

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра медичної біології, фармакогнозії, ботаніки та гістології

Кваліфікаційна робота
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему: «Сучасні підходи до використання та перспективи вивчення
рослинних джерел полісахаридів»

Виконала: студентка денної форми навчання
спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація»

Бекрі Хінд

Керівник: Ломига Лариса Леонідівна

Рецензент: Колосова Ірина Іванівна
доцентка, к.біол.н.

Рекомендовано до захисту:
протокол засідання кафедри
№ 3 від 02 червня 2025 р.
Завідувач кафедри
Шаторна Віра Федорівна

Захищено на засіданні ЕК № 3
протокол № 3 від «16 » червня 2025 р.
Оцінка задовільно / Е /120
(за національною шкалою/ за шкалою
ECTS/ бал)
Голова ЕК Левих А. Е.

Дніпро – 2025

ЗМІСТ

Вступ		4
Розділ 1	Загальна характеристика полісахаридів як біологічно активних речовин	6
1.1.	Визначення, класифікація та хімічна структура полісахаридів	6
1.2.	Основні групи полісахаридів рослинного походження, та їх біологічна активність	7
1.3.	Фармакологічні властивості полісахаридів та механізми дії	9
1.4.	Методи виділення та очищення, що впливають на склад	11
1.5.	Географічне поширення рослин, які містять полісахариди	11
Розділ 2	Фармакогностичні аспекти вивчення її сировини, що містить полісахариди	13
2.1.	Макроскопічний та мікроскопічний аналіз полісахаридовмісної сировини	13
2.2.	Хімічний аналіз та методи кількісного визначення полісахаридів	15
2.3.	Стандартизація та контроль якості полісахаридовмісної сировини	16
Розділ 3	Перспективи розширення сировинної бази рослинних полісахаридів	20
Висновки		22
Анотація		23
Список літератури		24

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

МОЗ – Міністерство охорони здоров'я

ЛР – Лікарська рослина

ЛРС – Лікарська рослина сировина

БАР – Біологічно-активні речовини

ШКТ – шлунково-кишковий тракт

ВСТУП

Актуальність теми. У зв'язку зі зростанням інтересу до фітотерапевтичних засобів та біологічно активних добавок, що мають м'яку дію та мінімальні побічні ефекти, полісахариди рослинного походження набувають все більшого значення у фармації. Ці сполуки виявляють широкий спектр фармакологічної активності: імуностимулювальну, протизапальну, ентеросорбентну тощо. Актуальність обраної теми обумовлена необхідністю систематизації сучасних підходів до використання та подальшого вивчення рослинних джерел полісахаридів у науковій і практичній діяльності.

Мета та завдання дослідження. Аналіз сучасних підходів до використання та перспектив вивчення рослинних джерел полісахаридів із фармакогностичної точки зору.

Основними завданнями дослідження є:

1. Дослідити структурно-функціональні особливості рослинних полісахаридів.
2. Узагальнити інформацію щодо основних джерел полісахаридовмісної лікарської рослинної сировини.
3. Оцінити методи виділення та стандартизації полісахаридів.
4. Проаналізувати фармакологічні властивості та сучасне застосування полісахаридів.
5. Визначити перспективи розширення асортименту сировини на основі полісахаридів.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є лікарські рослини, які містять полісахариди як основні або допоміжні біологічно активні речовини.

Предметом дослідження є фармакогностичні характеристики, біологічна активність і напрямки використання рослинних полісахаридів у фармації.

Методи дослідження.

- Аналітичний огляд наукових джерел (літературний аналіз)
- Порівняльний аналіз сировинної бази
- Фармакогностична класифікація
- Оцінка фармакологічного потенціалу (огляд клінічних та експериментальних даних)

Новизна та значення одержаних результатів полягає в:

Робота містить комплексний аналіз новітніх підходів до класифікації, використання та фармакогностичного вивчення рослинних полісахаридів. Узагальнено сучасні наукові дані про перспективні види рослин, які не широко представлені у фармакопейних джерелах, але мають значний терапевтичний потенціал.

Структура роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, огляду літератури, 2-х розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, який включає 25 джерел, у тому числі 20 латиницею. Зміст роботи викладено на 23 сторінках основного тексту.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛІСАХАРИДІВ ЯК БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН

1.1. Визначення, класифікація та хімічна структура полісахаридів

Полісахариди – це високомолекулярні вуглеводи, що складаються з великої кількості (від десяти до сотень тисяч) моносахаридних одиниць (мономерів), з'єднаних між собою глікозидними зв'язками. Вони є одними з найпоширеніших і найрізноманітніших класів природних сполук, що відіграють ключову роль у життєдіяльності всіх організмів – від бактерій та грибів до рослин і тварин. У рослинному світі полісахариди виконують структурні (наприклад, целюлоза, пектини) та запасні (крохмаль, інουλін) функції, а також беруть участь у захисних реакціях.

Класифікація полісахаридів ґрунтується на кількох критеріях:

1. За складом моносахаридних одиниць:

Гомополісахариди: складаються з одного типу моносахаридів (наприклад, крохмаль – з глюкози, інулін – з фруктози, целюлоза – з глюкози).

