

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
40021 м. Суми, вул. Г.Кондратьєва, 160, тел./факс (0542)787-422

**ЗВІТ**

**по господарсько-договірній темі**

**«Обґрунтування доцільності переробки шовковиці чорної *Mórus nígra L.*»**

Результати роботи розглянуто на засіданні кафедри технологій та безпеки харчових продуктів, протокол № 9 від «19» січня 2024 р.

Суми - 2024

## Перелік виконавців

Кандидат т. наук, доцент  
кафедри технологій та  
безпеки харчових продуктів  
СНАУ

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'M. Samlik', is written over a horizontal line.

Марина САМІЛІК

## РЕФЕРАТ

Звіт містить 21 сторінка, 15 літературних джерел

ШОВКОВИЦЯ ЧОРНА, ХІМІЧНИЙ СКЛАД, ВІТАМІНИ, АМІНОКИСЛОТИ,  
АНТИОКСИДАНТИ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, СІК

**Мета** – дослідження харчової та біологічної цінності шовковиці чорної з огрунтування застосування її у харчовій промисловості.

**Результати.** Проаналізовано хімічний склад шовковиці чорної, амінокислотний склад, технологічні властивості.

## Зміст

Вступ	5
Результати	13
І Хімічний склад шовковиці	13
II Антиоксидантні властивості шовковиці	15
III Розробка способу комплексної переробки шовковиці	18
Висновок	19
Список використаних джерел	20

## Вступ

Шовковиця (*Morus sp.*) була одомашнена протягом тисячоліть і була адаптована до широкого району тропічних, субтропічних і помірних зон Азії, Європи, Північної та Південної Америки та Африки. Найважливішими широко вирощуваними видами *Morus*, багатими на антоціани, є *Morus alba*, *Morus rubra* та *Morus nigra*. *Morus alba* має біло-фіолетові плоди з дуже солодким смаком і низькою кислотністю. Її плоди швидкопсувні і в основному використовуються для споживання у свіжому вигляді. *M. rubra*, відома як «червона шовковиця», має високий вміст сухої речовини, солодкий смак і низьку кислотність. *M. nigra*, відома як «чорна шовковиця», має соковиті плоди надзвичайного кольору та неповторного, злегка кислого смаку. Тутові дерева історично використовувалися для отримання листя в шовківництві. Крім того, їх плоди, коріння та кора використовувалися в народній медицині (особливо в китайській) для лікування діабету, гіпертонії, анемії та артриту.



Лікарські рослини з родини *Moraceae* мають різноманітне застосування в сільському господарстві, косметиці, харчовій та фармацевтичній промисловості. Їх широкий спектр фармакологічної активності для лікування багатьох запальних захворювань, раку, серцево-судинних захворювань і

шлунково-кишкових проблем відображає їх біологічну та терапевтичну цінність. У цій лікарській рослині містяться такі фітохімічні речовини, як стероїди, сапоніни, алкалоїди, глікозиди, полісахариди та фенольні сполуки, включаючи терпеноїди, флавоноїди, антоціани та дубильні речовини. Водні, етанольні та метанольні екстракти, а також біологічно активні сполуки мають антиоксидантну, гіпоглікемічну, нефропротекторну, антимікробну, нейропротекторну, антимуутагенну, гепатопротекторну, антигельмінтну, імуномодулюючу, кардіопротекторну та шкірну дію. Додавання шовковиці в харчові продукти покращує стабільність фенолів, сенсорні властивості, антиоксидантну активність та антимікробні властивості.

Рід *Morus* визнаний для лікування та профілактики цукрового діабету завдяки своїй гіпоглікемічній дії. Він також може принести користь для здоров'я завдяки імуномодулюючій, протизапальній та антиноцицептивній дії. Було виявлено, що види *Morus* містять фенольні сполуки, флавоноїди та антоціани, які діють як важливі антиоксиданти та благотворно впливають на здоров'я людини. Ці фітохімічні сполуки відрізняються між видами. Ожина (*Morus nigra*) багата флавоноїдами, а біла шовковиця (*Morus alba*) має низькі концентрації флавоноїдів і антоціанів. Крім того, ще одним важливим фактором є забезпечення повного виключення токсичних ризиків при використанні лікарських рослин для лікування захворювань. Дослідження показали відсутність токсичних ефектів при введенні екстрактів видів *Morus*. Таким чином, тутове дерево має нутрицевтичний потенціал. Тому це перспективна альтернатива лікарським засобам на основі лікарських рослин.

