

УДК 615.322:615.27:615.45

Ігор БЄЛЕНІЧЕВ

доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри фармакології та медичної рецептури з курсом нормальної фізіології, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, вул. Сталеварів, 31, м. Запоріжжя, Україна, 69035 (i.belenichev1914@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-1273-5314

SCOPUS: 6602434760

Надія ГОРЧАКОВА

доктор медичних наук, професор, професор кафедри фармакології, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, просп. Берестейський, 34, м. Київ, Україна, 01601 (gorchakovan1941@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-7311-7347

SCOPUS: 7003895729

Тетяна ГАРНИК

доктор медичних наук, професор, професор загальноунавчальної кафедри фізичного виховання, спорту і здоров'я людини, Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського, вул. Джона Маккейна, 33, м. Київ, Україна, 01042 (phitotherapy.chasopys@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-5280-0363

SCOPUS: 6508229538

Олена ШУМЕЙКО

кандидат медичних наук, доцент кафедри фармакології, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, просп. Берестейський, 34, м. Київ, Україна, 01601 (ashu28051972@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-0655-0911

Олена КЛИМЕНКО

кандидат медичних наук, доцент кафедри фармакології, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, просп. Берестейський, 34, м. Київ, Україна, 01601 (klymenkoolena75@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-2537-7029

Олександра КЛИМЕНКО

студентка, Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, просп. Берестейський, 34, м. Київ, Україна, 01601 (klymenko.sashka@gmail.com)

Юлія ЧЕМЕРИС

кандидат медичних наук, доцент кафедри медицини катастроф та військової медицини, Запорізький державний медико-фармацевтичний університет, вул. Сталеварів, 31, м. Запоріжжя, Україна, 69035 (fro.dekanat@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-1203-131X

Бібліографічний опис статті: Беленічев І., Горчакова Н., Гарник Т., Шумейко О., Клименко О., Клименко О., Чемерис Ю. (2025). Імуномодулююча дія фітопрепаратів. *Фітотерапія. Часопис*, 1, 5–17, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-1-5>

ІМУНОМОДУЛЮЮЧА ДІЯ ФІТОПРЕПАРАТІВ

Актуальність. Нині відомо, що інфекційні, онкозахворювання, хвороби життєво важливих органів і систем супроводжуються порушеннями показників імунної системи, що потребує призначення імуномодуляторів. Саме рослинні препарати мають деякі переваги перед синтетичними і біотехнологічними засобами. При тому, що практично всі рослинні препарати володіють позитивним впливом на життєво важливі функції організму, вони, на відміну від синтетичних і біотехнологічних, володіють меншою токсичністю, більш широким спектром дії, більшою користю порівняно з ризиками, більш доступні та найважливіше – більш дієві. До рослинних препаратів як засобів супроводжуючої терапії звертаються лікарі України, країн Сходу, таких як Китай, В'єтнам, Індія тощо. Тому дуже важливим є узагальнення відомостей про імуномодулюючу дію фітопрепаратів для ознайомлення фармакологів і лікарів з цією проблемою з метою інтенсифікації медичної допомоги хворим у випадках, коли діагностується порушення показників імунної системи.

Мета дослідження – визначити головні показники діяльності імунної системи, що дозволяє цілеспрямовано призначати фітопрепарати з імуномодуючою дією у разі захворювань з порушеннями цих показників.

Методи дослідження. На підставі цих досліджень вітчизняної та зарубіжної літератури, видань SCOPUS, “Web of Science”, Google Scholar варто визначити показники імунної системи, що дозволяють встановити імунорегулюючу дію рослинних препаратів, та зазначити перспективні фітопрепарати, які володіють імунокорегуючою властивістю у разі патологічних станів.

