

УДК 616.244.322.014:615.451.1:582.652.1  
DOI <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-296>

## **Світлана МАРЧИШИН**

доктор фармацевтичних наук, професор, професор кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, Майдан Воли, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 ([svitlanafarm@ukr.net](mailto:svitlanafarm@ukr.net))

**ORCID:** 0000-0001-9628-1350

**SCOPUS:** 57410602600

## **Михайло ДЕМЯНЧУК**

доктор педагогічних наук, професор кафедри медико-профілактичних дисциплін та лабораторної діагностики, Комунальний заклад вищої освіти «Рівненська медична академія» Рівненської обласної ради, вул. М. Карнаухова, 53, м. Рівне, Україна, 33018 ([dmr-rv@ukr.net](mailto:dmr-rv@ukr.net))

**ORCID:** 0000-0001-8729-5144

## **Наталія ВОЛОЩУК**

доктор медичних наук, професор, завідувач кафедри фармакології, Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова, вул. Пирогова, 56, м. Вінниця, Україна, 21018 ([voloshchuknatali@gmail.com](mailto:voloshchuknatali@gmail.com))

**ORCID:** 0000-0002-0166-9676

**SCOPUS:** 57201261097

## **Зоя САЛІЙ**

доктор медичних наук, доцент кафедри неврології та нейрохірургії, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, Майдан Воли, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 ([zoia\\_salii@ukr.net](mailto:zoia_salii@ukr.net))

**ORCID:** 0000-0001-6504-1661

**SCOPUS:** 58837636400

## **Людмила СЛОБОДЯНЮК**

кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент закладу вищої освіти кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, Майдан Воли, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 ([husaklv@tdmu.edu.ua](mailto:husaklv@tdmu.edu.ua))

**ORCID:** 0000-0002-0400-1305

**SCOPUS:** 57211311669

## **Лілія БУДНЯК**

кандидат фармацевтичних наук, доцент, доцент закладу вищої освіти кафедри управління та економіки фармації з технологією ліків, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, Майдан Воли, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 ([stoyko\\_li@tdmu.edu.ua](mailto:stoyko_li@tdmu.edu.ua))

**ORCID:** 0000-0002-4869-1344

**SCOPUS:** 57211323941

## **Єлизавета ЛАСТОВИЧЕНКО**

аспірант кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою, Тернопільський національний медичний університет імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України, Майдан Воли, 1, м. Тернопіль, Україна, 46001 ([lastovychenko\\_asp@tdmu.edu.ua](mailto:lastovychenko_asp@tdmu.edu.ua))

**ORCID:** 0000-0003-8564-2124

**SCOPUS:** 59905767200

**Бібліографічний опис статті:** Марчишин С., Демянчук М., Волощук Н., Салій З., Слободянюк Л., Будняк Л., Ластовиченко Є. (2026). Дослідження гепатопротекторної активності сухого екстракту з листків магонії падуболистої. *Фітотерапія. Часопис*, 1, 296–305, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-296>

## ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНОЇ АКТИВНОСТІ СУХОГО ЕКСТРАКТУ З ЛИСТКІВ МАГОНІЇ ПАДУБОЛИСТОЇ

**Актуальність.** Захворювання печінки набувають дедалі більшого поширення у світі, що істотно позначається на якості життя хворих і призводить до серйозних, небезпечних для життя ускладнень. Сьогодні хвороби печінки уражують понад 10% населення планети та входять до п'яти найпоширеніших причин смертності.

Захворювання печінки є широким спектром розладів, які характеризуються пошкодженням гепатоцитів, що погіршує функцію печінки. Традиційні методи лікування допомагають контролювати симптоми та уповільнювати прогресування захворювання, але їм часто перешкоджають побічні ефекти, у тому числі ураження печінки синтетичними лікарськими засобами, та їх висока вартість, особливо в районах з обмеженими ресурсами.

Одним із перспективних напрямів у лікуванні захворювань печінки є використання природних лікарських засобів гепатопротекторів. Біологічно активні речовини рослинних гепатопротекторів (флавоноїди, гідроксикоричні кислоти, флаволігнани; каротиноїди, аскорбінова кислота), які мають виражені антиоксидантні властивості, не лише пом'якшують пошкодження печінки, а й забезпечують імунomodulatory та лікування хронічних захворювань.

Цінним джерелом біологічно активних речовин є магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.). Попередні дослідження показали, що магонія падуболиста містить низку біологічно активних речовин, які визначають її фармакологічну активність: флавоноїди, гідроксикоричні кислоти, дубильні речовини, амінокислоти, жирні та органічні кислоти, ефірну олію тощо.

З огляду на те, що магонія падуболиста містить загальновідомі за антиоксидантними та антицитолітичними властивостями фенольні сполуки, доцільним було дослідити гепатопротекторну активність сухого екстракту, одержаного з листків даної рослини.

**Мета дослідження** – вивчення гепатопротекторної дії сухого екстракту з листків магонії падуболистої на моделі тетрахлорметанового ураження печінки.

**Матеріал і методи.** Матеріалом для дослідження був сухий екстракт із листків магонії падуболистої (СЕЛМ), який є сухим порошком темно-коричневого кольору без запаху, гіркий на смак, розчинний у холодній воді, малорозчинний у 96% етанолі.

Досліди виконано на 34 щурах-самцях лінії Wistar. Гепатопротекторну дію СЕЛМ вивчали на моделі гострого токсичного гепатиту, викликаного тетрахлорметаном. Токсикант вводили у вигляді 50% олійного розчину на рафінованій соняшниковій олії внутрішньошлунково за допомогою металевого зонду у дозі 2,5 мл на 1 кг маси тіла тварини.

СЕЛМ у дозі 200 мг/кг (доза, що відповідає 1/20 від  $LD_{50}$ ) та препарат порівняння: карсил («Карсил», таблетки, вкриті плівковою оболонкою, виробництва АТ «Софарма», Болгарія) у дозі 100 мг/кг вводили тваринам внутрішньошлунково у лікувально-профілактичному режимі за 7 днів до введення тетрахлорметану і на тлі моделювання гепатиту. Тетрахлорметан вводили в шлунок через 2 год після введення СЕЛМ і реферес-препарату. Контрольна група тварин отримувала еквіоб'ємні кількості розчинників.

Стан печінки оцінювали за активністю маркерного ферменту цитолізу аланінамінотрансферази (АлАТ) (метод Райтмана – Френкеля за допомогою тест-набору «Філісіт-Діагностика», Україна). Сироваткову активність  $\gamma$ -глутамілтранспептидази (ГГТП) визначали уніфікованим методом за допомогою набору «ГГТ» («Філісіт-Діагностика», Україна). Активність процесів вільнорадикального окиснення ліпідів оцінювали за показниками вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів (рівень ТБК-активних продуктів (ТБП) у печінці визначали за реакцією з тіобарбітуровою кислотою, у ході якої утворювався забарвлений комплекс із максимумом поглинання за довжини хвилі 535 нм. Активність антиоксидантного ферменту супероксиддисмутази (СОД) визначали за ступенем пригнічення окиснення кверцетину; концентрацію відновленого глутатіону у ТХО-фільтраті крові – у глутатіонтрансферазній реакції. ТХО-фільтрат крові отримували під час змішування крові з 10% трихлороцтовою кислотою (ТХО) у співвідношенні 1:10, центрифугували 10 хв при 3000 об/хв та відбирали надосад (ТХО-фільтрат) у мікропробірці Ерлендорф і зберігали при  $-20^{\circ}\text{C}$  до проведення аналізу.

