

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ О. О. БОГОМОЛЬЦЯ
ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
кафедра фармакогнозії та ботаніки

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: ЛІПОФІЛЬНА ФРАКЦІЯ ВТОРИННИХ ПРОДУКТІВ
ПЕРЕРОБКИ *LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.

Виконав: здобувач вищої освіти 5 курсу групи 10805
напряму підготовки (спеціальності)
22 Охорона здоров'я
226 Фармація, промислова фармація
(шифр і назва напрямку підготовки)
фармація
(назва освітньої програми)
Кузьмук Є.О.

Науковий керівник: к. біол. н., доцентка Махиня Л. М.

Рецензент: к. фарм. н., доцентка Афанасенко О. В

Київ 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИВЧЕНОСТІ <i>LYCOPERSICON ESCULENTUM</i> MILL. В УКРАЇНІ ТА СВІТІ	7
1.1. Коротка ботанічна характеристика.	7
1.2. Особливості культивування та поширення популярних сортів <i>L. esculentum</i> .	10
1.3. Базові хімічні складові плодів та насіння трьох найбільш популярних сортів <i>L. esculentum</i> .	16
1.4. Лікопін – як основний пігмент <i>L. esculentum</i>	19
1.5. Застосовування та фармакологічні властивості <i>L. esculentum</i>	23
1.6. Лікарські засоби з використанням сировини плодів <i>L. esculentum</i>	25
РОЗДІЛ 2 МАКРО- ТА МІКРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЛОДІВ <i>L. ESCULENTUM</i>	27
2.1. Морфологічні характеристики плодів та насіння трьох сортів <i>L. esculentum</i>	27
2.2. Анатомічні особливості плодів та насіння трьох сортів <i>L. esculentum</i>	33
РОЗДІЛ 3. ФАРМАКОГНОСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИТЯГІВ З ПЛОДІВ <i>L. ESCULENTUM</i>	36
3.1. Ідентифікація основних груп біологічно активних речовин в трьох сортів <i>L. esculentum</i>	36
РОЗДІЛ 4. ОДЕРЖАННЯ ЛІПОФІЛЬНОЇ ФРАКЦІЇ З ПЛОДІВ ТА НАСІННЯ ТРЬОХ СОРТІВ <i>L. ESCULENTUM</i>	40
4.1. Одержання ліпофільної фракції	40

4.2. Кількісний вміст каротиноїдів у шкірці, м'якоті, насінні	42
<i>L.esculentum</i> сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso»	
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46
SUMMARY	50

ВСТУП

Актуальність теми. У фармацевтичній сфері, досліджувана тема є актуальною, оскільки ліпідний склад томатів може мати значний вплив на здоров'я людини та використовуватися для розробки нових фармацевтичних продуктів, біологічно активних добавок і терапевтичних засобів. Важливими аспектами у фармації є фармакологічна цінність ліпідів. Ліпіди, що містяться в рослинних культурах, зокрема у томатах, є важливими компонентами, які можуть мати корисні фармакологічні властивості. Деякі види ліпідів, такі як поліненасичені жирні кислоти, є необхідними для нормального функціонування організму, вони мають протизапальні, антиоксидантні властивості та можуть використовуватися для профілактики і лікування серцево-судинних захворювань, ожиріння, діабету тощо. Роль ліпідів у засвоєнні вітамінів та інших біоактивних сполук. Ліпіди в томатах можуть покращувати засвоєння жиророзчинних вітамінів, таких як вітамін А, D, Е та К. Це має велике значення для фармацевтичної галузі, оскільки правильне поєднання ліпідів та вітамінів у препаратах може підвищити ефективність лікувальних засобів [9,12,13,15,16].

У світі дослідження ліпідного складу томатів активно ведеться в багатьох країнах, зокрема в США, Італії, Іспанії, Японії та ін. Особливу

увагу приділено вивченню поліненасичених жирних кислот, які містяться в томатах, їх антикаталізаторним властивостям і можливостям використання в профілактиці серцево-судинних захворювань. Вчені в цих країнах також досліджують різні методи обробки та зберігання томатів для збереження їх корисних властивостей, зокрема ліпідного складу. Сумарно, результати даного дослідження можуть стати основою для подальших наукових розробок і впровадження нових технологій у селекцію томатів, а також у фармацевтичну та харчову промисловість, зокрема для створення нових продуктів з підвищеною біологічною цінністю. Томат є поширеним інгредієнтом у харчових добавках, і більш глибоке вивчення органічних речовин, котрі входять до складу, дає змогу використовувати цю сировину в медичних цілях [9,12,13,15,16].