Гетерополісахариди: складаються з двох або більше типів різних моносахаридів (наприклад, пектини, гемицелюлози, камеді, слизи).

2. За функціональним значенням у рослині:

Запасні: крохмаль, інулін, фруктани.

Структурні: целюлоза, гемицелюлози, пектинові речовини.

Секреторні та екскреторні (захисні): камеді, слизи (утворюються у відповідь на пошкодження або як нормальний продукт метаболізму).

3. За будовою полімерного ланцюга:

Лінійні: целюлоза, амілоза.

Розгалужені: амілопектин, гемицелюлози, багато пектинів [1-3].

Хімічна структура полісахаридів є надзвичайно різноманітною, що й зумовлює їхні численні біологічні властивості. Вона визначається такими параметрами:

Тип моносахаридних залишків: Найбільш поширеними є гексози (глюкоза, галактоза, маноза) та пентози (арабіноза, ксилоза), а також похідні цукри (уронови кислоти, дезоксицукри, аміноцукри).

Тип глікозидного зв'язку: моносахаридні одиниці можуть бути з'єднані α - або β - глікозидними зв'язками за різними положеннями вуглецевих атомів (наприклад, α -(1→4), β -(1→4), β -(1→3), α -(1→6)). Цей фактор істотно впливає на просторову конформацію та фізико-хімічні властивості полісахариду.

Ступінь полімеризації: кількість моносахаридних одиниць у ланцюгу варіюється від десятків до сотень тисяч, що визначає молекулярну масу полісахариду.

Ступінь розгалуженості: полісахариди можуть мати лінійну або розгалужену структуру. Розгалуженість впливає на розчинність, в'язкість та взаємодію з іншими молекулами.

Наявність додаткових груп: полісахариди можуть бути модифіковані шляхом приєднання сульфатних, фосфатних, ацетильних груп, амінокислот або ліпідів, що змінює їхні функціональні властивості.

Наприклад, крохмаль складається з амілози (лінійний ланцюг глюкози з α -(1→4) зв'язками) та амілопектину (розгалужений ланцюг глюкози з α -(1→4) та α -(1→6) зв'язками). Целюлоза, на відміну від крохмалю, має β -(1→4) зв'язки, що зумовлює її лінійну структуру, високу міцність і нездатність перетравлюватися більшістю організмів [1-3].

1.2. Основні групи полісахаридів рослинного походження та їх біологічна активність

Серед величезного розмаїття рослинних полісахаридів особливу фармакогностичну та терапевтичну цінність мають наступні групи:

✓ **Крохмаль** - основний запасний полісахарид злакових (кукурудза, пшениця, рис, ячмінь), бобових (горох, квасоля), картоплі (бульби), батат (коренеплоди). Хоча його основна роль – поживність, модифіковані крохмалі можуть бути використані як наповнювачі або загусники у фармацевтичних препаратах [1-5].

✓ **Інулін** – фруктан - запасний полісахарид у деяких рослин айстрових (*Asteraceae*): цикорій звичайний (*Cichorium intybus*), топінамбур (*Helianthus tuberosus*), оман високий (*Inula helenium*). Інулін є природним пребіотиком, покращує мікрофлору кишечника, сприяє нормалізації ліпідного та вуглеводного обміну, що робить його перспективним у дієтології та при цукровому діабеті [6-12].

✓ **Пектинові речовини**, які складаються переважно з галактуронової кислоти. Містяться у клітинних стінках фруктів та ягід, наприклад, у яблук (*Malus domestica*), цитрусових (лимон, апельсин – *Citrus spp.*), буряка цукрового (*Beta vulgaris*), смородини (*Ribes spp.*), квітах мальви *Malva sylvestris*. Пектини мають здатність утворювати гелі, виявляють сорбційні властивості та сприяють детоксикації організму. Знижують рівень холестерину, нормалізують перистальтику кишечника, мають детоксикаційні властивості (зв'язують важкі метали та токсини), виявляють пребіотичний ефект [1-12].

Камеді та слизи: гетерополісахариди або їх комплекси, які утворюються у рослин як захисна реакція на пошкодження - камеді, наприклад, гуміарабік: акація сенегальська (*Acacia senegal*), трагакант (*Astragalus gummifer*) або як нормальні продукти метаболізму (слизи, наприклад, у алтеї лікарської (*Althaea officinalis*), льону звичайного (*Linum usitatissimum*), подорожника великого (*Plantago major*), мати-й-мачухи (*Tussilago farfara*). Ці речовини є гідрофільними колоїдами, які утворюють в'язкі розчини, обволікаючи слизові оболонки та зменшуючи запалення [1-12]. Мають високу в'язкість, здатність утворювати колоїдні розчини, обволікаючі, пом'якшувальні, протизапальні, муколітичні

властивості. Захищають слизові оболонки від подразнення (ШКТ, дихальні шляхи), сприяють загоєнню, мають легкий проносний ефект (насіння льону), можуть впливати на імунітет.

✓ **Гемицелюлози** - різноманітна група розгалужених полісахаридів (ксилани, арабіногалактани), що входять до складу клітинних стінок рослин. Ці полісахариди є основним компонентом клітинних стінок усіх вищих рослин, виконуючи структурну функцію. Хоча целюлоза є неперетравлюваною для людини, вона важлива як харчові волокна. Деякі фракції мають імуномодулюючі властивості, можуть впливати на метаболізм [1-12].