**Результати дослідження.** Експериментальне ураження печінки тетрахлорметаном викликало значні біохімічні порушення її діяльності: руйнування клітинних мембран, посилення холестази, дисбаланс оксидантно-антиоксидантної рівноваги, про що свідчить статистично вірогідне зростання в групі нелікованих тварин маркерів цитолізу гепатоцитів – активність АлАТ зросла у 2 рази, або на 101,7%; холестази – активність ГГТП зросла у 2,2 рази (на 119,6%) та прооксидантних молекул ТБК-реактивів – у 2,3 порівняно з тваринами контрольної групи ( $p < 0.05$ ). Зазначені зміни супроводжувалися зменшенням показників активності антиоксидантної системи СОД та відновленого глутатіону на 31,1% і 42,3% відповідно ( $p < 0.05$ ).

Використовуючи в експерименті СЕЛМ у дозі 200 мг/кг і препарат порівняння карсил у дозі 100 мг/кг, спостерігали, що СЕЛМ і реферес-препарат за їх профілактично-лікувального режиму введення, ефективно захищали печінку від ураження гепатотоксином, проявляючи мембраностабілізуючу дію. На тлі введення досліджуваного екстракту рівень АлАТ був вірогідно на 32,3% меншим, аніж у групі нелікованих тварин, і при цьому мало відрізнявся від карсилу, де активність АлАТ зменшувалася на 36,3% відносно нелікованих щурів.

СЕЛМ також сприяв зменшенню процесів оксидативного стресу і посилював антиоксидантний захист печінки тварин. Про це доказово свідчить зменшення вмісту ТБК-реактивів у сироватці крові пролікованих тварин у 1,95 рази порівняно з відповідним показником нелікованих щурів ( $p < 0.05$ ). СЕЛМ сприяв вірогідному зростанню маркерів антиоксидантного захисту: активність СОД у сироватці крові та вміст відновленого глутатіону в ТХО-фільтраті крові збільшилися на 27,1% і 46,8% відповідно ( $p < 0.05$ ). За здатністю відновлювати оксидантно-антиоксидантну рівновагу СЕЛМ перевершував референтний препарат карсил, оскільки модуляція зазначених показників на тлі його введення у тварин статистично відрізнялася від таких у групі «ССІ<sub>4</sub>+СЕЛМ» ( $p < 0.05$ ), проте обидва засоби показали виразну здатність зменшувати процеси оксидативного стресу в печінці за даних умов експерименту.

#### **Висновок.**

1. СЕЛМ на тлі токсичного гепатиту, викликаного тетрахлорметаном, що супроводжувався холестазом, характеризується достатньо високою ефективністю, покращуючи біохімічні показники у сироватці крові та в ТХО-фільтраті крові.

2. Експериментально доведено, що СЕЛМ має достатньо виражені гепатопротекторні властивості, які зумовлені наявністю у досліджуваному екстракті БАР (флавоноїдів, гідроксикоричних кислот, дубильних речовин, аскорбінової кислоти, алкалоїдів), які проявляють антиоксидантні та мембраностабілізуючі властивості і впливають на всі ланки патогенезу хвороб гепатобілярної системи.

**Ключові слова:** сухий екстракт із листків магонії падуболистої, гепатопротекторна дія, тетрахлорметановий гепатит.

## **Svitlana MARCHYSHYN**

Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Professor at the Department of Pharmacognosy with Medical Botany, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (svitlanafarm@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0001-9628-1350

**SCOPUS:** 6507637943

## **Mykhailo DEMIANCHUK**

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor at the Department of Medical Prevention Disciplines and Laboratory Diagnostics, Municipal Institution of Higher Education «Rivne Medical Academy» of the Rivne Regional Council, M. Karnaukhov str., 53, Rivne, Ukraine, 33018 (dmr-rv@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0001-8729-5144

## **Nataliia VOLOSHCHUK**

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Pharmacology, National Pirogov Memorial Medical University, 56 Pirogova str., Vinnytsia, Ukraine, 21018 (voloshchuknatali@gmail.com)

**ORCID:** 0000-0002-0166-9676

**SCOPUS:** 57201261097

## **Zoia SALII**

Doctor of Medicine Sciences, Associate Professor at the Department of Neurology and Neurosurgery Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (zoia\_salii@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0001-6504-1661

**SCOPUS:** 58837636400

## **Liudmyla SLOBODIANIUK**

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor at the Department of Pharmacognosy with Medical Botany, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (husaklv@tdmu.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0002-0400-1305

**SCOPUS:** 57211311669

## **Liliia BUDNIAK**

Candidate of Pharmaceutical Sciences, Associate Professor at the Department of Pharmacy Management, Economics and Technology, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (stoyko\_li@tdmu.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0002-4869-1344

**SCOPUS:** 57211323941

## **Yelyzaveta LASTOVYCHENKO**

Postgraduate Student at the Department of Pharmacognosy and Medical Botany, Ivan Horbachevsky Ternopil National Medical University of the Ministry of Health of Ukraine, Maidan Voli, 1, Ternopil, Ukraine, 46001 (lastovychenko\_asp@tdmu.edu.ua)

**ORCID:** 0000-0003-8564-2124

**SCOPUS:** 59905767200

**To cite this article:** Marchyshyn S., Demianchuk M., Voloshchuk N., Salii Z., Slobodianiuk L., Budniak L., Lastovychenko Y. (2026). Doslidzhennia hepatoprotektoinoi aktyvnosti suchoho ekstraktu z lystkiv mahonii padubolystoi [Study of the hepatoprotective activity of dry extract from *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. leaves]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 1, 296–305, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2026-1-296>

## STUDY OF THE HEPATOPROTECTIVE ACTIVITY OF DRY EXTRACT FROM *MAHONIA AQUIFOLIUM* (PURSH) NUTT. LEAVES

**Actuality.** Liver diseases are becoming increasingly common worldwide, significantly affecting the quality of life of patients and leading to serious, life-threatening complications. Today, liver diseases affect more than 10% of the world's population and are among the five most common causes of death.

Liver diseases are a broad spectrum of disorders characterized by damage to hepatocytes, which impairs liver function. Conventional treatments help control symptoms and slow disease progression, but they are often hampered by side effects, including liver damage from synthetic drugs, and their high cost, especially in resource-limited settings.