Результати досліджень. Аналіз даних літератури дозволив виділити неспецифічні та специфічні показники імунітету. До неспецифічних показників належать такі показники резистентності, як конституційний, фагоцитарний та лімфоїдний. Лімфоцити є основними клітинами, які беруть участь у імунних відповідях організму. Ці клітини є унікальними, оскільки виникають з гемопоетичних стовбурових клітин і проходять етапи дозрівання у первинних лімфоїдних органах. У вторинних лімфоїдних органах вони відокремлені залежно від певних функцій. Т-лімфоцити є ефекторними клітинами, які виконують регулюючу роль, а Б-лімфоцити продукують антитіла. Третій тип лімфоцитів – натуральні кілери (цитокінні лімфоцити, NK), які відіграють роль у реалізації адаптивної та вродженої імунної відповіді. Розвиток імунної відповіді розпочинається після активації лімфоцитів імунної системи, що надалі активуються антигенами. Антитіла (імуноглобуліни) – це результат активації клітин, які пройшли етапи диференціації. Імуноглобуліни є глікопротеїнами, які відіграють важливу роль у розпізнаванні антигенів та активації комплементу. Поділяють на IgG, IgM, IgA, IgD, IgE. Це розчинні білки, які регулюють імунну систему, вроджений імунітет та адаптивну відповідь на інфекцію. Їх вважають хімічними посередниками (месенджерсами), що продукуються різними типами клітин. До цієї родини належать фактор некрозу пухлин (ФНП), інтерферони (ІФН), хімокіни, трансформуючі росткові фактори (IGF), колонієстимулюючі фактори (CST). Мають місце інтерлейкіни, що позначаються як ІЛ1-ІЛ-32.

Інтерлейкіни, які не пов'язані між собою, відповідають трьом критеріям: їхні гени повинні бути клоновані, вони повинні бути індуковані у лейкоцитах, а їхня біологічна активність у разі запальних процесів повинна бути послідовною та каталітичною.

Білки, які входять у систему комплементу, представлені клітинно-зв'язаними білками, функція яких полягає у посиленні механізмів захисту проти чужорідних білків. Більшість білків комплементу у плазмі крові синтезуються у печінці, за виключенням С1, який продукується епітеліальними клітинами, а також фактора D, що синтезується у жировій тканині.

Додатковими джерелами синтезу білків комплементу є моноцити та макрофаги. Таким чином, встановлюючи зміни показників імунної системи у разі певних патологічних станів та під впливом фітопрепаратів, можна визначити сфери призначення рослинних препаратів. У літературі є дані, які поділяють препарати рослинної групи залежно від переважного впливу на ті чи інші показники імунної системи.

В оглядах літератури надається характеристика частіше галенових, іноді новогаленових та біотехнологічних препаратів, найбільш часто застосованих рослин, та акцентується увага на їхньому впливі на показники імунної системи. Так, аналізуються імунорегулюючі властивості ехінацеї, родіоли рожевої, імбиря, часнику, сої та герані. Щодо деяких рослинних екстрактів, то вказується і акцентується увага на доцільності їх призначення при COVID-19, меланомі та інших онкозахворюваннях.

Висновки. Обізнаність щодо маркерів показників імунної системи, які змінюються у разі інфекційних, онкозахворювань, хвороб життєво важливих органів та механізмів впливу рослинних препаратів при цих станах, сприятиме підвищенню ефективності лікування широко поширених захворювань.

Ключові слова: імуномодуюча дія, фітопрепарат, підвищення ефективності, безпечність лікування.

Igor BELENICHEV

Doctor of Biology and Medicine, Full Professor, Head of the Department of Pharmacology and Medical Formulation with Course of Normal Physiology, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Stalevariv str., 31, Zaporizhzhia, Ukraine, 03057 (i.belenichev1914@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-1273-5314

SCOPUS: 6602434760

Nadiya GORCHAKOVA

Doctor of Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pharmacology, Bogomolets National Medical University, Beresteyskyi ave., 34, Kyiv, Ukraine, 01601 (gorchakovan1941@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-7311-7347