В Україні томати є важливим елементом сільськогосподарського виробництва, а також харчової промисловості. Однак більшість наукових досліджень зосереджено на агрономічних аспектах, таких як селекція нових сортів, покращення врожайності та стійкості до хвороб. Вивчення біохімічного складу томатів, зокрема ліпідів, є менш дослідженим напрямком, хоча дослідження на рівні харчових властивостей та вітамінного складу проводяться активно. Міжнародний досвід: На світовому рівні дослідження ліпідної фракції томатів проводяться в таких країнах, як США, Італія, Іспанія та Японія, де вивчаються біологічно активні компоненти томатів, їх вплив на здоров'я людини та можливість застосування в медицині та фармацевтиці. Вчені з цих країн активно досліджують такі напрямки, як вплив омега-3 і омега-6 жирних кислот та каротиноїдів на профілактику серцево-судинних захворювань, зменшення ризику розвитку онкологічних захворювань та зміцнення імунної системи. Таким чином, дослідження ліпідної фракції *Lycopersicon esculentum* Mill. з фармацевтичної точки зору є новим напрямком, що може значно доповнити наукові знання про цю

рослину і відкрити нові можливості для її використання в медицині та фармацевтиці [12,13,16].

Мета і завдання дослідження: вивчення якісного складу та кількісного вмісту ліпофільних сполук у продуктах вторинної переробки *L. esculentum*. Визначити найбільш оптимальний сорт для використання серед трьох найпопулярніших, а саме «Casta», «Intiro», «Uno Rosso».

Завдання дослідження:

- проаналізувати морфометричні відмінності плодів *L.esculentum* сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso»;
- дослідити анатомічні особливості плодів *L.esculentum* сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso»;
- ідентифікувати основні групи біологічно активних речовин в трьох сортах плодів *L. esculentum*
- визначити кількісний вміст ліпідної фракції у шкірці, м'якоті, насінні плодів *L.esculentum* різних сортів
- встановити кількісний вміст каротиноїдів у шкірці, м'якоті, насінні плодів *L. esculentum* сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso»;

Предмет дослідження: морфометричні, мікроскопічні, фітохімічні характеристики *L.esculentum* трьох сортів.

Об'єкт дослідження: м'якоть, шкірка, насіння *L.esculentum* трьох сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso».

Методи дослідження: Світлову мікроскопію проводили за стандартною методикою, що описана у Державній фармакопеї України [21].

Тимчасові препарати, для проведення анатомічних та гістохімічних досліджень здійснювали у водному середовищі та водних розчинах гліцерину різної концентрації під мікроскопом фірми ULAB ($\times 40$, $\times 100$, $\times 1000$), який обладнаний цифровою мікрофотокамерою Canon EOS 550.

Кожен фрагмент плоду та насіння обстежували в по десять разів для отримання об'єктивних даних.

Групи біологічно активних речовин, що знаходилися в досліджуваних зразках верифікували стандартними методиками якісного та кількісного визначення [21]. Для виділення ліпофільної фракції використовували методику описано у фармакопейній статті «Шипшини плоди^N» [21].

Кількісне визначення каротиноїдів у плодах, шкірці та насінні томатів проводили на спектрофотометрі/флюориметрі *DeNovix DS-11 FX*+(DeNovix Inc.) з товщиною оптичного шару 10 мм [4].

Новизна та значення одержаних результатів.