One of the promising areas in the treatment of liver diseases is the use of natural hepatoprotectors. Biologically active substances of plant hepatoprotectors (flavonoids, hydroxycinnamic acids, flavolignans; carotenoids, ascorbic acid), which have pronounced antioxidant properties, not only mitigate liver damage, but also provide immunomodulation and treatment of chronic diseases.

*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. is a valuable source of biologically active substances. Previous studies have shown that *Mahonia aquifolium* contains a number of biologically active substances that determine its pharmacological activity – flavonoids, hydroxycinnamic acids, tannins, amino acids, fatty and organic acids, essential oils, etc.

Given that *Mahonia aquifolium* contains phenolic compounds well-known for their antioxidant and anticytolytic properties, it was appropriate to investigate the hepatoprotective activity of the dry extract obtained from the leaves of this plant.

**The aim of the work** was to study the hepatoprotective effect of dry extract from *Mahonia aquifolium* leaves in a model of carbon tetrachloride liver damage.

**Materials and methods.** The material for the study was a dry extract of *Mahonia aquifolium* leaves (DELM), which was a dry powder of dark brown color, odorless, bitter in taste, soluble in cold water, slightly soluble in 96% ethanol.

The experiments were performed on 34 male Wistar rats. The hepatoprotective effect of DELM was studied in a model of acute toxic hepatitis caused by carbon tetrachloride. The toxicant was administered as a 50% oil solution in refined sunflower oil intragastrically using a metal probe at a dose of 2.5 ml per 1 kg of animal body weight.

DELM at a dose of 200 mg/kg (a dose corresponding to 1/20 of the LD50) and the reference drug: Carsil (Carsil, film-coated tablets, manufactured by JSC “Sopharma”, Bulgaria) at a dose of 100 mg/kg were administered to animals intragastrically in a therapeutic and prophylactic regimen – 7 days before the administration of carbon tetrachloride and against the background of hepatitis modeling. Carbon tetrachloride was administered into the stomach 2 hours after the administration of DELM and the reference drug. The control group of animals received equivolume amounts of solvents.

Liver status was assessed by the activity of the cytolysis marker enzyme alanine aminotransferase (ALT) (Reitman–Frenkel method, using the Filisit-Diagnostics test kit, manufactured in Ukraine). Serum  $\gamma$ -glutamyl transpeptidase (GGTP) activity was determined by a unified method using the GGT kit (Filisit-Diagnostics, manufactured in Ukraine). The activity of free radical lipid oxidation processes was assessed by the content of lipid peroxidation products (the level of TBA-active products (TBP) in the liver was determined by the reaction with thiobarbituric acid, during which a colored complex with an absorption maximum at a wavelength of 535. The activity of the antioxidant enzyme superoxide dismutase (SOD) was determined by the degree of inhibition of quercetin oxidation; the concentration of reduced glutathione in the blood THO filtrate was determined by the glutathione transferase reaction. The blood THO filtrate was obtained by mixing blood with 10% trichloroacetic acid (TCA) in a ratio of 1:10, centrifuged for 10 min at 3000 rpm, and the supernatant (TCA filtrate) was collected in Eppendorf microtubes and stored at -20°C until analysis.

**Research results.** The results of the studies showed that experimental liver damage with carbon tetrachloride caused significant biochemical disturbances in its activity – destruction of cell membranes, increased cholestasis, imbalance of oxidant-antioxidant balance, as evidenced by a statistically significant increase in the group of untreated animals of markers of hepatocyte cytolysis – ALT activity increased 2 times or by 101.7%; cholestasis – GGTP activity increased 2.2 times (by 119.6%) and prooxidant molecules of TBA-reactants by 2.3 compared to animals in the control group ( $p < 0.05$ ). These changes were accompanied by a decrease in the activity of the antioxidant system SOD and reduced glutathione by 31.1% and 42.3%, respectively ( $p < 0.05$ ).

Using in the experiment DELM at a dose of 200 mg/kg and the reference drug Carsil at a dose of 100 mg/kg, it was observed that DELM and the reference drug in their prophylactic and therapeutic administration regimen effectively protected the liver from hepatotoxin damage, exhibiting a membrane-stabilizing effect. Against the background of the administration of the studied extract, the ALT level was significantly 32.3% lower than in the group of untreated animals, and at the same time differed slightly from Carsil, where the ALT activity decreased by 36.3% relative to untreated rats.

DELM also contributed to the reduction of oxidative stress processes and enhanced antioxidant protection of the liver of animals. This is evidenced by the reduction in the content of TBA reactants in the blood serum of treated animals by 1.95 times compared to the corresponding indicator of untreated rats ( $p < 0.05$ ). DELM contributed to a significant increase in markers of antioxidant protection – SOD activity in blood serum and the content of reduced glutathione in the THO-filtrate of blood increased by 27.1% and 46.8%, respectively ( $p < 0.05$ ). In terms of its ability to restore the oxidant-antioxidant balance, DELM was superior to the reference drug Carsil, since the modulation of these indicators against the background of its administration in animals was statistically different from those in the CCl<sub>4</sub>+DELM group ( $p < 0.05$ ), however, both agents showed a pronounced ability to reduce oxidative stress processes in the liver under the given experimental conditions.

### Conclusions.

1. DELM against the background of toxic hepatitis caused by carbon tetrachloride, accompanied by cholestasis, is characterized by a fairly high efficiency, improving biochemical indicators in blood serum and in the THO filtrate of blood.

2. It has been experimentally proven that DELM has sufficiently pronounced hepatoprotective properties, which are due to the presence of BAS in the studied extract (flavonoids, hydroxycinnamic acids, tannins, ascorbic acid, alkaloids), which exhibit antioxidant and membrane-stabilizing properties and affect all links in the pathogenesis of diseases of the hepatobiliary system.

**Key words:** dry extract from leaves of *Mahonia aquifolium*, hepatoprotective effect, carbon tetrachloride hepatitis.

**Вступ. Актуальність.** Захворювання печінки набувають дедалі більшого поширення у світі, що істотно позначається на якості життя хворих і призводить до серйозних та небезпечних для життя ускладнень. Сьогодні хвороби печінки уражають понад 10% населення планети та входять до п'яти найпоширеніших причин смертності (Karlsen et al.,

2022; Muriel, 2017; Hong et al., 2015). Особливе занепокоєння викликають зростання поширеності неалкогольної жирової хвороби печінки, а також збільшення кількості алкоголь-асоційованих гепатопатій. Окрім того, пандемія COVID-19, спричинена коронавірусом SARS-CoV-2, істотно вплинула на частоту виникнення хронічних захворювань печінки,

зокрема медикаментозно індукованих гострих гепатитів, а також на перебіг і прогресування хронічних гепатитів (Кошурба та ін., 2025; Гладких та ін., 2023; Ray, 2022).

