

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: «Антимікробна активність лікарських рослин»

Виконав: студент денної форми навчання
спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація»

Гаріб Мохамед

Керівник: Шаторна Віра Федорівна
д.біол.н., професорка

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 № 2
протокол № 2 від «13 » червня 2025р.
Оцінка добре / С /155
(за національною шкалою/ за шкалою
ECTS/ бал)
Голова ЕК Левих А. Е

Дніпро – 2025

ЗМІСТ

Вступ		4
Розділ 1	Фундаментальні аспекти антимікробної активності лікарських рослин (огляд літератури)	6
1.1	Поняття антимікробної активності та її значення в сучасній медицині	
1.2.	Основні види патогенних мікроорганізмів та механізми їх стійкості до антибіотиків	
1.3.	Лікарські рослини як джерело природних антимікробних агентів	
1.4.	Фактори, що впливають на антимікробну активність рослинних екстрактів	
Розділ 2	Біологічно активні речовини лікарських рослин з антимікробною активністю	
2.1.	Алкалоїди та їх вплив на бактеріальні та грибові інфекції	
2.2.	Флавоноїди як природні антимікробні агенти	
2.3.	Танінові сполуки та їх роль у пригніченні росту мікроорганізмів	
2.4.	Ефірні олії: склад, механізми дії та спектр антимікробної активності	
2.5.	Полісахариди та їхня роль в імуномодуляції та протимікробній дії	
Розділ 3	Лікарські рослини з доведеною антимікробною активністю	
3.1.	Часник (<i>Allium sativum</i>) – природний антибіотик	
3.2.	Звіробій (<i>Hypericum perforatum</i>) – бактерицидні властивості та застосування	
3.3.	Евкаліпт (<i>Eucalyptus globulus</i>) – ефірні олії з широким спектром дії	

3.4.	Календула (<i>Calendula officinalis</i>) – протизапальні та антисептичні властивості	
3.5.	Чайне дерево (<i>Melaleuca alternifolia</i>) – потужний антисептик	
Розділ 4.	Перспективи використання антимікробних препаратів на основі лікарських рослин	
4.1.	Порівняння ефективності рослинних екстрактів і синтетичних антибіотиків	
4.2.	Використання фітопрепаратів у лікуванні бактеріальних та грибкових інфекцій	
4.3.	Сучасні підходи до створення фітокомплексів із синергетичним ефектом	
4.4.	Потенційні ризики та побічні ефекти застосування рослинних антимікробних засобів	
4.5.	Перспективи розробки нових антимікробних препаратів на основі лікарських рослин	
Висновки		
Список літератури		

Вступ

Актуальність теми дослідження

Проблема зростаючої резистентності мікроорганізмів до традиційних антибактеріальних препаратів є однією з найсерйозніших викликів сучасної медицини. Пошук нових джерел антимікробних агентів є критично важливим для розробки ефективних альтернативних засобів боротьби з інфекційними захворюваннями. Лікарські рослини, багаті на біологічно активні сполуки, такі як ефірні олії, фенольні сполуки, алкалоїди, флавоноїди та терпеноїди, демонструють значний антимікробний потенціал. Традиційний досвід застосування рослин та сучасні наукові дослідження підтверджують їхню ефективність проти широкого спектра патогенних бактерій, грибів та вірусів. Систематичне вивчення антимікробної активності лікарських рослин є важливим кроком для створення нових фітотерапевтичних засобів, здатних підвищити ефективність лікування інфекційних захворювань та знизити ризик розвитку резистентності.

Мета дослідження

Систематизувати та узагальнити сучасні дані щодо антимікробної активності лікарських рослин, виявити найбільш перспективні види для подальшого використання у фітотерапії та фармації.

Завдання дослідження

1. Проаналізувати літературні джерела щодо антимікробної дії лікарських рослин.
2. Охарактеризувати основні групи біологічно активних речовин, що забезпечують антимікробний ефект.
3. Виділити найбільш ефективні рослини проти бактеріальної, грибкової та вірусної інфекції.
4. Оцінити механізми антимікробної дії рослинних засобів.
5. Визначити перспективи використання лікарських рослин як джерела нових антимікробних препаратів.

Методи дослідження

Теоретичний аналіз літературних джерел (наукові публікації, бази даних, результати сучасних фармакологічних досліджень).

Порівняльний аналіз результатів експериментальних досліджень щодо антимікробної активності.

Систематизація даних за видом патогенів (бактерії, гриби, віруси) та за групами біологічно активних сполук.

Наукова новизна

У роботі вперше систематизовано та узагальнено новітні наукові дані щодо антимікробної активності широкого спектра лікарських рослин. Визначено найбільш перспективні рослинні джерела з потенційною антимікробною дією, розглянуто особливості їхнього хімічного складу і можливі механізми фармакологічного ефекту. Підкреслено роль лікарських рослин у формуванні альтернативних підходів до профілактики і лікування інфекційних захворювань у контексті зростання антибіотикорезистентності.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИМІКРОБНОЇ АКТИВНОСТІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

1.1. Поняття антимікробної активності та її значення в сучасній медицині

Антимікробна активність — це здатність певних речовин, як природних, так і синтетичних, гальмувати ріст, розвиток або повністю знищувати патогенні мікроорганізми, такі як бактерії, віруси, гриби та паразити.

Антимікробна активність лікарських рослин є однією з ключових властивостей, яка дозволяє використовувати рослини для лікування інфекційних захворювань, спричинених бактеріями, вірусами, грибами та іншими патогенами. Останні дослідження в області фармакогнозії показали, що природні компоненти рослин можуть ефективно боротися з патогенними мікроорганізмами, виявляючи як профілактичну, так і терапевтичну дію. З огляду на зростання стійкості мікроорганізмів до синтетичних антибіотиків, лікарські рослини з антимікробною активністю стають перспективними джерелами нових природних засобів для боротьби з інфекціями. Антимікробні засоби здатні впливати на різні біологічні процеси в клітинах мікроорганізмів, зокрема на клітинну стінку, мембрану, ДНК, рибосоми та інші молекули, що відповідають за життєдіяльність і реплікацію мікробів [1].

Антимікробні сполуки можуть бути отримані з різних джерел, включаючи синтетичні препарати, антибіотики та природні з'єднання, що містяться в рослинах, тваринах і мікроорганізмах. Важливим аспектом є те, що антимікробні речовини часто розрізняються за спектром дії: деякі з них мають широкий спектр активності, а інші — вузький, специфічний до певних груп мікроорганізмів. Механізм цієї дії може варіюватися в залежності від типу активної сполуки та виду патогену. Антимікробна активність лікарських рослин обумовлена наявністю у їх складі різноманітних біологічно активних сполук, які здатні діяти на патогенні мікроорганізми через різні механізми. Основні механізми антимікробної дії рослинних компонентів включають:

1. **Інгібування синтезу клітинної стінки мікроорганізмів**, що призводить до їх загибелі. Біологічно активні речовини, зокрема фенольні сполуки, флавоноїди та алкалоїди деяких рослин, наприклад як розмарин і ехінацея, здатні порушувати процеси синтезу клітинної стінки бактеріальних клітин.