Шовковиця — це швидкоростуча листопадна рослина, яка зустрічається в різноманітних кліматичних, топографічних і ґрунтових умовах і широко поширена від помірних до субтропічних регіонів. Завдяки наявності цінних фітохімічних компонентів, шовковиця як ціла рослина здавна використовується як функціональна їжа. Плоди шовковиці важко зберігати, оскільки вони мають відносно високий вміст води. Тому для належного використання виробляються різні продукти з доданою вартістю, такі як сиропи, кабачки, чаї, пестильний

пісок, пекмез (турецькі субпродукти), йогурти, джеми, желе, вина, оцет, хліб, печиво, парати та багато іншого. За кордоном ці продукти з доданою вартістю комерційно продаються та легко доступні, хоча в Індії ця універсальна лікарська рослина все ще не має своєї ідентичності в комерційному та промисловому масштабі. Для правильного використання шовковиці або збільшення терміну зберігання, збереження поживних і органолептичних якостей, а також мінімізації відходів, можливість впровадження шовковиці як функціонального продукту харчування та нутрицевтичного засобу є актуальною потребою, на яку з нетерпінням чекають багато дослідників. Тим не менш, винятково багаті поживними речовинами та порівняно низьким вмістом жирів можна вважати гарним вибором для здорових споживачів.

Азербайджанці використовують плоди *M. nigra* для лікування таких захворювань, як захворювання жовчного міхура, печінки та серця.

Наявність цінних компонентів у листі та плодах шовковиці робить рослину придатною для віднесення до категорії функціональних харчових продуктів, корисних для здоров'я людини на додаток до її основної поживної функції.

Повністю дозрілі плоди шовковиці мають чудовий апетитний смак з хорошим ароматом і смаком. Його цінують для безпосереднього споживання та виготовлення продуктів з доданою вартістю. Плоди шовковиці вважаються корисними для людей завдяки їх високому поживному значенню. Крім того, плоди шовковиці містять різноманітні поживні елементи, які відіграють важливу роль у метаболізмі людини.

Плоди *M. alba* є хорошим джерелом вуглеводів, ліпідів, білків, вітамінів, мінералів і клітковини. Кількість білка у свіжих плодах *M. alba* вища, ніж у малині і полуниці, і порівнянна з ожиною, тоді як вміст антоціанів вище, ніж ожина, чорниця, чорна та червона смородина. Плід *M. alba* містить як незамінні, так і незамінні амінокислоти. Співвідношення незамінних амінокислот до загальної кількості амінокислот становить 42 відсотки, що майже дорівнює певним багатим білком продуктам, таким як риба та молоко.

Тому його можна вважати чудовим джерелом білка. Хімічні структури деяких важливих метаболітів наведені на рис. 3 . Кожен різновид *Morus* містить значну кількість вітаміну С , однак серед усіх різновидів *M. nigra* містить максимальну кількість. Вміст аскорбінової кислоти в *M. alba* та *M. nigra* становить відповідно 15,81 та 12,81 мг/100 г ваги свіжого плоду. Ягоди шовковиці також містять деякі важливі алкалоїди, які активують макрофаги, стимулюючи імунну систему і, отже, захищають організм людини від загроз здоров'ю. Найважливішими алкалоїдами, виділеними з листя шовковиці, є 1-дезоксинаїриміцин (DNJ), 1,4-дідезоксид-1,4-іміно-D-рибіт і 1,4-дідезоксид-1,4-іміно-D-арабінітол. Основними цукрами, присутніми в шовковиці, є фруктоза та глюкоза, кількість яких збільшується з дозріванням. Серед широко відомих сортів *M. alba* має максимальний вміст жиру 1,10%, за ним йдуть *M. nigra* з 0,95% і *M. rubra* з 0,85%. Олейнова кислота , пальмітинова кислота і ліноленова кислота є основними жирними кислотами в плодах шовковиці. Послідовність жирних кислот у плодах *M. alba* — це поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК), за якими йдуть мононенасичені жирні кислоти (МНЖК) і насичені жирні кислоти. Серед усіх жирних кислот ПНЖК є основною жирною кислотою в плодах шовковиці, що становить щонайменше 76,68%, що навіть вище, ніж у полуниці. У плодах шовковиці міститься багато органічних кислот , а саме лимонна кислота, винна кислота, яблучна кислота, бурштинова кислота та фумарова кислота, однак яблучна кислота є переважно органічною кислотою в усіх видах. Шовковиця також є чудовим джерелом деяких важливих мінералів, зокрема кальцію, фосфору, калію, магнію та натрію. Тим не менш, вміст мінералів відрізняється в залежності від фенотипу. Незважаючи на те, що *M. alba*, *M. nigra* та *M. rubra* належать до одного роду, все ж є деякі відмінності в їхніх фізико-хімічних параметрах.