Печінка є важливим органом, який відіграє вирішальну роль у регулюванні фізіологічних процесів, включаючи метаболізм, детоксикацію, підтримку гомеостазу, синтез білку та імунну відповідь, сприяє регулюванню балансу ліпідів та холестерину (Кошурба та ін., 2025; Gan Can et al., 2025; Qadri Syed Sanober et al., 2025). Окрім того, печінка відіграє вирішальну роль у детоксикації ксенобіотиків шляхом біотрансформації, що є важливим метаболічним шляхом для метаболізму чужорідних речовин (Rai et al., 2023). Ці функції переважно виконують гепатоцити, основні паренхіматозні клітини печінки. Захворювання печінки є широким спектром розладів, що характеризуються пошкодженням гепатоцитів та погіршують функцію печінки. Традиційні методи лікування допомагають контролювати симптоми та уповільнювати прогресування захворювання, але їм часто перешкоджають такі проблеми, як побічні ефекти, у тому числі ураження печінки синтетичними лікарськими засобами, та їх висока вартість, особливо в районах з обмеженими ресурсами (Santos et al., 2024; Rai et al., 2023; Osyodlo et al., 2022; Krishnareddy et al., 2018).

Одним із перспективних напрямів лікування захворювань печінки є використання природних лікарських засобів гепатопротекторів, які підвищують стійкість цього органу до впливу патологічних факторів та сприяють відновленню його функцій, посилюють детоксикаційну функцію гепатоцитів, мають антиоксидантні властивості. Для створення інноваційних методів лікування захворювань печінки науковці працюють над створенням нових гепатопротекторних засобів, у тому числі з рослинної сировини. Група гепатопротекторів рослинного походження є найчисленнішою і становить 52% від загальної кількості лікарських препаратів рослинного походження (Грицик та ін., 2022).

Біологічно активні речовини рослинних гепатопротекторів (сполуки фенольної природи: флавоноїди, гідроксикоричні кислоти, флаволігнани; каротиноїди, аскорбінова кислота), які мають виражені антиоксидантні властивості, не лише пом'якшують пошкодження печінки, а й забезпечують імуномодуляцію та лікування хронічних захворювань. Тому практика використання безпечних рослинних засобів із доведеною антиоксидантною дією отримала широке визнання як рішення для лікування багатьох захворювань (Hong et al., 2015).

Цінним джерелом біологічно активних речовин є магонія падуболиста (*Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.) – вид роду Магонія (*Mahonia* Nutt.) із родини барбарисові (*Berberidaceae*), який в Україні введено в культуру. Вид походить із західних областей Північної Америки (Gunduz, 2013).

Попередні дослідження показали, що магонія падуболиста містить низку біологічно активних речовин, які визначають її фармакологічну активність: сполуки фенольної природи (флавоноїди, гідроксикоричні кислоти, дубильні речовини), амінокислоти, жирні та органічні кислоти, ефірну олію тощо (Ластовиченко та ін., 2025a; Ластовиченко та ін., 2025b; Lastovychenko et al., 2025c).

З огляду на те, що магонія падуболиста містить загальновідомі за антиоксидантними та антицитолітичними властивостями фенольні сполуки, доцільним було дослідити гепатопротекторну активність сухого екстракту, отриманого з листків даної рослини.

**Мета дослідження** – вивчення гепатопротекторної дії сухого екстракту з листків магонії падуболистої на моделі тетрахлорметанового ураження печінки.

**Матеріали та методи дослідження.** Матеріалом для дослідження був сухий екстракт із листків магонії падуболистої (СЕЛМ), отриманий на кафедрі фармакогнозії з медичною ботанікою Тернопільського Національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського Міністерства охорони здоров'я України під керівництвом доцента Л. І. Будняк.

Екстракт листків магонії – сухий порошок темно-коричневого кольору без запаху, гіркий на смак, розчинний у холодній воді, малорозчинний у 96% етанолі.

СЕЛМ одержано з магонії падуболистої листків, які заготовляли на дослідних ділянках Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (м. Київ) у травні 2024 р. Стандартизували екстракт за вмістом флавоноїдів і поліфенолів.

Досліди виконано на 34 щурах-самцях лінії Wistar, отриманих із ДУ «Інститут фармакології та токсикології НАМН України», які утримувалися в умовах віварію Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова у стандартних умовах із вільним доступом до води та їжі. До початку експерименту тварин рандомізували за експериментальними групами залежно від маси тіла.

Дослідження проведено відповідно до біоетичних норм з урахуванням циркадних та сезонних ритмів. Експерименти проведено відповідно до Директиви Ради ЄС 2010/63/EU про дотримання законів, постанов та адміністративних положень держав ЄС із питань захисту тварин, що використовуються

з експериментальною та іншою науковою метою (Стефанов, 2009).

Гепатопротекторну дію СЕЛІМ вивчали на моделі гострого токсичного гепатиту, викликаного тетрахлорметаном (Ostrovsky et al., 2024; Slobodianiuk et al., 2020). Токсикант вводили у вигляді 50% олійного розчину на рафінованій соняшниковій олії внутрішньошлунково за допомогою металевого зонду у дозі 2,5 мл на 1 кг маси тіла тварини (Frank et al., 2020).

СЕЛІМ у дозі 200 мг/кг (доза, що відповідає 1/20 від  $LD_{50}$ ) та препарат порівняння: карсил («Карсил», таблетки, вкриті плівковою оболонкою, виробництва АТ «Софарма», Болгарія, який містить екстракт плодів розторопші плямистої 40,90–50,00 мг, що еквівалентно 22,5 мг силімарину, вираженого як силібінін) у дозі 100 мг/кг (доза, запозичена з літератури (Nwidu et al., 2018)) вводили тваринам внутрішньошлунково у лікувально-профілактичному режимі – за 7 діб до введення тетрахлорметану і на тлі моделювання гепатиту. Тетрахлорметан вводили в шлунок через 2 год після введення СЕЛІМ і реферес-препарату, що виключало їх пряму взаємодію на рівні шлунково-кишкового тракту. Контрольна група тварин отримувала еквівалентні кількості розчинників. Тривалість експерименту базувалася на результатах попередніх досліджень та даних літератури, які на підставі гістопатологічних і молекулярних змін запропонували експериментальні часові «відсічні точки» (cut-off points) для ефективного терапевтичного втручання після тетрахлорметанового ураження печінки – через 48 год після введення (Czekaj et al., 2022). Евтаназію тварин здійснювали шляхом знекровлення після анестезії кетаміном (75 мг/кг; ампули (50 мг) по 2 мл, виробництво АТ «Фармак», Київ, Україна).

Біохімічні дослідження виконано в науково-дослідній клініко-діагностичній лабораторії ВНМУ ім. М. І. Пирогова, сертифікованій МОЗ України (свідоцтво про переатестацію №114/21 від 03.09.2021). Сироватку отримували шляхом центрифугування крові при 1500 об/хв протягом 20 хв. Аліквоти сироватки крові відбирали в мікропробірки Eppendorf і до проведення аналізу зберігали при  $-20^{\circ}\text{C}$ . Безбілковий фільтрат крові отримували за змішування крові з 10% трихлороцтовою кислотою (ТХО) у співвідношенні 1:10, далі центрифугували 10 хв при 3000 об/хв та відбирали надосад у мікропробірки Eppendorf і зберігали при  $-20^{\circ}\text{C}$  до проведення аналізу.