2. **Порушення функцій клітинної мембрани**, що призводить до витікання внутрішніх компонентів клітини і зниження її життєздатності, як ефірні масла.

3. **Інгібування синтезу білків та ДНК**: флавоноїди і таніни, можуть гальмувати біосинтез білків та ДНК в клітинах мікроорганізмів, що також є потужним механізмом їх антимікробної активності. Ці сполуки здатні взаємодіяти з рибосомами та іншими молекулами, відповідальними за синтез білка, і таким чином блокують ріст і розмноження мікробів.

4. **Антиоксидантна активність**: рослини, багаті на антиоксиданти (наприклад, флавоноїди, фенольні кислоти), можуть нейтралізувати вільні радикали, які виробляються в результаті окислювальних процесів у мікроорганізмах. Це сприяє зниженню життєздатності патогенів і послабленню їх патогенності.

5. **Фітогормональна активність**: деякі рослини містять сполуки, які мають фітогормональну активність, що впливає на метаболізм мікроорганізмів, зокрема бактеріофагів або грибів, через стимулювання або гальмування певних клітинних процесів у патогенних мікроорганізмів [1].

1.2. Основні види патогенних мікроорганізмів та механізми їх стійкості до антибіотиків

Патогенні мікроорганізми – це організми, які здатні викликати захворювання у людини або інших живих організмів. До них відносяться бактерії, віруси, гриби та паразити. Вони можуть потрапляти в організм через різні шляхи (повітряно-крапельний, контактний, харчовий, тощо) та викликати різноманітні інфекційні захворювання.

1. **Бактерії** є одними з основних патогенів, відповідальних за інфекції. Залежно від їх морфології, бактерії можна класифікувати на:

Грампозитивні бактерії (наприклад, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*).

Грамнегативні бактерії (наприклад, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*). Бактерії можуть викликати різноманітні інфекції, від легких до тяжких, таких як пневмонія, сепсис, інфекції сечових шляхів, шкірні інфекції та інші.

2. **Віруси** неклітинні організми і не мають своїх механізмів для самостійного розмноження, вони використовують клітини господаря для розмноження, що ускладнює розробку ефективних методів лікування. Віруси викликають такі захворювання, як грип, ВІЛ, герпес, гепатит та інші.

3. **Гриби:** грибкові інфекції зазвичай викликаються дріжджами, цвілевими грибами або дерматофітами. До них відносяться інфекції, як кандидоз, дерматомікоз, аспергільоз та інші. Грибки є особливо небезпечними для ослаблених пацієнтів з імунодефіцитами.

4. **Паразити:** паразитичні інфекції можуть бути спричинені одноклітинними організмами, як-от *Plasmodium* (що спричиняє малярію), або багатоклітинними, як черв'яки. Паразити часто викликають хронічні інфекції, які можуть бути важкими для лікування.

Механізми стійкості до антибіотиків. Стійкість мікроорганізмів до антибіотиків (або антибіотикорезистентність) є здатністю патогенів витримувати дію антибіотиків, які зазвичай ефективні для їх знищення або інгібування їх росту. Механізми стійкості можуть бути різними і часто включають адаптивні та еволюційні зміни в організмах [2].

Багато бактерій можуть модифікувати свою клітинну стінку або створювати бар'єр для проникнення антибіотиків. Наприклад: грамнегативні бактерії можуть збільшувати кількість або змінювати пори в своїй зовнішній мембрані, що знижує проникність для антибіотиків, а грампозитивні бактерії

можуть виробляти інші структурні елементи клітинної стінки, що запобігають дії деяких антибіотиків, таких як пеницилін.

Бактерії можуть синтезувати ферменти, які руйнують антибіотики, наприклад: бета-лактамази, які руйнують бета-лактамні кільця пеніциліну та інших антибіотиків. Ацетилтрансферази, які нейтралізують аміноглікозиди. Це дозволяє бактерії виживати, навіть якщо вони перебувають в умовах, де інші бактерії були б знищені антибіотиками.

Мікроорганізми можуть змінювати структуру своїх біологічних мішеней, до яких зв'язуються антибіотики. Наприклад: бактерії можуть змінювати свої рибосоми, на яких діють антибіотики (наприклад, тетрациклін або еритроміцин), що дозволяє їм уникати інгібування синтезу білка. Вони також можуть змінювати ферменти, до яких прив'язуються антибіотики, через що антибіотики стають менш ефективними.

Бактерії можуть мати спеціалізовані механізми для активного виведення антибіотиків із клітини. Це здійснюється через транспортні білки (наприклад, помпи для виведення антибіотиків), що витягують антибіотики з клітини до того, як ті зможуть подіяти на їхні біологічні мішені.

У випадку перехресної стійкості одна бактерія, що розвинула стійкість до одного антибіотика, може також виявляти стійкість до інших, часто використовуваних препаратів. Це пов'язано з подібністю структур мішеней або загальними механізмами виведення токсинів.

Резистентність до антибіотиків може бути передана між бактеріями через горизонтальний перенос генів, що здійснюється через плазмід, трансформацію, транспозони або бактеріофаги. Це дозволяє бактерії швидко набувати стійкості навіть до нових класів антибіотиків [2].

1.3. Лікарські рослини як джерело природних антимікробних агентів

З давніх часів рослини використовувалися для лікування різноманітних захворювань, зокрема інфекційних. З розвитком сучасної медицини, що базується на хіміотерапевтичних та антибіотичних препаратах, природні антимікробні засоби знову почали привертати увагу вчених, особливо у зв'язку з

проблемою зростаючої резистентності мікроорганізмів до антибіотиків. Лікарські рослини містять широкий спектр біологічно активних сполук, здатних боротися з патогенами, таких як бактерії, гриби, віруси та паразити. Тому вони є перспективним джерелом природних антимікробних агентів, які можуть доповнити традиційні методи лікування або стати основою нових терапевтичних підходів [3]. Наприклад, сирі екстракти кориці, часнику, цибулі, базилика, хрону, каррі, імбиру, шавлії, гірчиці, звіробою дірчастого, арніки, листя та плодів брусниці та інших трав виявляють антимікробні властивості проти широкого спектру грампозитивних і грамнегативних бактерій [1-5]. Фітонциди ряду інших рослин стимулюють рухову і секреторну активність шлунково-кишкового тракту, серцеву діяльність. Фітопрепарати з антимікробною активністю використовуються для лікування різних інфекційних захворювань, таких як бронхіти, грип, простудні захворювання, інфекції сечовивідних шляхів, шкірні інфекції, а також для профілактики інфекцій у ослаблених пацієнтів. Вони можуть застосовуватись у вигляді відварів, настоїв, екстрактів, мазей та кремів. Важливо зазначити, що рослинні антимікробні засоби часто використовуються в комбінації з іншими лікарськими препаратами для посилення ефекту та зниження ризику розвитку стійкості до антибіотиків [3-5].