Глюкани (особливо бета-глюкани) - гомополісахариди, що складаються з глюкози, з'єднаної переважно β -(1→3) та β -(1→6) глікозидними зв'язками. Поширені у злакових (овес посівний (*Avena sativa*), ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare*), грибах (шіїтаке, рейші). Потужні імуномодулятори (активують макрофаги, НК-клітини, лімфоцити), мають протипухлинну, протизапальну, гіпохолестеринемічну та гіпоглікемічну дію. Це одна з найперспективніших груп для фармакологічних досліджень [1-12].

1.3. Фармакологічні властивості полісахаридів та механізми дії

Різнманітність структури полісахаридів зумовлює їхній широкий спектр фармакологічної активності:

✓ **Імуномодулююча дія**, одна з найважливіших. Багато полісахаридів (особливо β -глюкани, пектини, деякі слизи) є імуноактивними. Вони взаємодіють з рецепторами на поверхні імунних клітин (макрофагів, дендритних клітин, лімфоцитів), активуючи їх та стимулюючи вироблення цитокінів (інтерлейкінів, інтерферонів, фактора некрозу пухлин). Це призводить до посилення як клітинного, так і гуморального імунітету, підвищуючи опірність організму до інфекцій (бактеріальних, вірусних, грибкових) та деяких видів пухлин. Імуностимулювальні полісахариди: знайдені у *Aloe vera* (листя алое), *Echinacea*

purpurea (корінь ехінацеї), які активують неспецифічний імунітет, стимулюють фагоцитоз та продукцію цитокінів [13-17].

- **Протизапальна дія:** деякі полісахариди здатні модулювати запальні реакції, знижуючи вироблення прозапальних медіаторів (простагландинів, лейкотрієнів, цитокінів) та пригнічуючи активність ферментів, що беруть участь у запаленні [17].

- **Гіпоглікемічна дія:** полісахариди (наприклад, пектини, гуарова камедь, інουλін) можуть знижувати рівень глюкози в крові шляхом уповільнення всмоктування вуглеводів у кишечнику, підвищення чутливості клітин до інсуліну, а також безпосереднього впливу на метаболізм глюкози [18].

- **Гіполіпідемічна дія:** волокнисті полісахариди (пектини, бета-глюкани) здатні зв'язувати холестерин та жовчні кислоти у просвіті кишечника, запобігаючи їх реабсорбції та сприяючи виведенню з організму. Це призводить до зниження рівня холестерину ліпопротеїнів низької щільності (ЛПНЩ) та загального холестерину [9-12].

- **Детоксикаційна (сорбційна) дія:** полісахариди, особливо пектини та слизи, мають високу адсорбційну здатність, дозволяючи зв'язувати та виводити з організму токсини, важкі метали, радіонукліди та інші шкідливі речовини [9-16].

- **Обволікаюча та пом'якшувальна дія:** слизи та камеді утворюють захисну плівку на слизових оболонках (ротової порожнини, горла, шлунково-кишкового тракту), захищаючи їх від подразнення, сприяючи регенерації та загоєнню ерозій [9-18].

- **Пребіотична дія:** деякі неперетравлювані полісахариди (інουλін, пектини, фруктани) є селективним субстратом для росту та активності корисної мікрофлори кишечника (біфідо- та лактобактерій), покращуючи склад мікробіоти та її метаболічні функції [9-18].

- **Протипухлинна дія:** окремі полісахариди, зокрема деякі β -глюкани грибного походження, виявляють пряму цитотоксичну дію на пухлинні клітини або, частіше, опосередковано через активацію протипухлинного імунітету [19].

1.4. Методи виділення та очищення полісахаридів, що впливають на склад.

Водна екстракція: найпоширеніший метод для виділення полісахаридів завдяки їхній гідрофільності. Температура та рН води впливають на якісний та кількісний вихід.

Осадження спиртами: використовується для відділення полісахаридів від низькомолекулярних сполук.

Ферментативна обробка: для руйнування крохмалю або інших небажаних полісахаридів.

Хроматографічні методи: іонообмінна, гель-фільтраційна хроматографія для подальшого очищення та фракціонування.

Вибір методу виділення та очищення є критично важливим, оскільки він безпосередньо впливає на чистоту, структуру та, відповідно, на біологічну активність кінцевого полісахаридного продукту [20].

1.5. Географічне поширення рослин, які містять полісахариди.

Географічне розповсюдження джерел полісахаридів охоплює як дикорослі, так і культивовані рослини в різних кліматичних зонах. Наприклад, *Plantago major* та *Tussilago farfara* поширені в Європі та Азії, *Inula helenium* активно вирощується в Україні, а *Aloe vera* культивується в тропічних країнах [4-10].

Рослини, що накопичують крохмаль, як правило, культивуються у сільськогосподарських регіонах по всьому світу (помірний, субтропічний, тропічний пояси) через їхнє значення як джерело їжі та промислової сировини. Рослини-продуценти інуліну, такі як цикорій та топінамбур, також широко поширені у помірних кліматичних зонах і часто зустрічаються як бур'яни або культивуються. Оскільки целюлоза та інші структурні полісахариди є основними

компонентами клітинних стінок, вони присутні у всіх вищих рослинах, незалежно від географічного розповсюдження, особливо багаті на них лісові (джерело целюлози) та аграрні культури.