Вино Плоди *M. alba* використовували як сировину для варіння фруктового вина. Фенольні речовини, присутні у винах, були виявлені за допомогою ВЕРХ.



Сироп Плоди *M. alba* були використані для розробки сиропу, і, упаковані в ПЕТ-пляшки, можуть зберігатися протягом шести місяців за умов навколишнього середовища та охолодження.

Макаронні вироби, збагачені різними рецептурами екстракту *M. nigra*, виявляли гіпоглікемічний ефект шляхом зниження глікемічного індексу та інгібування активності  $\alpha$ -амілази та  $\alpha$ -глюкозидази.

Завдяки високому вмісту цукру шовковиця може добре використовуватись у фруктово-овочевій промисловості для виготовлення мармеладу, помадних джемів, желе, тістечок, хліба, парати, фруктових чаїв, м'якоті фруктових напоїв, фруктового вина, фруктового соусу, фруктової пудри та шоколаду. Крім того, ці фрукти використовуються в харчовій промисловості в сушеному, замороженому або свіжому вигляді для отримання різних сиропів, амаретто або вермуту, тонізуючого вина, оцту. Насіння шовковиці також можуть давати олію. «Пестіль» і «кеме» — відомі традиційні турецькі страви, які готують із суміші шовковиці, волоських горіхів, фундука, меду та борошна.

Чистий і свіжий сік шовковиці в холодному зберіганні залишається свіжим протягом трьох місяців, а розлитий у пляшки сік може залишатися свіжим при температурі навколишнього середовища протягом періоду від шести місяців до року. Цей сік шовковиці допомагає підтримувати здорову та гладку шкіру, запобігає подразненням, запаленням та інфекціям горла, а також має проносні властивості.

Порошок плодів шовковиці запобігає старінню шкіри, порушуючи утворення вільних радикалів у клітинах. Він також контролює рівень хорошого холестерину в організмі людини та балансує засвоєння вуглеводів.

Кисло-солодке вино з шовковиці можна виготовити з перезрілих плодів шовковиці. Це функціональне вино допомагає у видаленні небажаних фекальних домішок з організму і може допомогти зробити тіло худим і функціонувати як ліки для тонізування чоловічої слабкості після хвороб. Туове вино добре відоме в Європі як ім'я дамського напою. У таких країнах, як Вірменія, Азербайджан і Грузія, шовковиця є відомим лікером, відомим як Tut

Araghi. Цей напій відноситься до національних азербайджанських сортів горілки і в невеликих кількостях захищає від захворювань шлунка і серцево-судинної системи.

Плоди шовковиці є концентрованим джерелом антоціанів, головним чином ціанідин-3-глюкозиду (C3G) і ціанідин-3-рутинозиду (C3R), які можна використовувати як природний барвник у харчовій промисловості.

Полісахариди в плодах *M. alba* мають чудовий потенціал протидіабетичної дії. Після семи тижнів лікування полісахаридами плодів *M. alba* (дві фракції) спостерігалось значне зниження інсуліну в сироватці крові натще, гомеостатичної моделі оцінки інсулінорезистентності, рівня глюкози натще, глікованого сироваткового білка та відновлення пошкоджених тканин підшлункової залози у щурів з діабетом у щурів Wister.

Екстрагований DNJ помітно знизив рівень глюкози в крові та інсуліну, скасував резистентність до інсуліну та підвищив рівень ліпідів у сироватці крові, а також у мишей Куньмін, індукованих дієтою з високим вмістом жиру (HFD).