SCOPUS: 7003895729

Tatyana HARNYK

PhD in Medicine, Professor, Professor of the Department of Physical Education, Sports and Human Health, V.I. Vernadskyi Tavria National University, JohnMcCainstr., 33, Kyiv, Ukraine, 01042 (phitotherapy.chasopys@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-5280-0363

SCOPUS: 6508229538

Olena SHUMEYKO

PhD in Medicine, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pharmacology, Bogomolets National Medical University, Beresteyskyi ave., 34, Kyiv, Ukraine, 01601 (ashu28051972@gmail.com)

ORCID: 0000-0003-0655-0911

Olena KLYMENKO

PhD in Medicine, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Pharmacology, Bogomolets National Medical University, Beresteyskyi ave., 34, Kyiv, Ukraine, 01601 (klymenkoolena75@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-2537-7029

Oleksandra KLYMENKO

Student, Bogomolets National Medical University, Beresteyskyi ave., 34, Kyiv, Ukraine, 01601 (klymenko.sashka@gmail.com)

Yulia CHERMERS

PhD in Medicine, Associate Professor of the Department of Disaster Medicine and Military Medicine, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, Stalevariv str., 31, Zaporizhzhia, Ukraine, 69035 (fpo.dekanat@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-1203-131X

To cite this article: Belenichev I., Gorchakova N., Harnyk T., Shumeiko O., Klymenko O., Klymenko O., Chemerys Yu. (2025). Immunomoduliuucha diia fitopreparativ [Immunomodulatory effect of herbal drugs]. *Fitoterapiia. Chasopys – Phytotherapy. Journal*, 1, 5–, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-1-5>

IMMUNOMODULATING EFFECT OF PHYTODRUGS

Topicality. Today it is known that infectious diseases, cancer diseases, diseases of vital organs and systems are accompanied by violations of the indicators of the immune system, which requires the appointment of immunomodulators. It is herbal drugs that have some advantages over synthetic and biotechnological means. Despite the fact that almost all herbal drugs have a positive effect on the vital functions of the body, they, unlike synthetic and biotechnological ones, have less toxicity, a wider spectrum of action, greater benefits compared to risks, more accessible and, most importantly, more effective. Doctors of Ukraine, countries of the East, such as China, Vietnam, India and others, turn to herbal drugs as means of accompanying therapy. Therefore, it is very important to generalize information about the immunomodulatory effect of herbal drugs in order to familiarize pharmacologists and doctors with this problem in order to intensify medical care for patients in cases where a violation of the indicators of the immune system is diagnosed.

The aim of the study – to determine the main indicators of the activity of the immune system, which makes it possible to more purposefully prescribe herbal drugs with an immunomodulatory effect in diseases with violations of these indicators.

Research methods. On the basis of research data from domestic and foreign literature, SCOPUS publications, “Web of Science”, Google Scholar, determine the indicators of the immune system, which allow to establish the immunoregulatory effect of herbal drugs and to identify promising herbal drugs that have immunocorrective properties in pathological conditions.

Research results. The analysis of literature data made it possible to distinguish non-specific and specific indicators of immunity. Non-specific indicators include such indicators of resistance as constitutional, phagocytic and lymphoid. Lymphocytes are the main cells involved in the body's immune responses. These cells are unique because they arise from hematopoietic stem cells and undergo maturation stages in primary lymphoid organs. In secondary lymphoid organs, they are separated depending on certain functions. T-lymphocytes are effector cells that play a regulatory role, and B-lymphocytes produce antibodies. The third type of lymphocytes is natural killers (cytokine lymphocytes, NK), which play a role in implementing the adaptive and innate immune response. The development of the immune response begins after the activation of lymphocytes of the immune system, which are subsequently activated by antigens. Antibodies (immunoglobulins) are the result of the activation of cells that have gone through the stages of differentiation. Immunoglobulins are glycoproteins that play an important role in antigen recognition and complement activation. Divided into IgG, IgM, IgA, IgD, IgE. These are soluble proteins that regulate the immune system, innate immunity, and the adaptive response to infection. They are considered chemical mediators (messengers) produced by various types of cells. This family includes tumor necrosis factor (TNF), interferons (IFN), chemokines, transforming growth factors (IGF), colony-stimulating factors (CST). There are interleukins, designated as IL1-IL-32.