Деякі компоненти ліпідної фракції томатів, такі як каротиноїди та вітаміни, мають антиоксидантні властивості, що дозволяє застосовувати томати та їх ліпідні екстракти у розробці фармацевтичних засобів, які можуть захищати клітини від окислювального стресу і сповільнювати процеси старіння. Ліпіди в томатах можуть мати терапевтичний потенціал у лікуванні або профілактиці певних захворювань, таких як гіперхолестеринемія, метаболічний синдром, хвороби серця. Вивчення складу томатів дозволяє виявити сорти, котрі містять більшу кількість органічних кислот, ліпідів, каротиноїдів, що поліпшують ліпідний профіль в організмі. Дослідження ліпідного складу томатів може сприяти створенню екстрактів, які можуть використовуватися в косметичній та фармацевтичній промисловості для виготовлення антиоксидантних кремів, лосьйонів, а також для створення органічних препаратів для боротьби з різними захворюваннями. Отже, дослідження ліпідної фракції у сортах томатів в Україні є перспективною сферою розвитку, оскільки це відкриває нові можливості для розробки натуральних і ефективних терапевтичних засобів, біологічно активних добавок, а також для поліпшення загального стану здоров'я населення [9,12,13,15,16].

Апробація результатів дослідження: Результати дослідження було апробовано на X -науково-практичній конференції з міжнародною участю

«Науково-технічний прогрес і оптимізація технологічних процесів створення лікарських препаратів: матеріали X наук.-практ. конф. з міжнар. участю, присвяченої пам'яті зав. каф. управління та економіки фармації з технологією ліків, д-ра фарм. наук, проф. Т.А. Грошового (17 – 18 жовтня 2024 р.) та V науково-практичній конференції з міжнародною участю «PLANTA+. НАУКА, ПРАКТИКА ТА ОСВІТА», присвяченої пам'яті доктора хімічних наук, професорки Ніни Павлівни Максютіної (до 100-річчя від дня народження).

Публікації. Двоє тез.

Структура роботи. Загальна кількість сторінок – 50, кількість розділів – 4, кількість використаних джерел – 32.

ВИСНОВКИ

1. Досліджено морфометричні відмінності плодів *L. esculentum* сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso».
2. Визначено анатомічні особливості плодів *L. esculentum* сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso».
3. Встановлено кількісний вміст ліпідної фракції у шкірці, м'якоті, насінні плодів *L. esculentum* різних сортів томатів.
4. Визначено кількісний вміст каротиноїдів у шкірці, м'якоті, насінні плодів *L. esculentum* сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso».
5. Отримані результати дозволяють запропонувати використання отриманого жмиху при переробці томатів для створення дієтичних добавок як джерела каротиноїдів з українських сортів «Casta», «Intiro», «Uno Rosso».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Ali, M. Y., Sina, A. A., Khandker, S. S., Neesa, L., Tanvir, E. M., Kabir, A., Khalil, M. I., & Gan, S. H. (2020). Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Tomatoes and Their Impact on Human Health and Disease: A Review. *Foods*, 10(1), 45. <https://doi.org/10.3390/foods10010045>
2. Chaudhary, P., Sharma, A., Singh, B., & Nagpal, A. K. (2018). Bioactivities of phytochemicals present in tomato. *Journal of Food Science and Technology*, 55(8), 2833–2849. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3221-z>
3. Conti, V., Parrotta, L., Romi, M., Del Duca, S., & Cai, G. (2023). Tomato Biodiversity and Drought Tolerance: A Multilevel Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(12), 10044. <https://doi.org/10.3390/ijms241210044>
4. Dere, Ş., Güneş, T., & Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric Determination of Chlorophyll-A, B and Total Carotenoid Contents of Some Algae Species Using Different Solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22, 13–17.
5. Fabian, M. L., Zhang, C., Sun, J., Price, N. P., Chen, P., Clarke, C. R., Jones, R. W., & Stommel, J. R. (2023). Steroidal glycoalkaloids contribute to anthracnose resistance in *Solanum lycopersicum*. *Journal of Experimental Botany*, 74(12), 3700–3713. <https://doi.org/10.1093/jxb/erad108>
6. Hsieh, M. J., Huang, C. Y., Kiefer, R., Lee, S. D., Maurya, N., & Velmurugan, B. K. (2022). Cardiovascular Disease and Possible Ways in Which Lycopene Acts as an Efficient Cardio-Protectant against Different Cardiovascular Risk Factors. *Molecules*, 27(10), 3235. <https://doi.org/10.3390/molecules27103235>
7. IPNI Life Sciences Identifier (LSID) <https://www.ipni.org/n/816698-1>
8. Khan, U. M., Sevindik, M., Zarrabi, A., Nami, M., Ozdemir, B., Kaplan, D. N., et al. (2021). Lycopene: Food Sources, Biological Activities, and Human