Повторне вживання їжі, що містить екстракт *M. alba*, може підтримувати рівень глюкози після прийому їжі. У дослідженні після восьми тижнів повторного прийому екстракту *M. alba* у мишей КК-Ау було виміряно рівень глюкози в плазмі натщесерце (FPG) та інсуліну та виявлено значне зниження резистентності до інсуліну, а час початку екскреції глюкози із сечею було відкладено.

#### **Корисні властивості шовковиці:**

- Плоди шовковиці містять велику кількість вітамінів, мінералів та антиоксидантів, що сприяють загальному підтриманню здоров'я та імунної системи.
- Дієтичні волокна плодів допомагають регулювати травлення та покращують роботу кишківника.
- Вміст калію і фітонутрієнтів в шовковиці сприяє підтримці здоров'я серця та нормалізації артеріального тиску.

- Деякі дослідження показують, що регулярне вживання шовковиці може допомагати знизити рівень цукру в крові, що корисно для людей з діабетом.

- Олія з насіння шовковиці може допомагати зменшити втрату вологи шкірою й покращити її текстуру, тому часто є інгредієнтом косметичних засобів для зволоження та заспокоєння шкіри.

Шовковиця містить велику кількість корисних та поживних компонентів, які позитивно впливають на більшість життєвоважливих органів. В шовковиці містяться вітаміни, мінерали, антиоксиданти, фітонутрієнти.

- ▶ Вітамін С є потужним антиоксидантом і допомагає підтримувати імунну систему. Також ягоди містять вітаміни А, Е, К і групу В, а також мінерали, такі як калій, кальцій і магній. Такий потужний склад сприяє міцності кісток, впливає на гостроту зору та стан шкіри.

- ▶ Антиоксиданти допомагають зменшити ризик виникнення захворювань, пов'язаних з окислювальним стресом, і захищають клітини від пошкоджень.

- ▶ Дієтичні волокна сприяють нормалізації травлення, підтримують роботу кишківника та допомагають підтримувати здорову вагу.

- ▶ Фітонутрієнти, такі як рутин можуть підтримувати здоров'я серця і судин, регулювати артеріальний тиск та знижувати рівень холестерину в крові.

- ▶ Деякі дослідження вказують на те, що споживання ягід шовковиці може допомагати контролювати рівень цукру в крові і зменшити ризик розвитку діабету.

- ▶ Також ягоди шовковиці здатні тонізувати організм, допомагаючи зберігати енергію і почувати себе краще.

Використання шовковиці в медицині може містити способи, включаючи створення настоянок, вживання ягід або листя, використання екстрактів та інших форм.

**Чай з листя шовковиці.** Для приготування чаю можна використовувати сушене листя шовковиці. Додайте 1-2 чайні ложки сушеного листя до кип'ятку та настоюйте 5-10 хвилин. Цей чай може бути корисним для підтримки здоров'я

**Екстракти, капсули, порошки.** Існують дієтичні добавки, які містять екстракти шовковиці або спеціально оброблені форми активних компонентів. Ягоди перемелюються в порошок і використовуючи його створюються різноманітні дієтичні добавки у вигляді капсул, таблеток або порошку.

**Настоянки.** Шовковиця може бути використана для приготування настоянок або сиропів. Цей спосіб використовується для виділення активних компонентів рослини у спиртовому розчині.


**Трав'яні збори.** Шовковиця може бути однією з інгредієнтів у складних трав'яних зборах або мішанках, призначених для підтримки здоров'я організму.

**Трав'яні олії.** Шовковицю використовують для приготування олій, які застосовуються зовнішньо для зменшення болю, усунення запалень, а також для боротьби з проблемами шкіри. Також такі олії можна застосовувати для розслаблюючого масажу.

**Медичні паст.** Плоди шовковиці використовуються як складова медичних паст, які наносяться на шкіру для лікування різних проблем, таких як запалення, висипи та інші.

## Результати

### I. Хімічний склад шовковиці

Вода	82.6	
Вуглеводи	1.8	
Білки	0.7	
Жири	0.4	
Калорії	50.5	



Незважаючи на те, що білі ягоди солодші, ніж чорні, калорійність у них майже однакова: 64 ккал – в чорних і 67 ккал – в білих. А ось як джерело заліза краще брати чорні ягоди.

