples. For A1, the seed is oval, less elongated; average width = 1.28 cm, length = 1.29 cm. For A2, the seed is more

elongated; average width = 1.16 cm, length = 1.77 cm. Sample A3 is similar in size to A2; average width = 1.068 cm, length = 1.83 cm.

Histochemical studies showed the presence of fatty oil, proteins, phenolic compounds, lignified cells, and traces of starch in the seeds.

The quantitative content of amygdalin was determined by HPLC in seeds from different species of *Prunus armeniaca* L. and dietary supplements containing amygdalin. It was found that type A1 contains $5.95\% \pm 0.22\%$ amygdalin, A2 – $3.74\% \pm 0.32\%$. These data meet the requirements of the SPhU. Sample A3 – $1.95\% \pm 0.17\%$, which does not meet the requirements of the SPhU. It was found that samples of dietary supplements E1 contained $42 \text{ mg/capsule} \pm 8.26 \text{ mg/capsule}$ and E2 contained $7.1 \text{ mg/capsule} \pm 0.17 \text{ mg/capsule}$. This information shows that improvement of standardization methods is necessary, since amygdalin is not regulated in supplements. An analysis of the completeness of amygdalin extraction was performed. It was established that E1 contains 0.80%, E2 contains 0.14%, A1 contains 0.06%, A2 contains 0.06%, and A3 contains 0.02%. As a result, double extraction is sufficient for the correct quantitative determination of amygdalin.

Conclusions. The results obtained confirm the feasibility of further research on amygdalin and the raw materials that contain it. Promising areas include in-depth study of biological activity and mechanisms of action, clarification of the safety profile and toxicological risks, as well as the development and optimization of extraction and standardization technologies. Further research will expand the possibilities for the use of amygdalin in the prevention or treatment of diseases and for improving the quality control of related products.