Переваги використання рослинних антимікробних агентів[4]:

1. **Низький ризик побічних ефектів:** на відміну від синтетичних антибіотиків, рослинні препарати часто мають менше побічних ефектів, що робить їх привабливими для застосування, особливо в довготривалому лікуванні.
2. **Широкий спектр дії:** рослинні антимікробні засоби часто мають широкий спектр активності, здатні впливати на різні види мікроорганізмів: бактерії, гриби, віруси.
3. **Відсутність стійкості:** оскільки рослинні препарати діють через різні механізми, вони менш схильні до розвитку стійкості у порівнянні з традиційними антибіотиками.

4. **Збереження природного балансу мікрофлори:** природні антимікробні засоби можуть виявляти вибіркову активність до патогенних мікроорганізмів, при цьому не порушуючи нормальну мікрофлору організму.

Перспективи використання рослинних антимікробних агентів

З огляду на зростаючу проблему стійкості до антибіотиків, лікарські рослини можуть стати важливою складовою сучасної медицини. Вивчення нових рослинних антимікробних засобів, розробка комбінованих препаратів, що поєднують синтетичні та природні компоненти, а також використання рослинних антимікробних агентів у комплексній терапії можуть значно покращити ефективність лікування інфекційних захворювань.

1.4. Фактори, що впливають на антимікробну активність рослинних екстрактів

Антимікробна активність лікарських рослин залежить від багатьох факторів, що можуть змінювати ефективність екстрактів при їх використанні для лікування інфекційних захворювань. До основних факторів, що впливають на антимікробну активність рослинних екстрактів, належать:

- ✓ Вид рослини та її біологічний склад, а саме генетичні особливості рослин та хімічний склад рослин;
- ✓ Умови зростання рослин (кліматичні умови, географічне розташування);
- ✓ Стан та стадія розвитку рослини (час збору рослин - найвищий рівень біологічно активних речовин зазвичай спостерігається в період цвітіння або плодоношення, частина рослини)
- ✓ Способи збору та обробки рослинної сировини (методи збору та сушіння, методи екстракції);
- ✓ Тип та концентрація екстракту: більш концентровані екстракти часто демонструють більшу антимікробну активність, однак занадто висока концентрація може мати токсичний ефект або спричиняти небажані побічні реакції. Спиртові та ефірні екстракти зазвичай виявляють сильнішу

антимікробну активність порівняно з водними, завдяки вищій концентрації біологічно активних речовин [5].

✓ Тип патогену: деякі рослини можуть бути ефективними проти певних видів бактерій, тоді як інші – проти грибків чи вірусів. Наприклад, фітонциди, які містяться в цибулі та часнику, мають виражену антибактеріальну активність, але не діють на гриби чи віруси.

✓ Взаємодія з іншими лікувальними засобами: рослинні екстракти можуть взаємодіяти як з іншими природними засобами, так і з синтетичними препаратами, посилюючи або знижуючи їх ефективність. У деяких випадках комбінація рослинних компонентів може проявляти синергізм, що підвищує загальну антимікробну активність [5].

Отже, антимікробна активність рослинних екстрактів є складним результатом взаємодії багатьох факторів, включаючи хімічний склад, умови зростання, спосіб обробки та екстракції рослин, тип та концентрацію екстракту, а також тип патогенів. Розуміння цих факторів дозволяє оптимізувати використання рослинних препаратів в лікуванні інфекційних захворювань, підвищуючи їх ефективність та знижуючи ризик розвитку резистентності мікроорганізмів. Лікарські рослини є багатим джерелом природних антимікробних агентів, здатних ефективно боротися з широким спектром патогенних мікроорганізмів. Їх використання має значний потенціал у боротьбі з інфекційними захворюваннями, особливо в умовах глобальної проблеми антибіотикорезистентності. Пошук і дослідження нових природних сполук, що мають антимікробні властивості, є важливим напрямом сучасної фармакогнозії та медицини.

РОЗДІЛ 2. БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН З АНТИМІКРОБНОЮ АКТИВНІСТЮ

1.3. Основні групи лікарських рослин з антимікробною активністю

Лікарські рослини, що проявляють антимікробну активність, можна умовно поділити на кілька основних груп за основними біологічно активними речовинами, типом їх біологічної активності та механізмами дії [5,6]:

Фітонциди - це природні антимікробні сполуки, що виділяються рослинами для захисту від шкідників і патогенних мікроорганізмів. Прикладом є часник, цибуля, коріандр, кмин та інші. Вони ефективні проти бактерій, грибів та вірусів [5,6].

Ефірні масла – це складні суміші летких органічних сполук, що синтезуються рослинами. Вони мають характерний запах і використовуються в ароматерапії, медицині, косметології та харчовій промисловості. Багато ефірних масел, таких як масло м'яти, лаванди, евкаліпту, мають виражену антимікробну активність. Вони здатні знищувати бактерії, віруси та гриби завдяки своїм летким властивостям, здатності проникати в клітини і руйнувати їх мембрани.

Механізми антимікробної дії ефірних олій: пошкодження клітинної мембрани; інгібування синтезу білка; пошкодження ДНК; інгібування ферментів;

Ефірні олії виявляють антимікробну активність проти широкого спектра мікроорганізмів, включаючи бактерії: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella spp.*, грибки: *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, *Trichophyton rubrum*. віруси герпесу, грипу.

Спектр антимікробної активності ефірних олій може варіюватися залежно від їхнього складу та концентрації. Наприклад: антибактеріальну та протигрибкову активність виявляють ефірні олії орегано, чебрецю, лаванди, антибактеріальну, протигрибкову та противірусну активність – ефірна олія чайного дерева, а ефірна олія евкаліпта виявляє антибактеріальну, противірусну та протизапальну активність [5,6].

Фенольні сполуки. До цієї групи належать флавоноїди, фенольні кислоти та таніни, що містяться в рослинах, таких як ромашка, календула, звіробій. Вони

мають сильну антимікробну дію проти бактерій та грибів, а також є антиоксидантами, що покращують ефективність лікування [5,6].

Флавоноїди — це великий клас біологічно активних сполук, що належать до групи поліфенолів і мають широкий спектр фармакологічних властивостей, серед яких антимікробна активність займає важливе місце. Флавоноїди містяться в багатьох лікарських рослинах, фруктах, овочах, травах, і відіграють важливу роль в захисті рослин від патогенів. Вони також є потужними антиоксидантами та мають антибактеріальні, протигрибкові та антивірусні властивості, що робить їх перспективними для застосування в медицині.

Флавоноїди проявляють свою антимікробну активність через кілька основних механізмів: інгібування синтезу клітинної стінки бактерій, що забезпечує зниження стійкості бактерій до зовнішніх впливів, що призводить до їх загибелі; пошкодження клітинної мембрани взаємодіючи з ліпідними компонентами клітинної мембрани бактерій, змінюючи її структуру і знижуючи прохідність для важливих іонів та молекул, що викликає порушення осмотичного балансу та призводить до загибелі клітин; інгібування ферментів бактеріальних клітин, таких як хітінази, уреази, β -лактамази, які беруть участь у метаболічних процесах клітин або в процесах, що забезпечують бактеріям стійкість до антибіотиків; порушення нуклеїнових кислот інгібуючи процеси їх реплікації та транскрипції, що веде до зупинки росту бактерій. Оскільки флавоноїди є потужними антиоксидантами, вони можуть знижувати оксидативний стрес в клітинах, що призводить до зниження рівня реактивних кисневих видів і вільних радикалів, які можуть пошкоджувати клітинні структури.