#### Живильні компоненти на 100 г шовковиці (середній показник)

Калорійність	64-67 ккал
Білки	1,4 г
Жири	0,4 г
Вуглеводи	9,8 г
Вітамін А	1 мкг

Вітамін С	36,4 мг
Вітамін Е	0,87 мг
Вітамін К	7,8 мкг
Вітамін В1	0,03 мг
Вітамін В2	0,1 мг
Вітамін В3	0,62 мг
Вітамін В6	0,06 мг
Вітамін В9	6 мкг
Кальцій	39 мг
Залізо	1,85 мг
Магній	18 мг
Фосфор	38 мг
Калій	194 мг
Натрій	10 мг
Цинк	0,12 мг
Мідь	0,06 мг
Селен	0,6 мкг

## II. Антиоксидантні властивості шовковиці

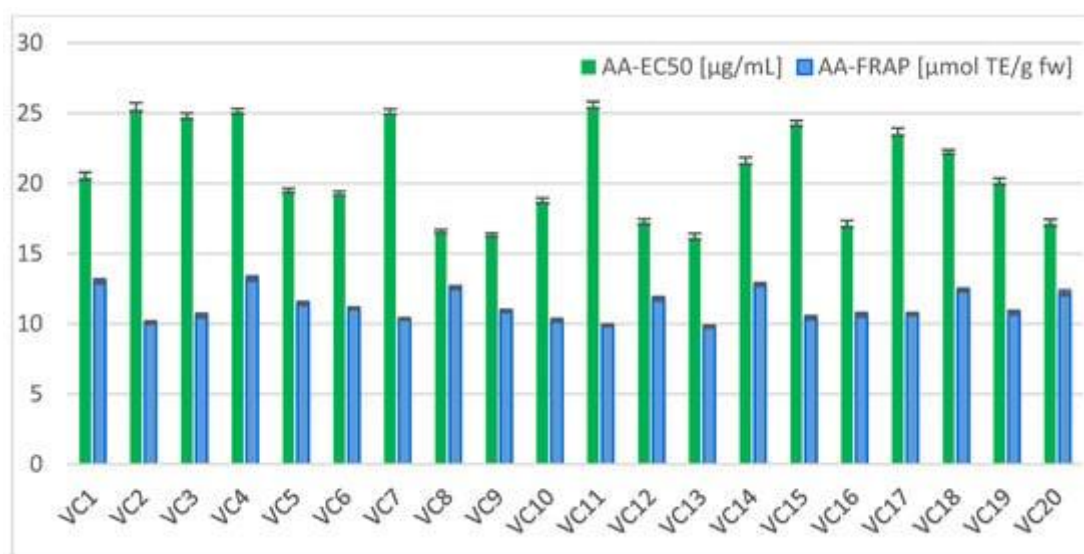
Окислювальний стрес характеризується надмірним збільшенням внутрішньоклітинних окислювачів, таких як активні форми кисню (АФК), які беруть участь у втраті антиоксидантної захисної здатності. Він відіграє вирішальну роль у різних клінічних станах, включаючи старіння, рак, діабет, атеросклероз, хронічне запалення, нейродегенеративні захворювання, ревматоїдний артрит, інфекцію вірусу імунодефіциту людини (ВІЛ), ішемію та реперфузійне пошкодження та обструктивне апное сну. Багато дослідників зацікавлені в антиоксидантній активності природних інгредієнтів, оскільки фенольні сполуки та флавоноїди, найбільші фітохімічні молекули з природних ресурсів, володіють різними біологічними властивостями, включаючи антиоксидантну активність. Також широко повідомлялося, що ягоди шовковиці багаті антоціановими компонентами, які мають чудову антиоксидантну дію та інші переваги для здоров'я, такі як протизапальні, антимікробні, проти ожиріння, протидіабетичні, антигіперліпідемічні, антигіпертензивні, кардіопротекторні (зниження ризику ішемічної хвороби серця та інсульт) і протиракові ефекти.

Ягоди шовковиці є хорошим джерелом цукрів, кислот і антоціанів, які також відповідають за їх колір, і смак і імовірно також їхні антиоксидантні властивості. Етанольний екстракт плодів шовковиці показав помірну інгібуючу здатність до окислення ліпідів (23,7-47,6%) при 76 мкг і висока інгібуюча здатність (52,7-73,3%) при 255 мкг.