Health Benefits. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2021, 2713511.
<https://doi.org/10.1155/2021/2713511>

9. Kozukue, N., Kim, D. S., Choi, S. H., Mizuno, M., & Friedman, M. (2023). Isomers of the Tomato Glycoalkaloids α -Tomatine and Dehydrotomatine: Relationship to Health Benefits. *Molecules*, 28(8), 3621.
<https://doi.org/10.3390/molecules28083621>

10. Kulawik, A., Cielecka-Piontek, J., & Zalewski, P. (2023). The Importance of Antioxidant Activity for the Health-Promoting Effect of Lycopene. *Nutrients*, 15(17), 3821. <https://doi.org/10.3390/nu15173821>

11. Li-hao Wang, De-hong Tan, Xue-song Zhong, Mei-qi Jia, Xue Ke, Yu-mei Zhang, Tong Cui, Lin Shi, Review on toxicology and activity of tomato glycoalkaloids in immature tomatoes, *Food Chemistry*, Volume 447, 2024, 138937, ISSN 0308-8146,
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138937>

12. Madia, V. N., De Vita, D., Ialongo, D., Tudino, V., De Leo, A., Scipione, L., et al. (2021). Recent Advances in Recovery of Lycopene from Tomato Waste: A Potent Antioxidant with Endless Benefits. *Molecules*, 26(15), 4495.
<https://doi.org/10.3390/molecules26154495>

13. Mirahmadi, M., Azimi-Hashemi, S., Saburi, E., Kamali, H., Pishbin, M., & Hadizadeh, F. (2020). Potential inhibitory effect of lycopene on prostate cancer. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 129, 110459.
<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110459>

14. Parrotta, L., Aloisi, I., Faleri, C., Romi, M., Del Duca, S., & Cai, G. (2020). Chronic heat stress affects the photosynthetic apparatus of *Solanum lycopersicum* L. cv Micro-Tom. *Plant Physiology and Biochemistry*, 154, 463–475. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.06.047>

15. Przybylska, S., & Tokarczyk, G. (2022). Lycopene in the Prevention of Cardiovascular Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(4), 1957. <https://doi.org/10.3390/ijms23041957>

16. Quinet, M., Angosto, T., Yuste-Lisbona, F. J., Blanchard-Gros, R., Bigot, S., Martinez, J. P., & Lutts, S. (2019). Tomato Fruit Development and Metabolism. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1554.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01554>
17. Tierney, A. C., Rumble, C. E., Billings, L. M., & George, E. S. (2020). Effect of Dietary and Supplemental Lycopene on Cardiovascular Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition*, 11(6), 1453–1488. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa069>
18. Wang, L. H., Tan, D. H., Zhong, X. S., Jia, M. Q., Ke, X., Zhang, Y. M., Cui, T., & Shi, L. (2024). Review on toxicology and activity of tomato glycoalkaloids in immature tomatoes. *Food Chemistry*, 447, 138937.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138937>
19. Агрономічні принципи вирощування томатів [Internet]
<https://www.yara.ua/crop-nutrition/tomato/key-facts-tomatoes/principes-agronomiques-de-la-tomate/> Дата відвідування 20.03.2025
20. Безусов, А., & Тоценко, О. (2017). Аналіз сучасних методів переробки томатів. *Food Science and Technology*, 11(2).
<https://doi.org/10.15673/fst.v11i2.513>
21. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Доп. 1. – Харків, 2016. – 360 с. ISBN 978-966-97390-2-5
22. Жук Я. О., О. А. Сиворакша, І. О. Федосій. *Помідор: біологія та насінництво*. Монографія [Internet]
https://agromage.com/stat_id.php?id=1202 Дата відвідування 15.03.2025
23. «Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять «Ботаніка. Морфологія рослин» (для студентів освітнього рівня початковий (короткий цикл) за спеціальністю 091 – Біологія) [Internet]
<https://biology.udau.edu.ua/assets/files/dokumenti/navch.metod.zabezpennya/m>