Флавоноїди показують високу ефективність проти багатьох патогенних бактерій, як грампозитивних: *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Enterococcus faecalis*., так і грамнегативних: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella typhimurium*. Флавоноїди здатні знижувати патогенність бактерій, порушуючи їх життєві процеси, що дозволяє використовувати їх у лікуванні бактеріальних інфекцій, зокрема в умовах антибіотикорезистентності.

Багато флавоноїдів також виявляють протигрибкову активність, зокрема проти патогенних грибків, таких як *Candida albicans*, *Aspergillus* spp., *Trichophyton* spp. Механізми їх протигрибкової дії можуть включати інгібування росту грибкових клітин, порушення клітинної стінки та мембрани грибів, а також пригнічення ферментів, необхідних для їх метаболізму.

Деякі флавоноїди, зокрема кверцетин, катехіни та рутин, виявляють антивірусну активність, перешкоджаючи проникненню вірусів у клітини та блокуючи процеси їх реплікації. Вони також здатні знижувати запалення, пов'язане з вірусними інфекціями [5,6].

Кверцетин — один з найбільш досліджених флавоноїдів, який має широкий спектр антимікробної активності. Він ефективний проти різних бактерій, таких як *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, а також проти грибів, зокрема *Candida albicans*. Кверцетин діє шляхом інгібування ферментативної активності та порушення клітинної мембрани патогенів.

Рутин має значну антибактеріальну активність проти грампозитивних і грамнегативних бактерій. Він також виявляє протигрибкову дію, зокрема проти *Candida albicans*, і використовується для лікування грибкових інфекцій шкіри та слизових оболонок.

Катехіни, що містяться в зеленому чаї, також мають антимікробну активність, ефективні проти бактерій, таких як *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, а також проти грибків *Candida* spp. Вони блокують реплікацію бактерій і грибів, порушуючи їх клітинні структури.

Апигенін — флавоноїд, що міститься в рослинах, таких як ромашка, виявляє сильну антибактеріальну активність проти грампозитивних бактерій, таких як *Staphylococcus aureus* та *Bacillus cereus*. Він також ефективний проти деяких грибків, включаючи *Candida albicans*.

Переваги використання флавоноїдів як антимікробних агентів: природність, слабка токсичність та антиоксидантні властивості [5,6].

Флавоноїди є потужними природними антимікробними агентами з широким спектром дії проти бактерій, грибів і вірусів. Їх антимікробна

активність обумовлена різноманітними механізмами, включаючи інгібування синтезу клітинної стінки, пошкодження мембран та ферментативну активність, а також антиоксидантні властивості. Зважаючи на їх ефективність, низьку токсичність і природне походження, флавоноїди можуть бути використані в якості альтернативи традиційним синтетичним антимікробним препаратам, особливо в умовах зростаючої антибіотикорезистентності [5,6].

Алкалоїди — це група азотовмісних органічних сполук, які виявляють біологічну активність, в тому числі антимікробну. Вони присутні в багатьох лікарських рослинах (наприклад, глечики жовті, маклея серцеподібна, маруна, болиголов, перець чорний) і мають широкий спектр фармакологічних властивостей, включаючи антибактеріальну та протигрибкову активність. Вони можуть інгібувати ростові процеси бактеріальних клітин та знижувати їх життєздатність. Механізм дії алкалоїдів на бактеріальні інфекції: інгібування синтезу білка через взаємодію з рибосомами бактеріальних клітин, інгібуючи синтез білка, що призводить до загибелі клітини або зниження її здатності до розмноження (хінолінові та піридинові алкалоїди (наприклад, піперазін); пошкодження клітинної мембрани: алкалоїди, що містяться в рослинах роду *Rauvolfia* та *Catharanthus*, можуть проникати в клітинну мембрану бактерій і пошкоджувати її цілісність спричиняючи втрату внутрішньоклітинних компонентів і, як наслідок, загибель клітини; інгібування ферментів клітинної стінки впливаючи на синтез бактеріальної клітинної стінки, блокуючи активність ферментів, що беруть участь у її формуванні, що ослаблює стійкість бактеріальних клітин і сприяє їх загибелі (ефедрин та сальвіїн) та порушуючи метаболічні інгібуючи важливі біохімічні шляхи, зокрема обмін нуклеотидів та енергетичні процеси. Алкалоїди здатні впливати на різні аспекти життєдіяльності патогенних мікроорганізмів, що робить їх перспективними кандидатами для розробки нових антимікробних препаратів [5,6].

Алкалоїди також виявляють активність проти грибків, зокрема проти збудників дерматофітозів, кандидозу та інших грибкових інфекцій. Механізми їх дії можуть включати: інгібування синтезу ергостеролу — основного компонентом

клітинної мембрани грибів (алкалоїди, що містяться в рослинах *Ephedra* та *Berberis*. Деякі алкалоїди, зокрема ті, що містяться в рослинах родини *Rubiaceae*, можуть знижувати здатність грибів до утворення спор або гальмувати їх проростання, що є важливим для боротьби з грибковими інфекціями.

З огляду на збільшення стійкості бактерій і грибків до синтетичних антибіотиків, використання алкалоїдів як природних антимікробних агентів має великий потенціал. Вони можуть бути використані як компоненти комбінованої терапії, допомагаючи зменшити розвиток стійкості до антибіотиків. Однак, для їх широкого застосування необхідно провести додаткові дослідження з метою визначення оптимальних доз, безпечності та механізмів їх взаємодії з іншими ліками.

Алкалоїди є важливими біологічно активними сполуками, що демонструють антимікробну активність проти бактеріальних та грибкових інфекцій. Вони діють через різні механізми, включаючи інгібування синтезу білка, пошкодження клітинних мембран, порушення синтезу ергостеролу та інші. Завдяки своїй ефективності і широкому спектру дії, алкалоїди можуть бути важливими складовими природних антимікробних засобів і використовуватись у терапії інфекційних захворювань [5,6].

Рослини, що містять **серцеві глікозиди** (наприклад, наперстянка, глід), проявляють антимікробну активність через вплив на енергетичні процеси в мікробних клітинах [5,6].

Таніни — це група поліфенольних сполук, що здатні зв'язуватися з білками та іншими молекулами, утворюючи стійкі комплекси. Вони широко зустрічаються в багатьох лікарських рослинах і мають численні біологічно активні властивості, зокрема антимікробну активність. Таніни, що містяться в дубі, чорниці, крушині, мають антисептичні та протизапальні властивості, що дозволяє використовувати їх для лікування інфекцій, спричинених бактеріями та грибами. Танінові сполуки є важливими природними антимікробними агентами, що виявляють потужну активність проти широкого спектра патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій і грибків. Їх антимікробна дія здійснюється

через кілька механізмів, таких як зв'язування з білками, пошкодження клітинної мембрани та інгібування важливих ферментів. Танінові сполуки можуть стати важливою частиною терапії інфекцій, зокрема в умовах антибіотикорезистентності, і мають великий потенціал для подальших досліджень і розробки нових лікарських засобів. Танінові сполуки володіють здатністю інгібувати ріст різноманітних патогенних мікроорганізмів, таких як бактерії, гриби та віруси, завдяки своїй хімічній структурі та механізмам дії [5,6].