Нещодавно було вивчено вплив поліфенолів у соку шовковиці на стійкість до окиснення та функціональні властивості міофібрилярних і саркоплазматичних білків у висушених скибочках свинячого фаршу під час зберігання та обробки. Структурна стабільність була покращена більшою мірою за рахунок зменшення агрегації білка, накопичення карбонілу та трансформації групи SH у групу SS у скибочках свинини.

Подібним чином екстракти шовковиці продемонстрували захисну дію на окислення білка висушених шматочків свинини.

Для характеристики зв'язку між кількістю антиоксидантів, таких як аскорбінова кислота, загальні фенольні сполуки, антоціани, та антиоксидантною активністю розраховували коефіцієнти кореляції. Антиоксидантна активність, визначена за допомогою аналізу DPPH, була сильно негативно пов'язана з вмістом антоціанів ( $r = -0,918$ ); це узгоджується з тим фактом, що низькі значення в тесті DPPH означають високий АА.



Аскорбінова кислота мала лише слабку кореляцію з результатами АА, вимірними за допомогою аналізу DPPH ( $r = 0,090$ ). Для антиоксидантної активності, оціненої за допомогою аналізу FRAP, було виявлено сильний позитивний зв'язок з феноловими кислотами ( $r = 0,818$ ) і лише слабку кореляцію між результатами АА та аскорбіновою кислотою. Загалом це вказує на те, що антоціани та феноли є важливими факторами антиоксидантної активності.

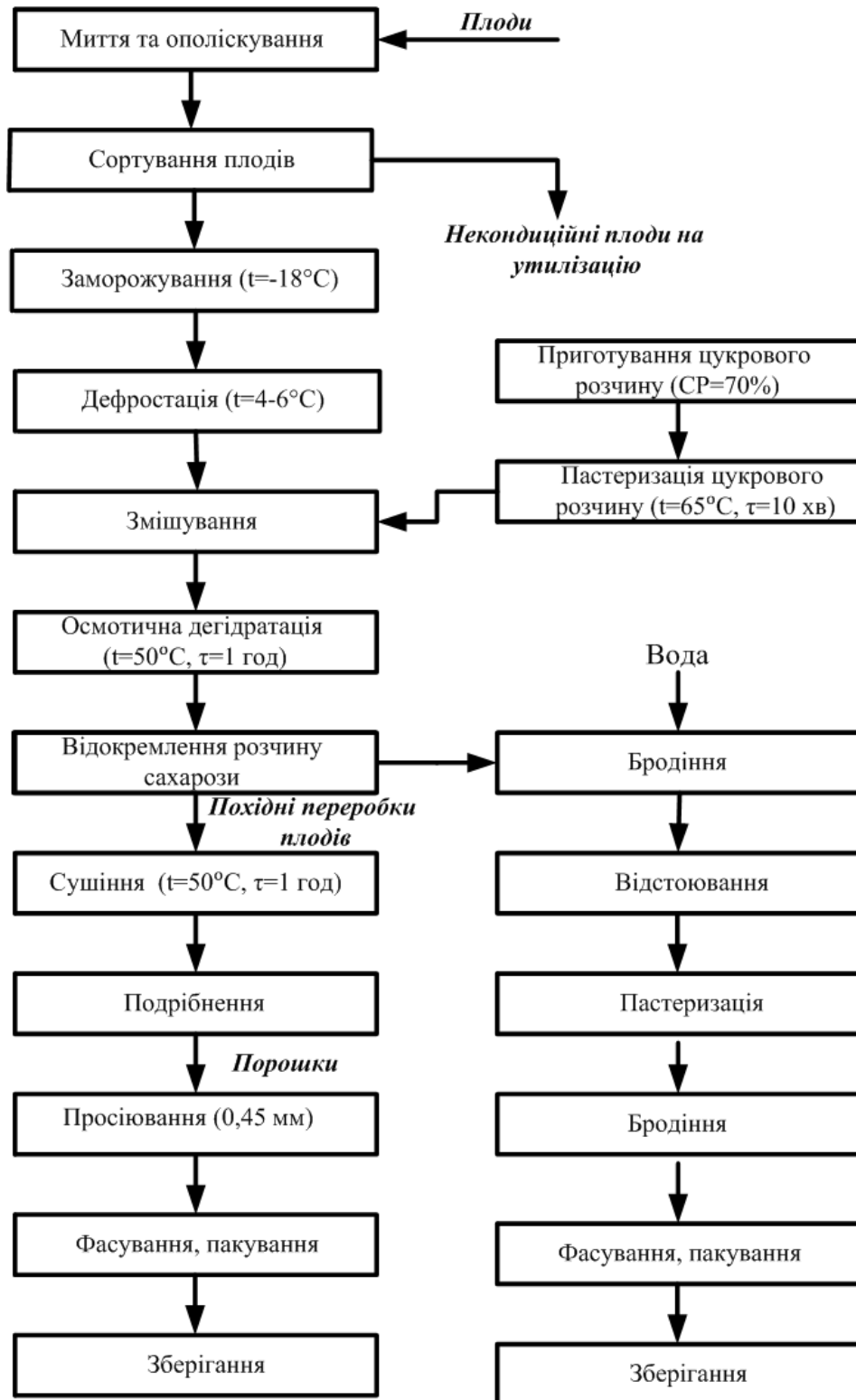
Загальний флавоноїдний екстракт плодів *M. pigr*a може залежно від дози інгібувати набряк вуха, спричинений ксилолом (частота набряку 60,1% при концентрації 200 мг/20 мл/кг) і індукований карагенаном набряк лап (частота набряку 9,5 % при концентрації 100 мг/20 мл/кг; 8,6 % при концентрації 200 мг/20 мл/кг) у мишей. Рівні прозапальних цитокінів, включаючи IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , NO та інтерферон-гамма (IFN- $\gamma$ ), також були значно знижені після лікування