Стан печінки оцінювали за активністю маркерного ферменту цитолізу аланінамінотрансферази (АлАТ) (метод Райтмана – Френкеля, за допомо-

гою тест-набору «Філісіт-Діагностика», Україна). Сироваткову активність  $\gamma$ -глутамілтранспептидази (ГГТП) визначали уніфікованим методом за допомогою набору «ГГТ» («Філісіт-Діагностика», Україна). Активність процесів вільнорадикального окиснення ліпідів оцінювали за показниками вмісту продуктів пероксидного окиснення ліпідів (рівень ТБК-активних продуктів (ТБП) у печінці визначали за реакцією з тіобарбітуровою кислотою, у ході якої утворюється забарвлений комплекс із максимумом поглинання за довжини хвилі 535 нм (Mihara et al., 1978). Активність антиоксидантного ферменту супероксиддисмутази (СОД) визначали за ступенем пригнічення окиснення кверцитину (Байляк та ін., 2006). Концентрацію відновленого глутатіону визначали у ТХО-фільтраті крові в глутатіонтрансферазній реакції (Asaoka et al., 1981). ТХО-фільтрат крові отримували під час змішування крові з 10% трихлороцтовою кислотою (ТХО) у співвідношенні 1:10, центрифугували 10 хв при 3000 об/хв та відбирали надосад (ТХО-фільтрат) у мікропробірки Eppendorf і зберігали при  $-20^{\circ}\text{C}$  до проведення аналізу.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням програмного забезпечення STATISTICA 13.0 (TIBCO Software Inc., USA). Дані представлено у вигляді  $M \pm m$  (середнє значення  $\pm$  стандартна похибка середнього).

Нормальність розподілу вибірок перевіряли за критерієм Шапіро – Вілка. За умови нормального розподілу для порівняння показників між незалежними групами застосовували однофакторний дисперсійний аналіз (one-way ANOVA) з подальшим множинним порівнянням за критерієм Tukey (post-hoc test).

Для кожного показника наводили значення F-критерію, число ступенів свободи (df) та точне значення p. Статистично значущими вважали відмінності при  $p < 0,05$ .

**Результати дослідження та їх обговорення.** Відомо, що токсичний гепатит, викликаний тетрахлорметаном, супроводжувався виразним порушенням функції та стану печінки.

Тетрахлорметан-індукована (CCl<sub>4</sub>) гепатотоксичність у модельних тварин за основними патогенетичними механізмами значною мірою відповідає ураженню печінки у людини, тому широко використовується в експериментальній гепатології (Sharma et al., 2025).

Експериментальне ураження печінки тетрахлорметаном супроводжувалося вираженими біохімічними змінами, що відображають розвиток цитолітичного, холестатичного та оксидативного синдромів (табл. 1).

**Вплив сухого екстракту з листків магонії падуболистої та референс-препарату на біохімічні показники цитолізу гепатоцитів, холестазу та оксидативного стресу за тетрахлорметан-індукованого ураження печінки (M±m)**

Групи тварин	n	Сироватка крові				ТХО-фільтрат крові
		АЛТ, мкмоль/хв·л	ГГТП, мккат/л	ТБК-реактанти, мкмоль/л	СОД, ум.од.	Відновлений глутатіон, мкмоль/л
Контроль	10	17,2 ±0,09	0,610 ±0,059	3,66 ±0,12	80,4 ±1,03	1,24±0,08
Контрольна патологія (КП)	10	34,7±0,82*	1,34±0,09*	8,45 ±0,39*	55,4±0,84*	0,715±0,057*
КП+СЕЛМ, 200 мг/кг	7	23,5±0,59**	0,964±0,063**	4,32±0,26** <sup>S</sup>	70,4±1,75** <sup>S</sup>	1,05±0,05** <sup>S</sup>
КП+карсил, 100 мг/кг	7	22,1±0,50**	0,871±0,051**	5,70±0,43**	65,6±1,38**	0,860±0,061*

Примітки: \* – p<0,05 відносно контрольної групи; 1.# – p<0,05 відносно групи тварин з тетрахлорметан-ураженням печінки без лікування; 2.S – p<0,05 між групами тварин, які отримували лікування СЕЛМ та карсилом

У групі контрольної патології відносно інтактного контролю встановлено статистично значуще підвищення активності маркерів цитолізу гепатоцитів: рівень АЛТ зріс у 2 рази (на 101,7%; p<0,05), а активність ГГТП – у 2,2 рази (на 119,6%; p<0,05). Паралельно спостерігалось підвищення вмісту ТБК-реактантів у 2,3 рази (p<0,05), що свідчить про інтенсифікацію процесів перекисного окиснення ліпідів зазначені зміни супроводжувалися пригніченням антиоксидантної системи: активність СОД зменшилася на 31,1%, а рівень відновленого глутатіону – на 42,3% порівняно з контрольною групою (p<0,05).

Із метою профілактики та корекції токсичного ураження печінки застосовують антиоксиданти – лікарські засоби, що пригнічують тетрахлорметан-індуковану цитотоксичність або модулюють активність ізоферментів системи СУР450 і можуть забезпечувати гепатопротекторний ефект (Unsal et al., 2020).

Окрему увагу в профілактиці та корекції токсичних уражень печінки привертають рослинні гепатопротектори, які завдяки високому вмісту флавоноїдів, фенольних сполук, терпеноїдів та алкалоїдів виявляють виражені антиоксидантні, мембраностабілізуювальні та протизапальні властивості.

Біологічно активні речовини рослин знижують інтенсивність перекисного окиснення ліпідів, стабілізують мембрани гепатоцитів і модулюють активність системи цитохрому Р450. Застосування гепатопротекторів рослинного походження розглядається як перспективний напрям комплексної терапії та профілактики тетрахлорметан-індукованого токсичного гепатиту (Qadri Syed Sanober et al., 2025).

Уведення СЕЛМ у дозі 200 мг/кг у лікувально-профілактичному режимі ефективно захищали печінку від ураження гепатотоксином, проявляючи

мембраностабілізуювальну дію. Так, на тлі введення досліджуваного екстракту рівень АЛТ був вірогідно на 32,3% меншим, аніж у групі нелікованих тварин, і при цьому незначно відрізнявся від карсилу, де активність АЛТ зменшувалася на 36,3% відносно нелікованих щурів (табл. 1).

Обидва фітозасоби вірогідно попереджали посилення холестатичних процесів у печінці, ушкодженій тетрахлорметаном. Статистично вірогідної різниці між показником СЕЛМ і препаратом порівняння карсилом не було виявлено (p>0,05).

СЕЛМ також достовірно знижував інтенсивність оксидативного стресу: уміст ТБК-реактантів зменшувався у 1,95 рази відносно групи патології (p<0,05). Водночас спостерігалось відновлення активності антиоксидантної системи: активність СОД зростала на 27,1%, а концентрація відновленого глутатіону – на 46,8% порівняно з нелікованими тваринами (p<0,05).