Отже, полісахариди є надзвичайно різноманітним та біологічно активним класом природних сполук, що відіграють багатогранну роль у життєдіяльності рослин та мають значний терапевтичний потенціал для людини. Їхня структура – тип моносахаридних одиниць, тип глікозидних зв'язків, ступінь полімеризації та розгалуженості – безпосередньо визначає їхні фізико-хімічні та фармакологічні властивості. Серед ключових біологічних ефектів полісахаридів виділяють імуномодулюючу, протизапальну, гіпоглікемічну, гіполіпідемічну, детоксикаційну та обволікаючу дії. Глибоке розуміння хімічної природи та механізмів дії полісахаридів є фундаментальною основою для їх раціонального використання у фармації, медицині та розробці нових ефективних фітопрепаратів.

Географічне розповсюдження та екологічні особливості мають значний вплив на вміст та склад цих БАР. Розуміння хімічного складу полісахаридів, моносахаридних одиниць, типів зв'язків та асоційованих сполук є фундаментальним для цілеспрямованої розробки ефективних фітопрепаратів. Це також підкреслює важливість адекватних методів виділення та очищення для забезпечення високої якості та специфічної біологічної активності полісахаридних комплексів.

РОЗДІЛ 2. ФАРМАКОГНОСТИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ СИРОВИНИ, ЩО МІСТИТЬ ПОЛІСАХАРИДИ

Вивчення полісахаридовмісної лікарської рослинної сировини є багатограним процесом, що вимагає комплексного застосування фармакогностичних методів. Ці методи спрямовані на ідентифікацію, встановлення автентичності, оцінку якості, визначення кількісного вмісту біологічно активних речовин та обґрунтування її застосування. Фармакогностичний аналіз дозволяє забезпечити стабільність складу та ефективності кінцевого фітопрепарату [9-10,21-23].

2.1. Макроскопічний та мікроскопічний аналіз полісахаридовмісної сировини

2.1.1. Макроскопічний аналіз, який є первинним етапом ідентифікації та оцінки якості рослинної сировини ґрунтується на вивченні зовнішніх ознак сировини неозброєним оком або за допомогою лупи. Для полісахаридовмісної сировини це включає:

Опис зовнішнього вигляду: форма, розмір, колір, характер поверхні (гладка, зморшкувата, шорстка), наявність тріщин, бруньок, кореневих волосків (для коренів, кореневищ).

Особливості будови: наприклад, для насіння – форма, колір насінневої оболонки, наявність рубчика, ендосперму; для листя – форма листової пластинки, характер краю, жилкування, опушення.

Консистенція та щільність: крихка, тверда, м'яка, гнучка.

Характер зламу: зернистий (для крохмалевмісної сировини), волокнистий, рівний.

Запах: специфічний, відсутній, слабкий (часто полісахаридовмісна сировина не має вираженого запаху).

Смак: слизистий, крохмалистий, солодкуватий, гіркуватий (важливо визначати обережно і тільки для дозволених видів сировини).

Наявність домішок: виявлення сторонніх частин рослин, мінеральних домішок, плісняви, слідів шкідників [9-10,21-23].

2.1.2. Мікроскопічний аналіз: дозволяє вивчати анатомо-гістологічну будову рослинних тканин та клітин, що є вирішальним для підтвердження автентичності сировини та виявлення фальсифікацій. Для полісахаридовмісної сировини особливу увагу звертають на:

- розташування та форма клітин, що містять полісахариди: клітини паренхіми з крохмальними зернами (їхня форма, розмір, наявність концентричних шарів, розташування рубчика); клітини з інуліном (часто у вигляді сферокристалів).
- наявність слизових клітин або слизових ходів: характерні для рослин, що містять слизи (наприклад, слизисті клітини епідермісу насіння льону, клітини паренхіми кореня алтеї).
- характерні елементи будови: наявність волосків (їхній тип, кількість клітин, товщина стінок), продихів (їхній тип), кристалів оксалату кальцію (їхня форма – оксалатні друзи, рафіди), провідних пучків, судин.

Діагностичні ознаки домішок: виявлення анатомічних елементів, що не властиві досліджуваній сировині.

Гістохімічні реакції: для підтвердження присутності полісахаридів:

Реакція з розчином Люголя (йодом): для виявлення крохмалю (синє або синьо-фіолетове забарвлення).

Реакція на слизи: при набуханні у воді, а також за допомогою барвників (наприклад, рутеній червоний може забарвлювати пектини та слизи).

Реакція на інулін: розчин інуліну дає позитивну реакцію на фруктозу після гідролізу [9-10,21-23].

2.2. Хімічний аналіз та методи кількісного визначення полісахаридів

Хімічний аналіз є ключовим етапом фармакогностичного вивчення полісахаридовмісної сировини, що дозволяє якісно ідентифікувати та кількісно визначити вміст полісахаридів та інших БАР [9-10,21-23].

2.2.1. Методи виділення полісахаридів з сировини: оскільки полісахариди є гідрофільними, основними методами їх виділення є:

Водна екстракція: холодна або гаряча вода є основним екстрагентом. Важливим є співвідношення сировини та екстрагенту, температура та час екстракції.