[amchur/metodichni-rekomendacii-do-rozdilu-morfologiya-roslin1.pdf](#) Дата відвідування 22.03.2025

24. Міністерство аграрної політики та продовольства України
Національна академія аграрних наук України Інститут овочівництва і баштанництва НААН України Український інститут експертизи сортів рослин Визначник морфологічних ознак сортів помідора їстівного (*Solanum lycopersicum* L.) [Internet]

<https://sops.gov.ua/uploads/page/vidanna/2024/viznachnik.pdf> Дата відвідування 20.04.2025

25. Особливості вирощування томатів у теплиці та у відкритому ґрунті. [Internet] <https://agroretail.com.ua/ua/a506974-osobennosti-vyraschivaniya-tomatov.html> Дата відвідування 17.03.2025

26. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10298849/>

27. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:316947-2>
Дата відвідування 03.04.2025 [Internet]

28. https://radiotrek.rv.ua/news/20-kg-vrozhayu-z-kushcha-garnatovano-5-naykrashchih-sortiv-pomidoriv-yaki-zavalyat-vas-plodami_323082.html
[Internet] Дата відвідування 25.03.2025

29. <https://smartq.pureforyou.com/products/33055617286178/lycopene-20-mg-60> Дата відвідування 29.03.2025 [Internet]

30. <https://swansoneurope.com/about-us.html> Дата відвідування 29.03.2025
[Internet]

31. <https://www.21stcenturyvitamins.com/> Дата відвідування 29.03.2025
[Internet]

32. <https://www.puritan.com/lycopene-623/lycopene-40-mg-018480> Дата відвідування 29.03.2025 [Internet]

SUMMARY

Kuzmuk Yevheniia

LIPOPHILIC FRACTION OF SECONDARY PRODUCTS OF *LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL PROCESSING

Department of Pharmacognosy and Botany

Scientific supervisor: associate of prof. **Makhinya L. M.**

Keywords: *Lycopersicon esculentum* Mill, lipid component, fruit, seed.

Introduction. The lipid composition of tomatoes is being actively studied in many countries around the world. Particular attention is paid to the study of polyunsaturated fatty acids contained in tomatoes, their anticatalytic properties and the possibility of using them in the prevention of cardiovascular diseases.

In Ukraine, tomatoes are an important element of agricultural production and the food industry. However, most scientific research is focused on agronomic aspects, such as breeding new varieties, improving yields and disease resistance.

Thus, the study of the lipid fraction of *Lycopersicon esculentum* Mill. from the pharmaceutical point of view is a new direction that can significantly supplement the scientific knowledge about this plant and open up new opportunities for its use in medicine and pharmaceuticals

Materials and methods. The light microscopy, were used for the study of morphometric characteristics of *L. esculentum*, fruits, average in the fruits and seeds. Chemical reactions were used for identification of BAS. To isolate the lipophilic fraction, the method described in the pharmacopoeia article “Rosehips^N” was used.

Results. The highest content of lipid fraction was recorded in the seeds of ‘Uno Rosso’ variety - 4.321%, which may indicate the increased ability of this variety to preserve the viability of seeds under unfavorable germination conditions. The lowest values were found in the pulp of the “Casta” variety - 1.213%, which correlates with high fruit juiciness and high moisture content.

Analyzing different types of raw materials, it was found that the pulp of fruits of all varieties has low lipid fraction, which is due to the predominance of the water component. The average values are typical for the seeds of most varieties, except for the Uno Rosso variety, which has a peak accumulation of lipids, which is associated with the accumulation of reserve substances to ensure germination.

A high level of lipid fraction was noted in the peel of fruits of three varieties, the values of which were approximately the same, with a slight predominance in the variety “Intiro”, probably due to varietal characteristics.

Conclusions. The data obtained indicate the feasibility of using tomato cake remaining after fruit processing as a promising raw material for the production of dietary supplements - a source of carotenoids from domestic tomato varieties. This approach will contribute to a waste-free technology for the production of tomato-based food products.