Unrelated interleukins meet three criteria: their genes must be cloned, they must be induced in leukocytes, and their biological activity in inflammatory processes must be consistent and catalytic.

Proteins included in the complement system are represented by cell-bound proteins whose function is to strengthen defense mechanisms against foreign proteins. Most complement proteins in blood plasma are synthesized in the liver, with the exception of C1, which is produced by epithelial cells, and factor D, which is synthesized in adipose tissue.

Additional sources of synthesis of complement proteins are monocytes and macrophages. Thus, by establishing changes in the indicators of the immune system in certain pathological conditions and under the influence of herbal drugs, it is possible to determine the areas of purpose of herbal drugs. In the literature, there are data that divide the drugs of the plant group depending on the predominant effect on certain indicators of the immune system.

Literature reviews describe the most frequently used plants, usually galenic, sometimes new galenic and biotechnological drugs, and focus on their influence on the indicators of the immune system. Thus, the immunoregulatory properties of *echinacea*, *rhodiola rosea*, ginger, garlic, soy and geranium are analyzed. As for some plant extracts, attention is indicated and emphasized on the expediency of their appointment for COVID-19, melanoma and other cancer diseases.

Conclusions. Awareness of markers of immune system indicators that change in infectious, oncological diseases, diseases of vital organs and the mechanisms of effect of herbal drugs in these conditions will contribute to increasing the effectiveness of treatment of widespread diseases.

Key words: immunomodulating effect, herbal drug, increasing the effectiveness and safety of treatment.

Вступ. Актуальність. Лікарські засоби, які користують діяльність імунної системи, більш правильно називати імуномодуляторами. У літературі частіше трапляються їхні назви як імуностимулятори, і тому фармакологію цих засобів описують разом з аутогенами. Разом із тим відомо, що деякі з них поряд з імуномодулюючим впливом можуть мати заспокійливий ефект на нервову систему. Прикладом є рослина ашваганда (лат. *Withania somnifera*).

Імунна система – це природні самозахисні механізми, які дозволяють розрізняти захисні та незахисні молекули (Cingi et al., 2023). Саме визначення впливу фітопрепаратів на показники діяльності імунної системи допоможе зробити новий внесок у схеми лікування захворювань, що супроводжуються змінами головних показників її діяльності.

Мета дослідження – визначити головні показники діяльності імунної системи, що дозволяє цілеспрямовано призначати фітопрепарати з імуномодулюючою дією у разі захворювань з порушеннями цих показників.

Методи дослідження. На підставі цих досліджень вітчизняної та зарубіжної літератури, видань SCOPUS, “Web of Science”, Google Scholar визначити показники імунної системи, що дозволяють встановити імуномодулюючу дію рослинних препаратів, та зазначити перспективні фітопрепарати, які володіють імунокорегуючою властивістю у разі патологічних станів.

Результати досліджень та їх обговорення. Фітопрепарати володіють імунорегулюючими властивостями у разі патологічних станів (Rosales & Uribe-Querol, 2017; Striz et al., 2014).

Імунна система має кілька стадій створення резистентності, включаючи шкіру, кровотворну, травну, сечовидільну та інші системи. В організмі виділяються фактори неспецифічного імунітету, такі як конституційна, фагоцитарна та лімфоїдна системи.

Важливим для визначення адаптаційного впливу є фагоцитоз, що починається з фізіологічного контакту між функціонуванням лейкоцитів та чужорідною клітиною і утворенням фагосоми після зміщення. Після зміщення цитоплазматичних гранул відбувається утворення фагосоми. Останнє з'єднується із зовнішньою оболонкою бактерій і допомагає підготувати її до фагоцитозу. Фагоцити мають рецептори до імуноглобулінів та компонентів комплексу, які допомагають фагоцитозу (Abbas & Lichtman, 2019).