екстрактом плодів *M. nigra* у мишей із запаленням, викликаним ксилолом. Крім того, екстракт плодів *M. nigra* значно знижує рівні NO в клітинах RAW 264.7, стимульованих LPS, не виявляючи цитотоксичного ефекту в концентрації від 50 до 100 мкг/мл.

Пероральне введення метанольного екстракту з плодів *M. nigra* у високій дозі (300 мг/кг) може захистити слизову оболонку шлунка від гострої виразки шлунка, спричиненої підкисленням етанолу, у самок мишей. Цей результат дослідження був підтверджений макроскопічними та мікроскопічними репрезентативними зображеннями, які показують, що ступінь пошкодження епітелію в тканині шлунка зменшився. Для подальшого дослідження основних механізмів гастропротекторного ефекту було кількісно визначено рівні гідропероксиду ліпідів (LOOH) і глутатіону (GSH) у виразковій слизовій оболонці шлунка. Екстракт плодів *M. nigra* запобігав виснаженню GSH і сприяв частковому зниженню LOOH, що свідчить про його здатність зменшувати окислювальний стрес, пов'язаний з розвитком пошкодження шлунка підкисленим етанолом.

### III. Розробка способу комплексної переробки шовковиці



Розроблена схема комплексної переробки плодів шовковиці на вино та харчові функціональні порошкові інгредієнти

## Висновки

*M. nigra*, особливо його частини листя та плоду, демонстрували різні фармакологічні властивості, включаючи антиноцицептивну, протизапальну, антимікробну, антимеланогенну, антидіабетичну, проти ожиріння, проти гіперліпідемічної та протипухлинної активності. *M. nigra* також продемонструвала захисну та терапевтичну дію на центральну нервову систему, печінку, нирки, шлунково-кишковий тракт і жіночу репродуктивну систему. Більшість цих властивостей пояснюється його антиоксидантною здатністю завдяки великій кількості фітохімічних компонентів, таких як поліфеноли, флавоноїди та антоціани.

Ці висновки свідчать про те, що *M. nigra* може бути використаний як перспективний нутрицевтичний ресурс для контролю та профілактики різних хронічних захворювань. З огляду на те, що більшість досліджень проводяться *in vitro* та на тваринних моделях, необхідні подальші дослідження на клінічному рівні для встановлення ефективності та безпеки *M. nigra* в організмі людини.