СЕЛМ сприяв вірогідному зростанню маркерів антиоксидантного захисту: активність СОД у сироватці крові та вміст відновленого глутатіону в ТХО-фільтраті крові збільшилися на 27,1% і 46,8% відповідно (p<0,05). За здатністю відновлювати оксидантно-антиоксидантну рівновагу СЕЛМ перевершував референтний препарат карсил, оскільки модуляція зазначених показників на тлі його введення у тварин статистично відрізнялася від таких у групі «ССІ<sub>4</sub>+СЕЛМ» (p<0,05), проте обидва засоби показали виразну здатність зменшувати процеси оксидативного стресу в печінці за даних умов експерименту.

Детальний аналіз міжгрупових відмінностей представлено в табл. 2.

Однофакторний дисперсійний аналіз підтвердив, статистично значущий вплив експеримен-

Таблиця 2

Результати однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA)

Показник	F (3;30)	P
АлАТ	187,56	<0,001
ГГТП	20,65	<0,001
ТБК-реактанти	50,95	<0,001
СОД	87,21	<0,001
Відновлений глутатіон	13,35	<0,001

Примітка. Міжгрупові відмінності оцінювали методом однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) з подальшим post-hoc тестом Tukey. Статистично значущими вважали відмінності за  $p < 0,05$

тальних втручань на всі досліджувані показники: АЛТ– $F(3,30)=187,56; p<0,0001$ ; ГГТП– $F(3,30)=20,65; p=1,9 \times 10^{-7}$ ; ТВК –  $F(3,30)=50,95; p<0,0001$ ; СОД –  $F(3,30)=87,21; p<0,0001$ ; відновлений глутатіон –  $F(3,30)=13,35; p=1,0 \times 10^{-5}$ . Подальший post-hoc-аналіз за критерієм Tukey підтвердив наявність статистично значущих відмінностей між групами, що узгоджується з даними, наведеними в табл. 1.

Таким чином, СЕЛМ за профілактично-лікувального введення на моделі тетрахлорметанового гепатиту у щурів проявляв виразну мембраностабілізуювальну дію, протидіяв холестатичному ураженні

печінки. За цими ефектами він практично співставлявся з еталонним гепатопротектором рослинного походження карсиллом. Натомість за протидією оксидативному стресу та здатністю посилювати антиоксидантні процеси в печінці СЕЛМ вірогідно перерешував активність препарату порівняння.

СЕЛМ, як і референс-препарат, покращували стан печінки, значно зменшуючи ознаки ураження гепатотоксином, проте на тлі їх уведення не було досягнуто повної нормалізації показників, що вивчалися.

**Висновок.**

**1. СЕЛМ на тлі токсичного гепатиту, викликаного тетрахлорметаном, що супроводжувався холестазом, характеризується достатньо високою ефективністю, покращуючи біохімічні показники у сироватці крові та в ТХО-фільтраті крові.**

**2. Експериментально доведено, що СЕЛМ має достатньо виражені гепатопротекторні властивості, які зумовлені наявністю у досліджуваному екстракті БАР (флавоноїдів, гідроксикоричних кислот, дубильних речовин, аскорбінової кислоти, алкалоїдів), які проявляють антиоксидантні та мембраностабілізуювальні властивості і впливають на всі ланки патогенезу хвороб гепатобіліарної системи.**

**ЛІТЕРАТУРА**

Karlsen T. H., Sheron N., Zelber-Sagi S. ... Manns M. P. The EASL-Lancet liver commission: protecting the next generation of Europeans against liver disease complications and premature mortality. *Lancet*. 2022. Vol. 399 (10319). P. 61–116. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01701-3

Muriel P. The liver: general aspects and epidemiology. In: Muriel P., editor. *Liver pathophysiology: therapies and antioxidants*. Elsevier; Waltham, MA: 2017. P. 3–22.

Hong M., Li S., Tan H. Y., Wang N., Feng Y. Current status of herbal medicines in chronic liver disease therapy: the biological effects, molecular targets and future prospects. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015. Vol. 16 (12). P. 28705–28745. DOI: 10.3390/ijms161226126

Кошурба І. В., Гладких Ф. В., Лядова Т. І. Чиж М. О. Гепатопротекція: інноваційні стратегії та клінічні перспективи біотехнологічних підходів. Вінниця: ТВОРИ, 2025. 176 с.

Ray G. Management of liver diseases: current perspectives. *World Journal of Gastroenterology*. 2022. Vol. 28 (40). P. 5818–5826. DOI: 10.3748/wjg.v28.i40.5818

Гладких Ф. В., Белочкіна І. В., Кошурба І. В., Чиж М. О. Сучасна гепатопротекція: огляд існуючих підходів та перспектив використання біотехнологічних препаратів. *Сучасні медичні технології*. 2023. № 3. С. 58–65. DOI: 10.34287/MMT.3(58).2023.9

Gan Can, Yuan Yuan, Shen Haiyuan ... Jia Xiao Liver diseases: epidemiology, causes, trends and predictions. *Signal Transduct Target Ther*. 2025. Vol. 10 (1). P. 33. DOI: 10.1038/s41392-024-02072-z

Qadri Syed Sanobar, Javaid Darakhshan, Reyaz Shahid Yousuf Ganie, Mohd Salim Reshi Adfar Liver disorders and phytotherapy. *Toxicol Rep*. 2025. Vol. 14. DOI: 10.1016/j.toxrep.2025.102047

Rai M., Paudel N., Sakhrieet M. Perspective on quantitative structure–toxicity relationship (QSTR) models to predict hepatic biotransformation of xenobiotics. *Livers*. 2023. Vol. 3 (3). P. 448–462.

Krishnareddy T., Thomas N., Nair J. V. Mulakal J. N., Maliakel B. P., Krishnakumar I. M. A novel curcumin-galactomannoside complex delivery system improves hepatic function markers in chronic alcoholics: a double-blinded, randomized, placebo-controlled study. *BioMed. Res. Int*. 2018. Vol. 2018 (1). DOI: 10.1155/2018/9159281

Santos A. A., Delgado T. C., Marques V., Ramirez-Moncayo C., Alonso C., Vidal-Puig A., Hall Z., Martínez-Chantar M. L., Rodrigues C. M. P. Spatial metabolomics and its application in the liver. *Hepatology*. 2024. Vol. 79. P. 1158–1179. DOI: 10.1097/HEP.000000000000341

Osyodlo H., Boichak M., Fedorova O. Rational choice of hepatoprotectors for drug-induced liver injury. *Gastroenterology*. 2022. Vol. 56 (3). P. 179–189. DOI: 10.22141/2308-2097.56.3.2022.507.

Грицик Р. А., Струк О. А., Грицик Л. М., Дмитрів А. М. Доклінічні дослідження екстрактів видів роду Полин. *Art of Medicine*. 2022. № 4 (24). С. 27–32. DOI: 10.21802/artm.2022.4.24.27

Gunduz K. Morphological and phytochemical properties of *Mahonia aquifolium* from Turkey. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 2013. Vol. 50 (3). P. 439–443.