Полісахариди є великими молекулами, що складаються з повторюваних моносахаридних одиниць, з'єднаних глікозидними зв'язками. Вони широко поширені в рослинах і мають різноманітні біологічні функції. Полісахариди, які містяться в лікарських рослинах, відомі своєю здатністю впливати на імунну систему, стимулюючи її або регулюючи її активність. Крім того, ці сполуки мають значний потенціал як природні антимікробні агенти, ефективно борючись з різними патогенними мікроорганізмами. Полісахариди лікарських рослин відіграють важливу роль як імуномодулятори активуючи макрофаги та дендритні клітини, стимулюючи продукцію інтерферонів — білків, які є важливими для протівірусного захисту організму, знижують рівень запальних процесів в організмі, що робить їх корисними при лікуванні хронічних запальних і аутоімунних захворювань та володіють вираженою протимікробною активністю, що робить їх перспективними для боротьби з різними бактеріальними, грибковими і вірусними інфекціями. Все це підвищує перспективи їх використання в медицині для розробки нових терапевтичних стратегій.

Багато лікарських рослин містять полісахариди, які мають значну імуномодуляційну та протимікробну активність. Наприклад, **ехінацея пурпурова** (*Echinacea purpurea*) — містить ехінакоцит, полісахарид, що стимулює імунну систему, посилюючи активність макрофагів і Т-лімфоцитів та **астрагал** (*Astragalus membranaceus*) — багатий на полісахариди, які допомагають у боротьбі з вірусними інфекціями та стимулюють вироблення інтерферонів [5,6].

Зважаючи на їх багатofункціональні властивості, полісахариди мають значний потенціал у фармацевтичній практиці для розробки нових лікарських засобів, які б не тільки мали антимікробну активність, а й ефективно регулювали імунну відповідь. Природні полісахариди можуть стати альтернативою або доповненням до синтетичних препаратів, зокрема для лікування інфекцій, що викликаються антибіотикорезистентними патогенами, а також для корекції імунних розладів.

РОЗДІЛ 3. ЛІКАРСЬКІ РОСЛИНИ З ДОВЕДЕНОЮ АНТИМІКРОБНОЮ АКТИВНІСТЮ

3.1. Часник (*Allium sativum*) – природний антибіотик

Часник (*Allium sativum*) - багаторічна трав'яниста рослина родини Цибулеві (*Alliaceae*), яка походить з Центральної Азії та широко культивується по всьому світу як харчова та лікарська рослина. Лікарською рослиною сировиною є цибулини часнику (*Bulbi Allii sativi*), які містять велику кількість біологічно активних сполук, серед яких найважливішими є сірковмісні сполуки, що зумовлюють характерний запах та антимікробну активність: аліїн (alliin) – сірковмісна амінокислота, не має запаху, аліцин (allicin) – утворюється при пошкодженні клітин часнику з аліїну під дією ферменту алінази та має виражену антимікробну активність та характерний запах, а також диаллілдісульфід, диаллілтрисульфід, ахоєн (ajoene), вінілдитіїни; вуглеводи (фруктани, глюкоза, фруктоза, сахароза), білки та амінокислоти (лізин, метіонін, треонін, валін), вітаміни (А, В1, В2, В3, В5, В6, С, Е), мінеральні речовини (калій, кальцій, магній, фосфор, залізо, цинк, селен, флавоноїди (кверцетин, кемпферол), сапоніни, фітостероли [7-9].

Аліцин та інші сірковмісні сполуки проявляють широкий спектр антибактеріальної активності проти грампозитивних та грамнегативних бактерій (включаючи стійкі до антибіотиків штами, такі як MRSA), а також проти деяких вірусів, грибів та найпростіших. Механізм дії включає інгібування ферментів, порушення метаболізму та пошкодження клітинних мембран мікроорганізмів. Часник може пригнічувати синтез протизапальних цитокінів та інших медіаторів

запалення, може стимулювати активність імунних клітин. Флавоноїди та інші сполуки часнику сприяють нейтралізації вільних радикалів, зниженню рівня холестерину та тригліцеридів у крові, здатності тромбоцитів до агрегації, запобігаючи утворенню тромбів, можуть сприяти зниженню артеріального тиску [7-9].

Часник використовується як у народній, так і в науковій медицині при бактеріальних, вірусних та грибкових інфекціях (включаючи застуду, грип, кишкові інфекції, шкірні мікози), в профілактиці та лікуванні атеросклерозу та інших серцево-судинних захворювань, гіпертонічній хворобі (у складі комплексної терапії), гіперліпідемії, як імуномодулюючий та загальнозміцнюючий засіб [7-9].

Отже, часник є цінною лікарською рослиною з підтвердженими антимікробними, протизапальними, антиоксидантними та іншими корисними для здоров'я властивостями. Його антибіотичний потенціал, зумовлений насамперед сірковмісними сполуками, робить його перспективним природним засобом для профілактики та лікування різних інфекційних захворювань. Проте, перед застосуванням препаратів часнику з лікувальною метою слід проконсультуватися з лікарем, особливо за наявності хронічних захворювань або прийому інших лікарських засобів.

3.2. Звіробій (*Hypericum perforatum*) – бактерицидні властивості та застосування

Звіробій звичайний, звіробій продірявлений (*Hypericum perforatum* L.) - багаторічна трав'яниста рослина родини Звіробійні (*Hypericaceae*) поширений в Європі, Азії, Північній Африці, Північній та Південній Америці, Австралії. Ростає на луках, узліссях, схилах, серед чагарників. Лікарська рослинна сировина - трава звіробою (*Herba Hyperici*) містить антрахінони (нафтодіантрони): гіперицин, псевдогіперицин, протогіперицин, протопсевдогіперицин (основні фотосенсибілізуючі компоненти); флавоноїди: гіперозид, кверцетин, рутин, ізокверцитрин; фенольні кислоти: кавова, хлорогенова, кумарова; дубильні

речовини (таніни); сесквітерпени, монотерпени (пінен, мирцен); ксантони; смолисті речовини; вітаміни (С, Р, провітамін А), мікроелементи [7-8,10-11].

Екстракти звіробою проявляють антибактеріальну активність проти грампозитивних бактерій (стафілококів, стрептококів) та деяких грамнегативних бактерій. Механізм дії пов'язують з гіперіцином, який у присутності світла генерує синглетний кисень, що пошкоджує бактеріальні клітини. Флавоноїди та таніни мають протизапальні властивості, зменшуючи набряк та ексудацію. Також, препарати звіробою сприяють регенерації тканин та прискорюють загоєння ран, опіків, виразок, розслаблюють гладку мускулатуру внутрішніх органів, виявляють жовчогінну та седативну дію і використовуються при захворюваннях шлунково-кишкового тракту (гастрити, коліти), при захворюваннях печінки та жовчовивідних шляхів (як жовчогінний засіб). Для лікування інфікованих ран, опіків, виразок, фурункулів, гнійничкових захворювань шкіри, стоматитів, гінгівітів (у вигляді мазі, олії, полоскань). Гіперіцин та інші біологічно активні сполуки впливають на метаболізм нейромедіаторів (серотоніну, норадреналіну, дофаміну) і використовуються як м'який антидепресант при легких та помірних депресіях, тривожних розладах, при неврозах, безсонні (як седативний засіб) [7 - 8,10-11].