## Список виконаних джерел

1. Maqsood M, Anam Saeed R, Sahar A, Khan MI. Mulberry plant as a source of functional food with therapeutic and nutritional applications: A review. *J Food Biochem.* 2022 Nov;46(11):e14263. doi: 10.1111/jfbc.14263. Epub 2022 May 31. PMID: 35642132.
2. Rodrigues EL, Marcelino G, Silva GT, Figueiredo PS, Garcez WS, Corsino J, Guimarães RCA, Freitas KC. Nutraceutical and Medicinal Potential of the *Morus* Species in Metabolic Dysfunctions. *Int J Mol Sci.* 2019 Jan 14;20(2):301. doi: 10.3390/ijms20020301. PMID: 30646503; PMCID: PMC6358891.
3. Jan B., Parveen R., Zahiruddin S., Mohammad, Khan U., Mohapatra S., Ahmad S. (2021). Nutritional constituents of mulberry and their potential applications in food and pharmaceuticals: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences.* Vol. 28, Is 7, P. 3909-3921. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.03.056>.
4. Akbulut and Özcan, M. Akbulut, M.M. Özcan. Comparison of mineral contents of mulberry (*Morus* spp.) fruits and their pekmez (boiled mulberry juice) samples. *Int. J. Food Sci. Nutr.* (2009), 10.1080/09637480701695609.
5. J. Kobus-Cisowska, A. Gramza-Michalowska, D. Kmiecik, E. Flaczyk, J. Korczak. Mulberry fruit as an antioxidant component in muesli. *Agric. Sci.* (2013), 10.4236/as.2013.45b024.
6. P. Yadav, N. Garg, S. Kumar . Screening of Mulberry Accessions for Wine Preparation. *Food Ferment. Technol.* (2017), 10.5958/2277-9396.2017.00010.1.
7. L. Wang, X. Sun, F. Li., D. Yu, X. Liu, W. Huang, J. Zhan. Dynamic changes in phenolic compounds, colour and antioxidant activity of mulberry wine during alcoholic fermentation. *J. Funct. Foods.* (2015), 10.1016/j.jff.2015.07.013.
8. N. OnNom, U. Suttisansanee, J. Tongmai, C. Khemthong, R. Chamchan, P. Prangthip, B. Hanboonkunupakarn, C. Chupeerach. Consumption of Anthocyanin-Rich Mulberry Fruit Jelly with a High-Fat Meal Decreases Postprandial Serum Cardiometabolic Risk Factors in Dyslipidemia Subjects. *J. Nutr. Metab.* (2020), 10.1155/2020/1370951.

9. H. N.S. Thakur, P.k. Abhimanyu Thakur. Studies on Preparation and Preservation of Ready-To-Serve (RTS) Beverage from Underutilized Mulberry (*Morus alba* L.) Fruits and Its Quality Evaluation during Storage. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* (2017), 10.20546/ijcmas.2017.609.128.
10. M. Gültekin-Özgülven, A Karada, S Duman, B Özkal, B Özçelik. Fortification of dark chocolate with spray dried black mulberry (*Morus nigra*) waste extract encapsulated in chitosan-coated liposomes and bioaccessability studies. *Food Chem.* (2016), 10.1016/j.foodchem.2016.01.091.
11. P. Komolka, D. Górecka, K. Szymandera-Buszka, A. Jędrusek Golińska, D. Dziedzic, K Waszkowiak. Sensory qualities of pastry products enriched with dietary fiber and polyphenolic substances. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment* (2016), 10.17306/J.AFS.2016.2.16.
12. S. Yazdankhah, M. Hojjati, M.H. Azizi. The Antidiabetic Potential of Black Mulberry Extract-Enriched Pasta through Inhibition of Enzymes and Glycemic Index Plant Foods *Hum. Nutr.* (2019), 10.1007/s11130-018-0711-0.
13. S.K Jabborova, I.B Isabaev, N.R Djuraeva, M.T Kurbanov, I.N Khaydar-Zade, K.S Rakhmonov. Application of products of processing mulberries and roots of sugar beet in the production of cupcakes. *J. Crit. Rev* (2020), 10.31838/jcr.07.09.61.
14. Skrovankova S, Ercisli S, Ozkan G, Ilhan G, Sagbas HI, Karatas N, Jurikova T, Mlcek J. Diversity of Phytochemical and Antioxidant Characteristics of Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Fruits from Turkey. *Antioxidants*. 2022; 11(7):1339. <https://doi.org/10.3390/antiox11071339>.
15. Lim SH, Choi CI. Pharmacological Properties of *Morus nigra* L. (Black Mulberry) as A Promising Nutraceutical Resource. *Nutrients*. 2019 Feb 20;11(2):437. doi: 10.3390/nu11020437.