Участь у клітинних механізмах захисту можуть брати лейкоцити, серед яких виділяють еозинофіли, базофіли, нейтрофіли, моноцити, лімфоцити.

Лімфоцити становлять основу набутого імунітету. Лімфоцити, які виникають у гемопоетичних клітинах та дозрівають у первинних лімфоїдних органах, потім надходять у вторинні органи: селезінку, лімфатичні вузли, наднирники, мигдалики, апендикс, лімфоїдну тканину, асоційовану із слизовими оболонками. У ефекторних органах виділяють Т-лімфоцити, що як ефекторні клітини виконують регулюючу роль. В-лімфоцити продукують антитіла. Лімфоцити, натуральні кілери та цитотоксичні лімфоцити НК, є дуже важливими для імунної відповіді. Тимус здатний до продукції Т-лімфоцитів, навіть коли зменшується в розмірі. Після того, як завершується диференціація лімфоцитів, Т-лімфоцити виходять з тимусу, а В-лімфоцити – з кісткового мозку.

Імунна система регулюється розчинними білками – цитокінами. Вони продукуються різними клітинами і регулюють як імунну, так і кровотворну системи. Індукція цитокінів відбувається як відповідь на подразники: бактеріологічні, ліпопродуктори, бактеріальні білки та інші, за допомогою молекули клітинної адгезії, а також через розпізнавання чужорідних антигенів лімфоцитами. До цитокінів належать фактор некрозу пухлин (ФНП), інтерферони (ІФН), хемокіни, трансформуючі росткові фактори (ТGF), колонієстимулюючі фактори (CSF), а також інтерлейкіни (ІЛ), яких нині є 32, від ІЛ-1 до ІЛ-32.

Цитокіни мають плейотропний ефект, діючи не лише на клітини імунної системи, але й на інші клітини. До складу трансформуючого фактора росту входять три ізоформи: TGF- β 1, TGF- β 2, TGF- β 3. TGF- β є регулятором росту клітин, диференціювання, апоптозу, міграції та запальної відповіді. Комплемент – це складний ряд зв'язаних білків. Система комплексу повинна контролюватися, щоб не викликати пошкодження тканин. Більшість білків комплексу синтезується в печінці, за винятком білка C1, який синтезується клітинами кишечника, та фактора D, що синтезується в жировій тканині. Інші клітини, такі як моноцити й макрофаги, є додатковими джерелами ранніх компонентів комплексу: C1, C2, C3.

Лектиновий шлях є одним із засобів активації системи комплексу, що не потребує присутності антитіл. Одним із ключових шляхів зв'язування лектину є його взаємодія з лактозою, тобто за допомогою цукру, у присутності глікопротеїнів (MDL). Розвиток імунної відповіді в організмі, зокрема активація лімфоцитів, відбувається за участю речовин, що називаються імуногенами або антигенами. При цьому формується імунна відповідь, яка включає

синтез антитіл (імуноглобулінів). Нині відомо кілька класів імуноглобулінів, які визначаються методом електрофорезу: IgG, IgA, IgM, IgD, IgE. Імуноглобуліни належать до гуморальної ланки імунної системи. На вище перераховані показники спрямована імуномодулююча дія (Nicholson, 2016; El-Radhi, 2018; Dinarello, 2017; Yazdani et al., 2015; McNab et al., 2015).

Цікавість до рослинних засобів, які можуть бути застосовані під час захворювань для підтримки активності імунної системи в рамках комплексного лікування, пов'язана з їхньою меншою токсичністю, доступністю, невисокою вартістю та впливом на показники імунної системи (Deva et al., 2023).

Частину рослинних лікарських засобів продовжують готувати за рецептами аюрведи. Імуномодулюючі властивості рослин визначають їхні складові компоненти. Рослинні засоби умовно розподіляють, згідно з їхнім впливом на ту чи іншу ланку імунної системи.