Отже, звіробій звичайний є цінною лікарською рослиною з підтвердженими бактерицидними, протизапальними, ранозагоювальними та антидепресантними властивостями. Його бактерицидна дія, особливо у поєднанні зі світлом, робить його корисним для лікування зовнішніх інфекційних процесів. Однак, при застосуванні препаратів звіробою слід враховувати можливі побічні ефекти та лікарські взаємодії, а також уникати тривалого перебування на сонці. Внутрішнє застосування звіробою як антидепресанту потребує лікарського контролю.

3.3. Евкаліпт (*Eucalyptus globulus*) – ефірні олії з широким спектром дії

Eucalyptus globulus Labill – вічнозелене дерево родини Миртові (*Myrtaceae*), яке походить з Австралії та прилеглих островів. Широко культивуються в багатьох країнах з теплим кліматом для отримання ефірної олії

та деревини. Лікарська рослинна сировина – листя евкаліпта (*Folia Eucalypti*) містять ефірну олію (*Oleum Eucalypti*), що містить монотерпени: 1,8-цинеол (евкаліптол) (основний компонент, до 80%), α -пінен, β -пінен, лімонен, камфен, сесквітерпени, фенольні сполуки: Флавоноїди (кверцетин, рутин, гіперозид), фенольні кислоти, дубильні речовини (таніни), смолисті речовини, гіркоти [7-8,12-13].

Ефірна олія евкаліпта, особливо 1,8-цинеол, проявляє широкий спектр антимікробної активності проти бактерій (стрептококів, стафілококів, пневмококів), вірусів (грипу, герпесу) та грибів (кандиди). Механізм дії пов'язують з порушенням структури клітинних мембран мікроорганізмів [12-13]. 1,8-цинеол сприяє розрідженню в'язкого мокротиння, стимулює рух війок епітелію дихальних шляхів та полегшує відхаркування. Ефірна олія та флавоноїди евкаліпта можуть пригнічувати синтез протизапальних медіаторів, сприяти розслабленню гладкої мускулатури бронхів [7 - 8,12-13].

Евкаліпт є цінною лікарською рослиною, ефірна олія якої має широкий спектр антисептичної, відхаркувальної, протизапальної та слабкої бронхолітичної дії. Завдяки цим властивостям препарати евкаліпта широко використовуються для лікування та полегшення симптомів захворювань органів дихання, а також для зовнішнього застосування як антисептичний та знеболювальний засіб. При застосуванні необхідно дотримуватися рекомендацій щодо дозування та враховувати можливі протипоказання.

3.4. Календула (*Calendula officinalis*) – протизапальні та антисептичні властивості

Нагідки лікарські, календула лікарська (*Calendula officinalis* L.) –однорічна трав'яниста рослина родини Айстрові (*Asteraceae*). Що походить з Південної Європи та широко культивується як лікарська та декоративна рослина в багатьох країнах. Лікарська рослинна сировина: квітки календули (*Flores Calendulae*) містить каротиноїди: β -каротин, лікопін, лютеїн, зеаксантин (зумовлюють яскраве забарвлення та антиоксидантні властивості), флавоноїди: кверцетин, ізорамнетин, рутин (протизапальна, антиоксидантна, спазмолітична дія),

тритерпенові спирти та їхні ефіри: лупеол, арнідіол, фарадіол (протизапальна, ранозагоювальна дія), сапоніни (тритерпенові глікозиди), полісахариди (слизові речовини), сесквітерпени (каріофілен), монотерпени (α -пінен), органічні кислоти (яблучна, саліцилова), кумарини, вітамін С, мікроелементи [7 - 8,14-15].

Календула лікарська є цінною лікарською рослиною, фармакологічна дія якої обумовлена багатим комплексом біологічно активних сполук, серед яких ключову роль відіграють каротиноїди, флавоноїди та тритерпенові спирти. Фармакогностичний аналіз підтверджує виражені **протизапальні, антисептичні, антибактеріальні** (переважно проти стафілококів та стрептококів), **противірусні та протигрибкові** властивості квіток календули. Антисептичні властивості сприяють пригніченню росту багатьох бактерій, вірусів та грибів, що робить календулу корисною для запобігання інфікуванню ран та при лікуванні вже існуючих інфекцій. Протизапальна дія календули реалізується через пригнічення активності протизапальних ферментів та медіаторів, що робить її ефективною при лікуванні різноманітних запальних процесів на шкірі та слизових оболонках та пов'язується з тритерпеновими сапонінами та каротиноїдами. Тритерпенові спирти та флавоноїди календули пригнічують активність протизапальних ферментів та медіаторів. Каротиноїди стимулюють регенерацію тканин, покращує кровообіг у місці пошкодження, сприяє епітелізації, флавоноїди календули можуть розслабляти гладку мускулатуру. Крім того, календула проявляє значну **ранозагоювальну та спазмолітичну** дію, що розширює спектр її терапевтичного застосування. Завдяки низькій токсичності та комплексу корисних властивостей, препарати календули широко використовуються зовнішньо для лікування ран, опіків, запальних захворювань шкіри та слизових оболонок, а також внутрішньо як допоміжний засіб при захворюваннях шлунково-кишкового тракту та жовчовивідних шляхів [7 - 8,14-15].

Подальші дослідження, спрямовані на вивчення синергічної дії компонентів календули та розширення її клінічного застосування, є перспективними для оптимізації фітотерапії різноманітних патологічних станів.

3.5. Чайне дерево (*Melaleuca alternifolia*) – потужний антисептик.

Melaleuca alternifolia (Maiden & Betcher) Cheel – невелике вічнозелене дерево або чагарник з м'якою, лускатою корою та вузьким, голкоподібним листям росте у вологих болотистих місцевостях. ендемік Австралії (Новий Південний Уельс та Квінсленд). Лікарська рослинна сировина: ефірна олія чайного дерева (*Oleum Melaleucae alternifoliae*), отримана методом парової дистиляції зі свіжого листя та молодих пагонів, яка є складним комплексом органічних сполук, основними з яких є: **монотерпенові вуглеводні:** терпінен-4-ол (30-50%), γ -терпінен (10-28%), α -терпінен (5-13%), 1,8-цинеол (евкаліптол) (до 15%, вміст нижче 3% вважається якісним стандартом), сабінен, мирцен, α -пінен, β -пінен, **сесквітерпенові вуглеводні:** β -каріофілен, α -гумулен, **киснево-вмісні монотерпени:** терпінен-4-ол (основний антисептичний компонент), α -терпінеол, ліналоол [7-8,16-17]. Ефірна олія чайного дерева проявляє широкий спектр антимікробної активності проти багатьох грампозитивних (стафілококи, стрептококи) та грамнегативних бактерій (кишкова паличка, клебсієла), грибів (кандида, дерматофіти), вірусів (герпесу) та найпростіших. Механізм дії пов'язують з порушенням проникності цитоплазматичної мембрани мікроорганізмів, денатурацією білків та інгібуванням ферментних систем. Також ефірна олія чайного дерева знижує вироблення протизапальних медіаторів, стимулює регенерацію тканин, виявляє імуностимулюючу та протисвербіжна дія (місцева) [7-8,16-17]. Ефірна олія чайного дерева широко використовується зовнішньо при: **інфекційних захворюваннях шкіри:** акне, фурункули, герпес, грибкові ураження шкіри та нігтів (дерматомікози, кандидоз), **ранах, порізах, саднах, опіках (незначних), укусах комах, запальних захворюваннях порожнини рота та горла:** гінгівіт, стоматит (у складі полоскань), **вагінальних інфекціях (у складі спринцювань під контролем лікаря), себореї, лупі, у складі косметичних засобів:** для проблемної шкіри, засобів для догляду за волоссям [7-8,16-17].