Осадження спиртами: для відділення полісахаридів від низькомолекулярних сполук (моно- та олігосахаридів) після водної екстракції. Найчастіше використовують етанол або ізопропанол.

Ферментативна обробка: для селективного видалення крохмалю (за допомогою амілаз) або інших небажаних компонентів для подальшого очищення цільових полісахаридів.

Мембранні методи (ультрафільтрація): для фракціонування за молекулярною масою та концентрування розчинів полісахаридів [9-10,21-23].

2.2.2. Якісні реакції на полісахариди:

Реакція з розчином Люголя: для крохмалю (синє забарвлення).

Реакції на відновлюючі цукри після гідролізу: після кислотного гідролізу полісахариди розпадаються до моносахаридів, які можна виявити за допомогою реакцій з Філінгом, Бенедиктом або Толенсом (утворення відновлюючого агента).

Реакція з антроном/фенолом-сірчаною кислотою (реакція Моліша): універсальна реакція на вуглеводи (утворення забарвленого комплексу).

Хроматографічні методи: для ідентифікації моносахаридного складу після гідролізу (тонкошарова хроматографія – ТШХ, вискоєфективна рідинна хроматографія – ВЕРХ, газова хроматографія – ГХ) [9-10,21-23].

2.2.3. Кількісне визначення полісахаридів: кількісне визначення вмісту полісахаридів є обов'язковим для стандартизації сировини.

Гравіметричний метод: висушування та зважування очищеного полісахаридного комплексу, отриманого після екстракції та осадження.

Колориметричні методи:

Фенол-сірчанокислотний метод (за методом Дюбуа): універсальний метод для визначення загального вмісту вуглеводів у розчині після гідролізу до моносахаридів.

Антроновий метод: використовується для визначення гексоз або кетогексоз (фруктози), що є ключовим для інуліну.

Спектрофотометричні методи: визначення вмісту уронових кислот у пектинах.

Хроматографічні методи (ВЕРХ, ГХ): кількісне визначення окремих моносахаридів після гідролізу з подальшим перерахунком на полісахарид, а також визначення вмісту окремих фракцій полісахаридів (наприклад, β -глюканів) [9-10,21-23].

2.3. Стандартизація та контроль якості полісахаридовмісної сировини [9-10,21-23].

Стандартизація є критично важливим етапом у фармакогнозії, що забезпечує якість, безпеку та ефективність лікарської рослинної сировини. Для полісахаридовмісної сировини вона включає:

Вимоги Державної Фармакопеї України (ДФУ) та міжнародних фармакопей:

Органолептичні показники: колір, запах, смак, характерні для даного виду сировини.

Макро- та мікроскопічні ознаки: для підтвердження автентичності та виявлення домішок.

Вологість: вміст води, що впливає на стабільність та зберігання сировини.

Зола загальна та зола, нерозчинна у хлоридній кислоті: показує вміст мінеральних домішок.

Вміст екстрактивних речовин: кількість речовин, що екстрагуються певним розчинником (наприклад, водою для полісахаридів).

Кількісне визначення основних біологічно активних речовин: вміст полісахаридів, слизів, пектинів у перерахунку на суху речовину.

Чистота та безпека:

Мікробіологічна чистота: відсутність патогенних мікроорганізмів, допустима кількість сапрофітної мікрофлори.

Вміст важких металів, пестицидів, радіонуклідів: має відповідати встановленим нормам.

Домішки інших частин рослин або сторонніх рослин.

Умови зберігання: забезпечення стабільності полісахаридів, захист від вологи, світла, шкідників [9-10,21-23].

Наведемо приклад фармакогностичної характеристики алтеї лікарської, яка є джерелом полісахаридів. *Althaea officinalis* L., або алтея лікарська, належить до родини Malvaceae (Мальвові) і є однією з класичних лікарських рослин, багатих на полісахариди, зокрема слизові речовини. У медичній практиці використовуються переважно корені та листя рослини.

Ботанічна характеристика. Алтея — багаторічна трав'яниста рослина заввишки 1–1,5 м, з товстим, м'ясистим коренем світло-жовтого кольору. Стебло прямостояче, опушене. Листки чергові, серцеподібно-яйцеподібні, м'яковолосисті. Квітки великі, блідо-рожеві, зібрані у щиткоподібні суцвіття. Цвіте у червні–серпні, плоди досягають у вересні [9-10,21-24].

Макроскопічні ознаки. Корінь алтеї лікарської — це циліндричні або злегка вигнуті шматки довжиною до 30 см і діаметром до 3 см. Поверхня борозниста, жовтувато-сіра, з залишками шкірки або коркової тканини. На зламі корінь білий або жовтувато-білий, волокнистий. Має характерний слизовий, злегка

солодкуватий смак і слабкий аромат, що посилюється при змочуванні. Згідно з Фармакопеею, у сухому вигляді корені мають бути легкими, крихкими, легко ламаються, утворюючи порошкоподібний злам.