Так, на синтез інтерферону можуть впливати аргана лікарська, алое деревоподібне, ісландський мох та інші; вміст лізоцину збільшує герань, аніс та інші; на систему комплементу впливає мальва лісова, базилік та інші; підвищують активність фагоцитозу хвощ польовий, звіробій звичайний та інші; активують фагоцитоз чистотіл, бузина чорна; на Т-лімфоцити впливає кропива дводомна, майоран садовий та інші; на В-лімфоцити впливає солодка гола (Mishchenko et al., 2020).

Однією з лікарських рослин, кора якої має імуномодулюючу активність, є патала (*Stereospermum suaveolens*), або стереоспермум. Наявні галенові препарати з листя цієї рослини, які мають широкий спектр дії. Експериментально встановлений вплив галенових препаратів листя під час застудних захворювань, хвороб кишечника, печінки та дихальної системи. В експериментальних дослідженнях вказано на його протизапальну та імуномодулюючу дію. Діючими речовинами кореня є N-тріаконтанол, дегідротектанол і лопাগон (впливає на ріст клітин). Галенові препарати з кореня рослини мають імуномодулюючу дію, впливаючи на фагоцитоз і підвищуючи рівень нейтрофілів і Т- та В-лімфоцитів. Через ці властивості їх призначають у комплексному лікуванні захворювань дихальних шляхів та травного каналу.

Галенові препарати готують з гілок і листя рослини. У коренях містяться такі активні речовини, як N-тріаконтанол, дегідротектанол, дегідролопагон і лапагон. Галенові препарати з кореня мають імуномодулюючі властивості. Вони володіють неспе-

цифічною імуномодулюючою активністю та можуть впливати на фагоцитоз. Надалі було встановлено, що галеновий препарат із кореня може також впливати на еритропоез та лейкопоез. У різних дослідженнях *in vivo* було встановлено, що екстракт рослини володіє імуномодулюючою дією.

Tinospora sinensis (китайська тіноспора, тіноспора серцевидна) – трава, галенові препарати якої мають імуномодулюючу активність. Надалі було встановлено, що ізольований з трави альфа-глюкан володіє імуномодулюючою активністю, що проявляється завдяки вмісту 11-гідроксимастанону, N-метил-1,2-піролідону, N-форміламоніуму, N-формілалонію, сортилозиду та інших сполук, які впливають на 11-гідроксимастанон, N-метил-2-піролідон, N-формілалоніум і тинокордизид. Ці компоненти сприяють підвищенню рівня оксиду азоту, реактивних кисневих радикалів та фагоцитозу.

Atractylodes lancea (китайська атрактила, плоска атрактила) – діючі речовини кулмесмол і атрактилодин вивчали за їх здатністю попереджати смерть тварин з холангіокарциномою. Крім того, визначали імуномодулюючі властивості галенових препаратів рослини. *Atractylodes lancea* – були визначені біоактивні сполуки в екстракті, зокрема кулмесмол і атрактилодин, які показали активність в експерименті у разі холангіосаркоми. Вище зазначені активні сполуки визначили імуномодулюючу дію екстракту рослини, а також вплив на розміри холангіокарциноми.

Її лікувальні властивості були доведені на першій фазі клінічних випробувань, які також підтвердили імуномодулюючі властивості завдяки наявності атрактилодину, що блокує інтерлейкін-6. У дозі 1000 мг препарат підвищив продукцію цитокінів (TNF- α , IL-7, IL-2, IL-4) та знижував продукцію IL-10 та IFN- γ порівняно з плацебо. В капсулах екстракт понизив вміст усіх цитокінів та гальмував IL-17A, підвищив субпопуляцію лімфоцитів: В-лімфоцитів, CD8+ цитотоксичних Т-лімфоцитів, CD4+ Т-хелперів, а також NK-клітин.