Ластовиченко Є., Джуренко Н., Слободянюк Л., Будняк Л., Кузьмак І., Марчишин С. Дослідження жирнокислотного складу магонії падуболистої. *Фітотерапія. Часопис*. 2025. № 2. 117–125. DOI: 10.32782/2522-9680-2025-2-117

Ластовиченко Є., Слободянюк Л., Бойко Л., Савченко І., Гарліцька Н., Будняк Л., Хара М., Марчишин С. Визначення вмісту вуглеводів у *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. *Фітотерапія. Часопис*. 2025. № 3. С. 237–247. DOI: 10.32782/2522-9680-2025-3-237

Lastovychenko Y., Marchyshyn S., Slobodianiuk L., Budniak L., Kischuk V., Hlushchenko O. Determination of amino acids content of the mahonia aquifolium by GC/MS. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2025. № 2 (54). P. 78–85. DOI: 10.15587/2519-4852.2025.327913

Стефанов О., Бухтіарова Т., Коваленко В. Настанова СТ-Н МОЗУ 42-6.0:2008. Лікарські засоби. Належна лабораторна практика (видання офіційне). Київ : Моріон, 2009. С. 37–68.

Ostrovsky N., Deikalo I., Marchyshyn S., Osadchuk D., Slobodianiuk L., Budniak L., Karel O. Study of the choleric and hepatoprotective effects of collection of medicinal plants. *Fitoterapia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*. 2024. № 4. P. 246–256. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-4-246>

Slobodianiuk L., Budniak L., Marchyshyn S., Basaraba R. Investigation of the hepatoprotective effect of the common cat's foot herb dry extract. *Pharmacologyonline*. 2020. Vol. 3. P. 310–318.

Frank D., Savir S., Gruenbaum B., Melamed I., Grinshpun J., Kuts R., Knyazer B., Zlotnik A., Vinokur M., Boyko M. Inducing Acute Liver Injury in Rats via Carbon Tetrachloride (CCl<sub>4</sub>) Exposure Through an Orogastric Tube. *J. Vis Exp*. 2020. Vol. 158. DOI: 10.3791/60695

Nwidu L. L., Oboma Y. I., Elmorsy E., Carter W. G. Hepatoprotective effect of hydromethanolic leaf extract of *Musanga cecropioides* (Urticaceae) on carbon tetrachloride-induced liver injury and oxidative stress. *J. Taibah Univ Med. Sci*. 2018. Vol. 13 (4). P. 344–354. DOI: 10.1016/j.jtumed.2018.04.006

Czekaj P., Król M., Limanówka L., Aleksandra Skubis-Sikora<sup>1</sup>, Emanuel Kolanko<sup>1</sup>, Edyta Bogunia<sup>1</sup>, Mateusz Hermyt<sup>1</sup>, Marcin Michalik<sup>1</sup>, Bartosz Sikora<sup>1</sup>, Agnieszka Prusek<sup>1</sup>, Aniela Grajoszek<sup>3</sup>, Jacek Pająk Dynamics of Acute Liver Injury in Experimental Models of Hepatotoxicity in the Context of Their Implementation in Preclinical Studies on Stem Cell Therapy. *J. Front Biosci (Landmark Ed)*. 2022. Vol. 27 (8). P. 237. DOI: 10.31083/j.fbl2708237

Mihara M., Uchiyama M. Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test. *Anal Biochem*. 1978. Vol. 86 (1). P. 271–278. DOI: 10.1016/0003-2697(78)90342-1

Байляк М. М., Семчишин Г. М., Лушак В. І. Участь каталази і супероксиддисмутази у відповіді *Saccharomyces cerevisiae* на дію пероксиду водню в експоненційній фазі росту. *Український біохімічний журнал*. 2006. № 78(2). С. 79–85.

Asaoka K., Takahashi K. An enzymatic assay of reduced glutathione using glutathione S-aryltransferase with O-dinitrobenzene as a substrate. *J. Biochem*. 1981. Vol. 90. No. 5. P. 1237–1242.

Sharma P., Asediya V., Kalra G. Hepatoprotective Effect of Silymarin Herb in Prevention of Liver Dysfunction Using Pig as Animal Model. *Nutrients*. 2025. Vol. 17 (20). P. 3278. DOI: 10.3390/nu17203278

Unsal V., Cicek M., Sabancilar İ. Toxicity of carbon tetrachloride, free radicals and role of antioxidants. *Rev. Environ. Health*. 2020. Vol. 36 (2). P. 279–295. DOI: 10.1515/reveh-2020-0048

## REFERENCES

Karlsen, T.H., Sheron, N., & Zelber-Sagi, S. (2022). The EASL-Lancet liver commission: protecting the next generation of Europeans against liver disease complications and premature mortality. *Lancet*. 399 (10319). 61–116. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01701-3

Muriel, P. (2017). The liver: general aspects and epidemiology. In: Muriel P., editor. *Liver pathophysiology: therapies and antioxidants*. Elsevier; Waltham, MA: 3–22.

Hong, M., Li, S., & Tan, H.Y. (2015). Current status of herbal medicines in chronic liver disease therapy: the biological effects, molecular targets and future prospects. *International Journal of Molecular Sciences*. 16 (12). 28705–28745. DOI: 10.3390/ijms161226126

Koshurba, I. V., Hladkykh, F. V., Lyadova, T. I., & Chyzh, M. O. (2025). Hepatoprotektsiya: innovatsiyini stratehiyi ta klinichni perspektyvy biotekhnolohichnykh pidkhodiv [Hepatoprotection: innovative strategies and clinical prospects of biotechnological approaches]. Vinnytsya: TVORY, 176 s. [in Ukrainian].

Ray, G. (2022). Management of liver diseases: current perspectives. *World Journal of Gastroenterology*. 28 (40). DOI: 10.3748/wjg.v28.i40.5818

Hladkykh, F. V., Byelochkina, I. V., Koshurba, I. V., & Chyzh, M. O. (2023). Suchasna hepatoprotektsiya: ohlyad isnuuyuchykh pidkhodiv ta perspektyv vykorystannya biotekhnolohichnykh preparativ [Modern hepatoprotection: a review of existing approaches and prospects for the use of biotechnological drugs]. *Suchasni medychni tekhnolohiyi – Modern Medical Technologies*. 3. 58–65. DOI: 10.34287/MMT.3(58).2023.9

Gan, Can, Yuan, Yuan, & Shen, Haiyuan (2025). Liver diseases: epidemiology, causes, trends and predictions. *Signal Transduct Target Ther*. 10 (1). 33. DOI: 10.1038/s41392-024-02072-z

Qadri, Syed Sanober, Javaid, Darakhshan, & Reyaz, Adfar (2025). Liver disorders and phytotherapy. *Toxicol. Rep*. 14. DOI: 10.1016/j.toxrep.2025.102047

Rai, M., Paudel, N., & Sakhriect, M. (2023). Perspective on quantitative structure–toxicity relationship (QSTR) models to predict hepatic biotransformation of xenobiotics. *Livers*. 3(3). 448–462.