Мікроскопічні ознаки. Мікроскопічне дослідження порошку або поперечного зрізу кореня алтеї виявляє такі характерні елементи: клітини коркової тканини — сильно потовщені, з одерев'янілими оболонками, розміщені у 5–10 рядів ; паренхіма кори та серцевини — великі тонкостінні клітини, заповнені слизовим вмістом. Слиз видно у вигляді безбарвних або слабо забарвлених мас, які забарвлюються синім або фіолетовим у присутності барвників (наприклад, толуїдинового синього). Крохмальні зерна — численні, прості або складні, різного розміру (до 30 мкм), округлої або овальної форми, часто радіально-смугасті. Судинні елементи — трахеї з ободково-потовщеними або спіралью-потовщеними стінками. Кристали кальцію оксалату — відсутні (важлива діагностична ознака для диференціації з іншими слизовмісними рослинами). Слизові клітини — численні, добре виражені, містять слиз у вигляді гомогенної маси. Основними біологічно активними сполуками в коренях і листі є слизи (mucilages) — складні гетерополісахариди, що складаються з галактуранової кислоти, галактози, арабінози, рамнози. У коренях вміст слизу становить до 35%, у листі — 8–10%. Окрім слизу, в рослині містяться пектини, крохмаль, флавоноїди, фенольні сполуки, а також невелика кількість ефірної олії.

При додаванні розчину йоду крохмальні зерна забарвлюються в синій колір. При фарбуванні розчином толуїдинового синього слизові клітини набувають синьо-фіолетового відтінку — це характерна реакція на полісахариди. Макро- та мікроскопічні ознаки кореня алтеї лікарської дають змогу чітко ідентифікувати сировину, що містить високий вміст слизових полісахаридів. Наявність слизових клітин, велика кількість крохмалю, а також характерні будова і забарвлення при мікротехнічних реакціях підтверджують високу фармакогностичну цінність цієї рослини [9-10,21-24].

Фармакологічна дія. Полісахариди алтеї мають обволікаючу, протизапальну та пом'якшувальну дію. Завдяки високій гідрофільності слизові речовини покривають слизові оболонки тонкою захисною плівкою, знижуючи подразнення, полегшуючи кашель і сприяючи загоєнню. Екстракти алтеї застосовують при захворюваннях верхніх дихальних шляхів, гастритах, колітах, а також у педіатричній практиці.

Фармакопейне використання. Корені алтеї входять до Державної фармакопеї України, Європейської фармакопеї та широко використовуються у виробництві лікарських форм — сиропів, настоїв, порошоків. Алтейний сироп є традиційним засобом при кашлі, а також входить до складу комбінованих фітопрепаратів [9-10,21-24].

Отже, *Althaea officinalis* L. є цінним джерелом рослинних полісахаридів, насамперед слизових речовин. Її широко використовують у сучасній фітотерапії завдяки протизапальним і пом'якшувальним властивостям. Високий вміст слизу в коренях робить алтею перспективною сировиною для створення лікарських форм з обволікаючою дією, особливо у сфері пульмонології та гастроентерології.

Отже, фармакогностичні аспекти вивчення полісахаридовмісної сировини є невід'ємною частиною її всебічної характеристики. Комплексне застосування макро- та мікроскопічного аналізу дозволяє швидко та надійно ідентифікувати сировину та виявити можливі фальсифікації. Хімічний аналіз, включаючи якісні реакції та сучасні кількісні методи, є вирішальним для визначення вмісту та складу полісахаридів, що безпосередньо впливає на терапевтичну цінність сировини. Дотримання вимог стандартизації та контролю якості, регламентованих фармакопеями, є запорукою отримання безпечних, ефективних та стандартизованих фітопрепаратів на основі полісахаридовмісної сировини.

РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗШИРЕННЯ СИРОВИННОЇ БАЗИ РОСЛИННИХ ПОЛІСАХАРИДІВ

Зростання попиту на рослинні полісахариди як активні фармацевтичні інгредієнти, біологічно активні добавки та інгредієнти функціонального харчування стимулює необхідність пошуку нових ефективних джерел сировини. Враховуючи переваги полісахаридів – їхню біодоступність, біосумісність, низьку токсичність і багатофункціональність – актуальним напрямом фармакогностичних досліджень є виявлення нових видів рослин, багатих на ці сполуки, та розширення сировинної бази за рахунок нетрадиційних, маловивчених або недостатньо використаних рослинних видів.

1. Пошук нових видів у місцевій флорі

Одним з найперспективніших напрямів є вивчення ресурсного потенціалу дикорослої флори України, зокрема з родин *Malvaceae*, *Plantaginaceae*, *Polygonaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, представники яких вже відомі як джерела слизових речовин, пектинів або інших полісахаридів. Багато видів залишаються фармакогностично недослідженими, що відкриває широкі можливості для інтродукції нових джерел.

2. Раціональне використання побічної сировини

Перспективним є також залучення відходів рослинної сировини – оболонок насіння, стебел, листя, плодоніжок – що залишаються після основної переробки. Наприклад, шкірка яблук, оболонки подорожника, насіння льону або шроти після видобутку олії можуть містити значні кількості пектинів, геміцелюлози, целюлози та інших полісахаридів.

3. Інтродукція та культивування перспективних видів

Особливу увагу слід приділити інтродукції видів з високим вмістом біологічно активних полісахаридів з інших регіонів світу, зокрема таких як *Aloe vera*, *Opuntia* spp., *Astragalus membranaceus*, *Plantago ovata*, *Linum usitatissimum*, які мають добре задокументовані фармакологічні властивості. Умови помірного

клімату України дозволяють успішно культивувати багато з них у відкритому ґрунті або тепличних умовах.