Отже, ефірна олія чайного дерева є потужним природним антисептиком з широким спектром антимікробної дії. Завдяки своїм властивостям вона широко

використовується зовнішньо для лікування різноманітних інфекційних та запальних захворювань шкіри та слизових оболонок. Однак, при застосуванні необхідно дотримуватися рекомендацій щодо розведення та уникати внутрішнього вживання.

РОЗДІЛ 4. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АНТИМІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА ОСНОВІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

Антимікробні препарати на основі лікарських рослин мають значний потенціал у сучасній медицині завдяки своїм природним властивостям і меншій ймовірності викликати побічні ефекти, порівняно з синтетичними антимікробними засобами. З огляду на зростаючу проблему антибіотикорезистентності, пошук альтернативних природних джерел для створення ефективних антимікробних засобів є надзвичайно актуальним. Лікарські рослини та їхні екстракти можуть стати основою нових препаратів, здатних боротися з бактеріями, грибами та вірусами, що стійкі до звичайних антибіотиків [18].

Перспективи використання антимікробних препаратів на основі лікарських рослин є досить оптимістичними та зумовлені низкою важливих факторів:

1. Зростання антибіотикорезистентності. Одна з найсерйозніших проблем сучасної медицини. Багато патогенних бактерій стають стійкими до існуючих синтетичних антибіотиків, що ускладнює лікування інфекційних захворювань. Лікарські рослини часто містять комплекси біологічно активних сполук, які можуть діяти за різними механізмами одночасно, що ускладнює розвиток резистентності у мікроорганізмів.

2. Пошук нових антимікробних агентів. Необхідність у розробці нових антимікробних препаратів з інноваційними механізмами дії є критичною. Лікарські рослини є величезним резервуаром біологічно активних молекул, багато з яких ще не досліджені. Сучасні технології скринінгу та виділення сполук дозволяють ідентифікувати перспективні антимікробні агенти.

3. Потенціал для лікування мультирезистентних інфекцій. Деякі дослідження показують, що екстракти лікарських рослин та їхні окремі компоненти можуть бути ефективними проти бактерій, стійких до кількох антибіотиків (наприклад, MRSA).

4. Синергічна дія з синтетичними антибіотиками. Комбіноване використання рослинних антимікробних агентів з традиційними антибіотиками може призвести до синергічного ефекту, підвищуючи ефективність лікування та знижуючи необхідну дозу синтетичного препарату, що може зменшити ризик побічних ефектів та розвитку резистентності [19].

5. Протівірусна та протигрибкова активність. Окрім антибактеріальної дії, багато лікарських рослин проявляють протівірусну (наприклад, ехінацея, бузина) та протигрибкову (наприклад, чайне дерево, часник) активність, що розширює спектр їхнього потенційного застосування.

6. Менша токсичність та побічні ефекти (у деяких випадках). У порівнянні з деякими синтетичними антибіотиками, рослинні препарати можуть мати меншу токсичність та меншу кількість побічних ефектів, особливо при тривалому застосуванні. Однак це залежить від конкретної рослини та дозування.

7. Традиційне використання та етнофармакологічні знання. Багатовіковий досвід використання лікарських рослин у народній медицині є цінним джерелом інформації для пошуку нових антимікробних засобів. Етнофармакологічні дослідження можуть допомогти виявити рослини з підтвердженою ефективністю [18].

8. Розвиток технологій екстракції та формулювання. Сучасні методи екстракції, розділення та формулювання дозволяють отримувати стандартизовані рослинні екстракти з високим вмістом активних речовин, а також розробляти ефективні лікарські форми (наприклад, наночастинки для покращення доставки) [20].

Однак існують і певні виклики та обмеження:

Варіабельність хімічного складу: вміст біологічно активних речовин у рослинах може варіюватися залежно від багатьох факторів (умови вирощування, час збору, спосіб переробки).

Складність виділення та ідентифікації активних сполук: екстракти рослин є складними сумішами, і визначення конкретних сполук, відповідальних за антимікробну дію, може бути складним.

Проблеми стандартизації та контролю якості: забезпечення стабільної якості та передбачуваної ефективності рослинних препаратів є важливим завданням.

Недостатність клінічних досліджень: для багатьох перспективних рослинних антимікробних агентів бракує масштабних клінічних випробувань, що підтверджують їхню ефективність та безпеку у людини.

Питання біодоступності: активні сполуки з рослин можуть мати низьку біодоступність, що обмежує їхню ефективність при внутрішньому застосуванні.

Підсумовуючи, перспективи використання антимікробних препаратів на основі лікарських рослин є багатообіцяючими, особливо в контексті зростаючої антибіотикорезистентності. Подальші міждисциплінарні дослідження, що поєднують фармакогнозію, фармакологію, мікробіологію та клінічні науки, можуть призвести до розробки нових ефективних та безпечних антимікробних засобів рослинного походження [18].

ВИСНОВКИ

Проаналізовано та узагальнено дані сучасної літератури щодо теми кваліфікаційної роботи і зроблено наступні висновки:

Антимікробна активність лікарських рослин є значним напрямком у дослідженнях природних антимікробних агентів. Лікарські рослини містять численні біологічно активні сполуки, такі як алкалоїди, флавоноїди, терпеноїди, таніни та полісахариди, які мають здатність пригнічувати ріст і розмноження патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій, грибів та вірусів.

Основні механізми дії антимікробних речовин рослин включають взаємодію з клітинними мембранами мікроорганізмів, порушення синтезу білків і ДНК, а також інгібування ферментативних систем патогенів. Ці механізми забезпечують високу ефективність рослинних екстрактів проти широкого спектра мікроорганізмів, включаючи резистентні до антибіотиків штами.

Рослинні екстракти мають переваги перед синтетичними препаратами завдяки багатокomпонентному характеру дії, що знижує ймовірність розвитку резистентності у мікроорганізмів. Крім того, вони часто мають меншу токсичність для організму людини, що робить їх більш безпечними для тривалого використання.

Наявність синергічних ефектів між компонентами лікарських рослин дозволяє підвищити їх антимікробну активність і зменшити ймовірність розвитку побічних ефектів. Багато рослин мають також додаткові імуномодуляційні властивості, що сприяє загальному зміцненню організму та підвищенню його стійкості до інфекцій.