Stevia rebaudiana (стевія медова). Стевозид є дитерпеноїдним глікозидом із різними фармакологічними властивостями. Стевозид ефективний у разі пошкодження печінки завдяки антиоксидантній, протизапальній, протипухлинній та антидіабетичній дії. На фоні введення шурам тіоацетаміду стевозид усував гістологічні та структурні зміни печінки. Стевозид попереджав зміни вмісту продуктів гліколізу, викликані тіоацетамідом, а також покращував функції печінки. Тіоацетамід підвищував рівень р65 мРНК, але цей ефект менше проявлявся під дією стевозиду,

що підтверджують західні дослідження. У дослідах *in vivo* стевозид виявив профілактичну дію.

Листоколосьник бамбукоподібний (*Phyllostachys bambusoides*) є джерелом флавоноїдів, глікозидів, а також антиоксидантів. Активна фракція рослини містить флавоноїди орієнтин та ізоорієнтин. Імуномодулююча активність цих фракцій була показана у дослідах на мишах. Діючі речовини стимулюють проліферацію епітеліоцитів та покращують функцію макрофагів. Препарат регулює утворення оксиду азоту, підвищує синтез цитокінів TNF- γ та IL-4, а також експресію CD80 та CD86 у мишей.

Кассія фістула (*Cassia fistula*) вважається однією з найвідоміших рослин, що використовуються в аюрведі та застосовується для лікування багатьох захворювань, включаючи свербіж, втиліго, діабет і блювання кров'ю. Із листя та стружки готують екстракт, який має імуномодулюючу дію, підвищує щільність шкіри, а також активує проліферацію Т- та В-лімфоцитів.

Тиноспора хрустяча (*Tinospora crispa*). Екстракти рослини містять феноли та флавоноїди, такі як катехін, метеолін, мурін, рутин, які мають значні антиоксидантні властивості. Ці фенольні складники відповідають за антиоксидантну активність. Наявні дослідження, які підтверджують, що ця рослина є джерелом антиоксидантів. У рослини також виявлено властивості ейкозаноїдів, а також кардіотонічні сполуки, такі як кардіозид, болдин та кверцетин.

Dendrobium catenatum (орхідея миру). Діючі речовини рослини мають імуномодулюючі властивості і є тригером для NF- κ B, передаючи сигнали від Янус-кінази, що активує транскрипційні шляхи передачі сигналів. Ефекти екстрактів листя та стебла мають імуномодулюючі властивості. Екстракт впливає на активність НК-клітин і підвищує утворення NO, що дозозалежно стимулює активність макрофагів. Екстракт може підвищувати продукцію IL-2 та IL-4. Препарат підвищує вміст NO, IL-4, IL-1 β , TNF- α .

Chlorophytum borivilianum (Safed Musli). Екстракт рослини має імуномодулюючі властивості. Завдяки полісахаридам рослини підвищується вміст НК-клітин, а також відзначається зростання рівня імуноглобуліну G.

Посконник плямистий. Імуномодулююча активність екстракту проявляється завдяки полісахаридам. Цей галеновий препарат в експерименті виявляв противірусну активність, підвищував рівень імуноглобуліну, а також збільшував вміст цитокінів IL-6 та TNF- α .

Clerodendrum splendens (клеродендрум блискучий). Летюча олія цієї рослини була виділена і досліджена,

що дозволило встановити її імуномодулюючу активність. Ця олія використовувалася проти *Staphylococcus aureus* та *Candida splendens*. Досліджуваний екстракт рослини призводив до підвищення вмісту NO, IL-12, IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , а також гранулоцитарно-макрофагіальних імуностимуляторів. Також відзначалося підвищення рівня фактора росту в лімфатичних вузлах і зниження TNF- α , IL-13, IL-17, а також інтерферону γ .