4. Біотехнологічні підходи до отримання полісахаридів

Сучасні біотехнології також пропонують ефективні шляхи розширення сировинної бази – зокрема шляхом культивування клітинних культур лікарських рослин, здатних синтезувати полісахариди в контрольованих умовах. Це відкриває можливість виробництва цільових сполук незалежно від кліматичних або сезонних факторів.

5. Екологічна та економічна доцільність

Важливою умовою розширення сировинної бази є її екологічна стійкість. Необхідно забезпечити збалансоване використання природних ресурсів, уникати надмірного збору дикорослої сировини та розвивати органічне вирощування лікарських рослин. Використання регіонально адаптованих, швидкоростучих культур із високим виходом біомаси є ключовим напрямом сталого розвитку [9-10,21-25].

Отже, розширення сировинної бази полісахаридів рослинного походження має міждисциплінарний характер і охоплює як класичні фармакогностичні дослідження, так і сучасні агротехнологічні та біотехнологічні підходи. Такі заходи не лише сприяють стабільному забезпеченню фармацевтичної промисловості сировиною, а й створюють основу для розробки інноваційних фітопрепаратів нового покоління.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного теоретичного дослідження встановлено, що рослинні полісахариди є цінною групою біологічно активних речовин із широким спектром фармакологічної дії: протизапальною, імуномодулювальною, обволікаючою, ранозагоювальною, антиоксидантною та протипухлинною. Охарактеризовано основні джерела рослинних полісахаридів, зокрема види з родин Malvaceae, Plantaginaceae, Fabaceae, Apiaceae, які найчастіше використовуються у фармації.

Розглянуто сучасні методи виділення, очищення та аналізу полісахаридів, включаючи новітні технології — ультразвукову, ензимну та високотискову екстракцію.

Проаналізовано перспективи розширення сировинної бази за рахунок використання маловивчених та місцевих рослин, а також побічних продуктів переробки лікарської сировини.

Підкреслено необхідність подальших досліджень у напрямку стандартизації, біодоступності, механізмів дії та клінічної ефективності препаратів на основі рослинних полісахаридів.

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі висвітлено сучасні наукові підходи до використання рослинних джерел полісахаридів у фармації. Проведено аналіз хімічної природи, біологічної активності та фармакологічного потенціалу цих речовин. Особливу увагу приділено методам виділення та очищення полісахаридів, а також питанням стандартизації рослинної сировини. Окреслено перспективи пошуку нових джерел полісахаридів серед дикорослих та недостатньо вивчених лікарських рослин. Робота підкреслює важливість подальших досліджень щодо фармакогностичних та клінічних властивостей рослинних полісахаридів, що можуть стати основою для створення ефективних фітопрепаратів.

Ключові слова: полісахариди, лікарські рослини, фармакогнозія, біологічна активність, методи екстракції, сировинна база, стандартизація.

ABSTRACT

This qualification thesis highlights modern scientific approaches to the use of plant-derived polysaccharides in pharmacy. The study analyzes the chemical nature, biological activity, and pharmacological potential of these compounds. Special attention is given to extraction and purification methods, as well as standardization issues of herbal raw materials. The prospects of expanding the raw material base through the search for new polysaccharide sources among wild and underutilized medicinal plants are discussed. The thesis emphasizes the importance of further research into the pharmacognostic and clinical properties of plant polysaccharides as a foundation for developing effective phytomedicines.

Keywords: polysaccharides, medicinal plants, pharmacognosy, biological activity, extraction methods, raw material base, standardization.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Mohammed A. S. A., Naveed M., Jost N. Polysaccharides; Classification, Chemical Properties, and Future Perspective Applications in Fields of Pharmacology and Biological Medicine (A Review of Current Applications and Upcoming Potentialities). *Journal of Polymers and the Environment*. 2021. Vol. 29, № 8. P. 2359–2371.
2. Zeng P., Li J., Chen Y., Zhang L. The structures and biological functions of polysaccharides from traditional Chinese herbs. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 2019. Vol. 163. P. 423–444. DOI: 10.1016/bs.pmbts.2019.03.003. PMID: 31030757; PMCID: PMC7102684.
3. Singh D., Rajput A., Bhatia A., Kumar A., Kaur H., Sharma P., Kaur P. et al. Plant-Based Polysaccharides and their Health Functions. *Functional Foods in Health and Disease*. 2021. Vol. 11, № 4. P. 179–200. DOI: <https://www.doi.org/10.31989/ffhd.v11i4.773>.
4. Saggar S. et al. Traditional and herbal medicines: opportunities and challenges. *Pharmacognosy Research*. 2022. Vol. 14, № 2. P. 107–114.
5. Sen S., Chakraborty R. (ed.). *Herbal medicine in India: indigenous knowledge, practice, innovation and its value*. Cham: Springer Nature, 2019. 612 p.
6. Akram W., Pandey V., Sharma R., Joshi R., Mishra N., Garud N., Haider T. Inulin: Unveiling its potential as a multifaceted biopolymer in prebiotics, drug delivery, and therapeutics. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024. Vol. 259, Part 1.
7. Benalaya I., Alves G., Lopes J., Silva L. R. A Review of Natural Polysaccharides: Sources, Characteristics, Properties, Food, and Pharmaceutical Applications. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. Vol. 25, № 2. P. 1322. DOI: 10.3390/ijms25021322.