Krishnareddy, T., Thomas, N., & Nair, J. V. (2018). A novel curcumin-galactomannoside complex delivery system improves hepatic function markers in chronic alcoholics: a double-blinded, randomized, placebo-controlled study. *BioMed. Res. Int*. 2018 (1). DOI: 10.1155/2018/9159281

- Santos, A. A., Delgado, T. C., & Marques, V. (2024). Spatial metabolomics and its application in the liver. *Hepatology*. 79. 1158–1179. DOI: 10.1097/HEP.0000000000000341
- Osyodlo, H., Boichak, M., & Fedorova, O. (2022). Rational choice of hepatoprotectors for drug-induced liver injury. *Gastroenterology*. 56(3). 179–189. DOI: 10.22141/2308-2097.56.3.2022.507
- Hrytsyk, R. A., Struk, O. A., Hrytsyk, L. M., & Dmytriv, A. M. (2022). Doklinichni doslidzhennya ekstraktiv vydiv rodu Polyn [Preclinical studies of extracts of species of the genus Wormwood]. *Art of Medicine*. 4 (24). 27–32. DOI: 10.21802/artm.2022.4.24.27 [in Ukrainian].
- Gunduz, K. (2013). Morphological and phytochemical properties of *Mahonia aquifolium* from Turkey. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 50 (3), 439–443.
- Lastovychenko, Y. E., Dzhurenko, N., & Slobodyanyuk, L. (2025a). Doslidzhennya zhynokyslotnoho skladu mahoniyi padubolistoyi [Research on the fatty acid composition of *Mahonia aquifolium*]. *Fitoterapiya. Chasopys – Phytotherapy. Journal*. 2, 117–125. DOI: 10.32782/2522-9680-2025-2-117 [in Ukrainian].
- Lastovychenko, Y. E., Slobodyanyuk, L., & Boyko, L. (2025b). Vyznachennya vmistu vuhlevodiv u *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt. [Determination of carbohydrate content in *Mahonia aquifolium* (Pursh) Nutt.]. *Fitoterapiya. Chasopys. – Phytotherapy. Journal*. 3. 237–247. DOI: 10.32782/2522-9680-2025-3-237 [in Ukrainian].
- Lastovychenko, Y., Marchyshyn, S., & Slobodianiuk, L. (2025c). Determination of amino acids content of the mahonia aquifolium by GC/MS. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2(54). 78–85. DOI: 10.15587/2519-4852.2025.327913
- Stefanov, O., Bukhtiarova, T., & Kovalenko, V. (2009). Nastanova ST-N MOZU 42-6.0:2008. Likarski zasoby. Nalezna laboratorna praktyka (vydannya ofitsiyne) [Guideline ST-N MOZU 42-6.0:2008. Medicinal products. Good laboratory practice (official edition)]. Kyiv: Morion, 37–68 [in Ukrainian].
- Ostrovsky N., Deikalo I., Marchyshyn S., Osadchuk D., Slobodianiuk L., Budniak L., & Karel O. (2024). Study of the choleric and hepatoprotective effects of collection of medicinal plants. *Fitoterapiya. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 4, 246–256. DOI: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2024-4-246>
- Slobodianiuk L., Budniak L., Marchyshyn S., & Basaraba R. (2020). Investigation of the hepatoprotective effect of the common cat's foot herb dry extract. *Pharmacologyonline*. Vol. 3. P. 310–318.
- Frank, D., Savir, S., & Gruenbaum, B. (2020). Inducing Acute Liver Injury in Rats via Carbon Tetrachloride (CCl<sub>4</sub>) Exposure Through an Orogastric Tube. *J. Vis. Exp.* 158. DOI: 10.3791/60695
- Nwidu, L. L., Oboma, Y. I., Elmorsy, E., & Carter, W. G. (2018). Hepatoprotective effect of hydromethanolic leaf extract of *Musanga cecropioides* (Urticaceae) on carbon tetrachloride-induced liver injury and oxidative stress. *J. Taibah Univ. Med. Sci.* 13(4). 344–354. DOI: 10.1016/j.jtumed.2018.04.006
- Czekaj, P. Król, M., & Limanówka, Ł. (2022). Dynamics of Acute Liver Injury in Experimental Models of Hepatotoxicity in the Context of Their Implementation in Preclinical Studies on Stem Cell Therapy. *J. Front Biosci (Landmark Ed)*. 27(8). 237. DOI: 10.31083/j.fbl2708237
- Mihara, M., & Uchiyama, M. (1978). Determination of malonaldehyde precursor in tissues by thiobarbituric acid test. *Anal Biochem*. 86(1). 271–278. DOI: 10.1016/0003-2697(78)90342-1
- Baylyak, M. M., Semchishyn, H. M., & Lushchak, V. I. (2006). Uchast katalazy i superoksyddysmutazy u vidpovidi *Saccharomyces cerevisiae* na diyu peroksydu vodnyu v eksponentsyyniy fazi rostu [Participation of catalase and superoxide dismutase in the response of *Saccharomyces cerevisiae* to the action of hydrogen peroxide in the exponential growth phase]. *Ukr. biokhim. zhurn. Ukr. biochem. zhurn.*, 78(2). 79–85 [in Ukrainian].
- Asaoka, K., & Takahashi, K. (1981). An enzymatic assay of reduced glutathione using glutathione S-aryltransferase with O-dinitrobenzene as a substrate. *J. Biochem*. 90, 5. 1237–1242.
- Sharma, P., Asediya, V., & Kalra, G. (2025). Hepatoprotective Effect of Silymarin Herb in Prevention of Liver Dysfunction Using Pig as Animal Model. *Nutrients*. 17(20). 3278. DOI: 10.3390/nu17203278
- Unsal, V., Cicek, M., & Sabancilar, İ. (2020). Toxicity of carbon tetrachloride, free radicals and role of antioxidants. *Rev. Environ. Health*. 36(2). 279–295. DOI: 10.1515/reveh-2020-0048

Дата першого надходження статті до видання: 17.11.2025  
 Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026  
 Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.04.2026

**Конфлікт інтересів:** відсутній.

**Внесок авторів:**

**Марчишин С.М.** – ідея, дизайн дослідження, коректування статті, остаточне затвердження статті;

**Демянчук М.Р.** – збір та аналіз літератури, участь у написанні статті;

**Волощук Н.І.** – проведення досліджень, участь у написанні статті, висновки;

**Салій З.В.** – участь у написанні статті, анотації;

**Слободянюк Л.В.** – збір та аналіз літератури, участь у написанні статті;

**Будняк Л.І.** – збір та аналіз літератури, участь у написанні статті;

**Ластовиченко Є.А.** – проведення досліджень, обробка матеріалу, статистична обробка даних.

Електронна адреса для листування з авторами: [marchyshyn@tdmu.edu.ua](mailto:marchyshyn@tdmu.edu.ua)