Перспективи розвитку антимікробних препаратів на основі лікарських рослин пов'язані з подальшими дослідженнями їх складу та механізмів дії. Це дасть змогу розробити нові ефективні препарати для боротьби з інфекціями, зокрема антибіотикорезистентними штамми. Використання сучасних технологій, таких як нанотехнології, дозволяє створювати нові форми лікарських засобів, які будуть більш ефективними та зручними для застосування.

Для широкого впровадження рослинних антимікробних засобів у медичну практику необхідні додаткові клінічні дослідження, які допоможуть підтвердити їх ефективність, безпеку та оптимальні дозування для лікування різних інфекцій.

Заключно, лікарські рослини є перспективним джерелом антимікробних агентів, які можуть використовуватися як самотійно, так і в комбінації з традиційними антибіотиками, що дозволить підвищити ефективність лікування та знизити ризик розвитку резистентності. Однак для повноцінного використання їх потенціалу необхідно продовжувати дослідження в галузі фармакогнозії та фармацевтичних наук.

Abstract

The qualification thesis is devoted to the theoretical study of the antimicrobial activity of medicinal plants. In the context of increasing resistance of pathogenic microorganisms to synthetic antibiotics, the search for effective, safe, and natural alternatives is a pressing issue of modern medicine and pharmacognosy. The aim of the work is to analyze and summarize scientific data on the phytochemical composition and antimicrobial properties of medicinal plants traditionally used in herbal medicine to treat infectious diseases.

The paper reviews the literature on the mechanisms of antimicrobial action of biologically active compounds found in plants, such as essential oils, flavonoids, tannins, alkaloids, and phenolic compounds. Particular attention is paid to plants with proven antibacterial, antifungal, and antiviral activity, including representatives of the families Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae, and Apiaceae. The work highlights the prospects of using plant-based raw materials for the development of phytotherapeutic agents aimed at combating microbial infections.

The study also emphasizes the importance of further pharmacological and clinical research, as well as the standardization of herbal raw materials for the creation of effective and safe antimicrobial phytopreparations.

Keywords: medicinal plants, antimicrobial activity, phytotherapy, biologically active compounds, antibacterial effect, resistance, essential oils, flavonoids.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Vaou N., Stavropoulou E., Voidarou C., Tsigalou C., Bezirtzoglou E. Towards Advances in Medicinal Plant Antimicrobial Activity: A Review Study on Challenges and Future Perspectives. *Microorganisms*. 2021. Vol. 9. Iss.10. P.2041
2. Munita J.M, Arias C.A. Mechanisms of Antibiotic Resistance. *Microbiol Spectr*. 2016. Vol. 4. Iss.2. P.10.1128
3. Zouine N., Ghachtouli N.E., El Abed S., Koraichi S.I. A comprehensive review on medicinal plant extracts as antibacterial agents: Factors, mechanism insights and future prospects. *Scientific African*. 2024.Vol.26.e02395
4. Li S., Jiang., Jia W., Guo T., Wang F., Li J., Yao Z. Natural antimicrobials from plants: Recent advances and future prospects. *Food Chemistry*. 2024.Vol.432. P.137231
5. Vaou N., Stavropoulou E., Voidarou C., Tsigalou C., Bezirtzoglou E. Towards Advances in Medicinal Plant Antimicrobial Activity: A Review Study on Challenges and Future Perspectives. *Microorganisms*. 2021. Vol.9. Iss. 10.P.2041.
6. Хіл А., Передера С. Аналіз антимікробних властивостей лікарських рослин. Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Ветеринарні науки. 2023. № 25 (110). С. 137-141.
7. Кисличенко В.С., та ін.; за ред. Кисличенко В.С. Фармакогнозія: базовий підручник для студ. вищ. фармац. навч. закл. (фармацевтів) IV рівня акредитації. Харків: НФаУ: Золоті сторінки. 2015. 736 с.
8. Фармацевтична енциклопедія / Гол. ред. ради та автор передмови В. П. Черних. 3-тє вид. переробл. і доповн. Київ: МОРІОН, 2016. С. 1632.
9. Indira M., Bhuvaneshwari G., Premkumar L., Neelusree P. Antibacterial Activity of the *Allium sativum* Crude Extract against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Pure Appl Microbiol*. 2024. Vol.18. Iss.2.P.1297-1304.

10. Apaydin E.A., Maher A.R., Shanman R., Booth M.S., Miles J.N., Sorbero M.E., Hempel S. A systematic review of St. John's wort for major depressive disorder. Syst Rev. 2016. Vol.5. Iss.1. P.148.

11. Nobakht S.Z., Akaberi M., Mohammadpour A.H., Tafazoli Moghadam A., Emami S.A. Hypericum perforatum: Traditional uses, clinical trials, and drug interactions. Iran J Basic Med Sci. 2022. Vol.25. Iss.9. P.1045–58.

12. Elangovan S., Mudgil P. Antibacterial Properties of *Eucalyptus globulus* Essential Oil against MRSA: A Systematic Review. Antibiotics (Basel). 2023. Vol.12. Iss.3. P.474.

13. Mahboubi M, Mokari Z. **The Efficacy of Eucalyptus globulus Essential Oil in the Management of Pain.** International Journal of Pain. 2024. Vol.15. P.70-79.

14. Ovinuchi Ejiohuo, Samson Folami, Abdulkadir Yusif Maigoro. Calendula in modern medicine: Advancements in wound healing and drug delivery applications. European Journal of Medicinal Chemistry Reports. 2024. Vol.12. 100199

15. Shahane K., Kshirsagar M., Tambe S., et al. An Updated Review on the Multifaceted Therapeutic Potential of *Calendula officinalis* L. Pharmaceuticals (Basel). 2023. Vol.16. Iss.4. P.611

16. Carrasco S.B.V., Ramón R.C., et al. Evaluation of the effectiveness of essential oil tea tree (*Melaleuca alternifolia*) against three bacterial genera isolated from bovine mastitis J. Med. Pharm. Chem. 2023. Vol. 6. Iss.2024.P. 968-980

17. Puvača N., Milenković J., Galonja Coghill T. et al. Antimicrobial Activity of Selected Essential Oils against Selected Pathogenic Bacteria: In Vitro Study. Antibiotics (Basel). 2021. Vol. 10. Iss.5. P.546

18. Anand U., Jacobo-Herrera N, Altemimi A, Lakhssassi N. A Comprehensive Review on Medicinal Plants as Antimicrobial Therapeutics: Potential Avenues of Biocompatible Drug Discovery. Metabolites. 2019. Vol.1. Iss.9(11). P.258

19. Atta S., Waseem D., Fatima H., Naz I., Rasheed F., Kanwal N. Antibacterial potential and synergistic interaction between natural polyphenolic extracts and synthetic antibiotic on clinical isolates. Saudi J Biol Sci. 2023. Vol.30. Iss. 3. P.103576.

20. Islam S., Shakib Ahmed M.M., Islam M.A., Hossain N., Chowdhury M. A. Advances in nanoparticles in targeted drug delivery–A review. Results in Surfaces and Interfaces. 2025.Vol.19.P.100529