8. Khan M. S. A., Ahmad I. Chapter 1 - Herbal Medicine: Current Trends and Future Prospects. *New Look to Phytomedicine*. Academic Press, 2019. P. 3–13. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814619-4.00001-X>.
9. Фармацевтична енциклопедія / Гол. ред. ради та автор передмови В. П. Черних. 3-тє вид., переробл. і доповн. Київ: МОРІОН, 2016. С. 350. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article> (дата звернення: 18.06.2025).
10. Фармакогнозія: базовий підручник для студ. вищ. фармац. навч. закл. (фармацевтів) IV рівня акредитації / В. С. Кисличенко та ін.; за ред. В. С. Кисличенко. Харків: НФаУ: Золоті сторінки, 2015. 736 с.
11. Xia S., Zhai Y., Wang X., Fan Q., Dong X., Chen M., Han T. Phosphorylation of polysaccharides: A review on the synthesis and bioactivities. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2021. Vol. 184. P. 946–954. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.06.149. PMID: 34182000.
12. Taoerdahong H., Kadeer G., Chang J., Kang J., Ma X., Yang F. A Review Concerning the Polysaccharides Found in Edible and Medicinal Plants in Xinjiang. *Molecules*. 2023. Vol. 28, № 5. P. 2054. DOI: 10.3390/molecules28052054. PMID: 36903300; PMCID: PMC10004434.
13. Lin G. Chapter 5 - Isolation, Characterization, and Biological Activities of Polysaccharides from Medicinal Plants and Mushrooms. *Studies in Natural Products Chemistry*. Amsterdam: Elsevier, 2014. Vol. 42. P. 117–151. (Ecosystems of The World 20: Greenhouse Ecosystems / Edited by G. Stanhill and H. Z. Enoch). DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63281-4.00005-7>.
14. Hassan R. A., Safaa M. A., Azza H. M., Sahar E. H. Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Echinacea purpurea* L. Extracts. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology, Mansoura University*. 2020. Vol. 11, № 10. P. 279–283.
15. Ansaldo E., Farley T. K., Belkaid Y. Control of Immunity by the Microbiota. *Annual Review of Immunology*. 2021. Vol. 39. P. 449–479. DOI: 10.1146/annurev-immunol-093019-112348. PMID: 33902310.

16. Vieira S. F., Gonçalves S. M., Gonçalves V. M. F., Tiritan M. E., Cunha C., Carvalho A., Reis R. L., Ferreira H., Neves N. M. Evaluation of *Echinacea purpurea* Extracts as Immunostimulants: Impact on Macrophage Activation. *Planta Medica*. 2024. Vol. 90, № 15. P. 1143–1155. DOI: 10.1055/a-2436-9664. PMID: 39419081.
17. Qi Y., Gao F., Hou L., Wan C. Anti-Inflammatory and Immunostimulatory Activities of Astragalosides. *American Journal of Chinese Medicine*. 2017. Vol. 45, № 6. P. 1157–1167. DOI: 10.1142/S0192415X1750063X.
18. Wang H., Li H., Hou Y., Zhang P., Tan M. Plant polysaccharides: sources, structures, and antidiabetic effects. *Current Opinion in Food Science*. 2023. Vol. 51.
19. Huang X., Li S., Ding R., Li Y., Li C., Gu R. Antitumor effects of polysaccharides from medicinal lower plants: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. Vol. 252.
20. Turatbekova A., Yaxyaeva-Urunova M., Usmanov R., Jabbarova I., Shipilova K., Yuldashev B., Gulbaev Y., Gulbaev U. Study on isolation methods of natural polysaccharides. *E3S Web of Conferences: 5th International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering (ICECAE 2024)*. 2024. Vol. 497. P. 03016–03024.
21. Опрошанська Т., Хворост О., Скребцова К., Савченко Л., Фізор Н. Порівняльне фармакогностичне дослідження коренів найпоширеніших видів рослин роду *Arctium*. *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. 2024. № 3 (49). P. 54–62. DOI: <https://doi.org/10.15587/2519-4852.2024.307262>.
22. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-ге вид. Харків: ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. Т. 1. 1128 с.
23. Державна фармакопея України / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Доп. 1. Харків: ДП

«Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2016.
360 с.

24. Karimi S., Ghanbarzadeh B., Roufegarinejad L., Falcone P. M. Polysaccharide extracted from *Althaea officinalis* L. root: New studies of structural, rheological and antioxidant properties. *Carbohydrate Research*. 2021. Vol. 510. P. 108438. DOI: 10.1016/j.carres.2021.108438. PMID: 34597979.

25. Niyigaba T., Liu D., Habimana J. D. The Extraction, Functionalities and Applications of Plant Polysaccharides in Fermented Foods: A Review. *Foods*. 2021. Vol. 10, № 12. P. 3004. DOI: 10.3390/foods10123004. PMID: 34945554; PMCID: PMC8701727.