Glycyrrhiza uralensis (солодка китайська). Полісахариди, виділені з рослини, мали вплив на проліферацію в умовах *in vitro*, що свідчить про наявність імуномодулюючої активності. Подальші експерименти на щурах підтвердили вплив на імунну систему, були показані зміни у селезінці та щитоподібній залозі. Аналіз крові показав зміни рівнів TNF- α та інших показників імуногенезу.

Arctium lappa L. (лопух великий). Фруктоліпосахариди є діючими речовинами кореня рослини, які знижують рівень цукру в крові, регулюють метаболізм і сприяють сорбції мінералів. Імуномодулююча активність сполук доведена в дослідах *in vivo* та *in vitro*; вони впливають на активність макрофагів і підвищують рівень оксиду азоту.

Lepidium meyenii (мака перуанська). Рослина є природним джерелом полісахаридів, що визначає її біологічну активність та імуномодулюючі властивості. Експериментально встановлено антиоксидантні властивості діючих речовин.

Eurycoma longifolia (еурикама довголиста). Незначна серія дослідів щодо впливу полісахаридів виявила, що їх імуномодулююча активність пов'язана з впливом на фагоцитоз.

Ligustrum vicaryi Rehder (бірючина гібридна Вікарі). Фенотип і властивості рослин визначаються вмістом хлорофілу. Полісахариди рослини мають здатність проявляти імуномодулюючу та адаптивну дію. Надалі було встановлено, що вони поліпшують експресію IL-10, TNF- α дозозалежно.

Stachytarpheta cayennensis. Екстракт листя рослини володіє анальгезивним ефектом, антималярійною та протизапальною дією. Цього року у рослини було визначено імуномодулюючий ефект.

Aegle marmelos. Рослина містить низку біологічно активних речовин: каротиноїди, феноли, алкалоїди та флавоноїди, завдяки чому її екстракти виявляють ефективність у разі хронічної діареї та інших станів, пов'язаних з порушеннями діяльності травного каналу.

Gentiana olivieri Griseb. Галенові препарати рослин призначають у разі багатьох хвороб на Сході, зокрема на Південному Сході, де про них згадували в аюрведі. У вигляді водних розчинів з квіток їх

приймають у разі підвищеного тиску. Завдяки алкалоїдам, терпеноїдам та іншим діючим речовинам проявляється імуномодуюча активність рослини. Спиртовий екстракт підвищує фагоцитоз. Вважають, що екстракт рослини впливає як на клітинний, так і на гуморальний імунітет.

Rhaphidophora korthalsii Schott. Екстракти рослини традиційно застосовували для лікування пухлин, оскільки вони мали цитотоксичний ефект на ракові клітини. Експерименти довели наявність імуномодуючої активності, здатність впливати на НК-клітини, імуноглобуліни гамма та рівень ІЛ-2.

Amorphophallus commutatus. Рослину застосовують у кулінарії, для лікування токсичних захворювань, як антидот у разі зміїних укусів, а також для полегшення свербіння. Галенові препарати з цієї рослини мають антибактеріальну та гепатопротекторну активність. Токсикологічні дослідження свідчать про низьку токсичність екстракту, що дозволяє його застосування для тривалого лікування. *In vitro* встановлено здатність рослини впливати на проліферацію ендотеліальних клітин. Завдяки вмісту конканаваліну препарат може впливати на клітини селезінки, підвищувати продукцію антитіл і дозозалежно впливати на процеси гемолізу.

Momordica charantia (китайський гіркий гарбуз). Екстракт плодів цієї рослини може проявляти як імуностимулюючі, так і імунодепресивні властивості. Він стимулює фагоцитоз та активність спленоцитів. Вплив на фагоцитоз був підтверджений дослідженнями на білих мишах, яким вводили *Salmonella typhi*. Порушення функції Т-лімфоцитів пов'язано з порушенням їх проліферації, що включає макрофаги. У пацієнтів з порушенням функції Т-лімфоцитів спостерігається порушення проліферації та імуносупресія. Препарат впливає на рівень оксиду азоту, вільних радикалів кисню та лізосомальну фосфатазу, у разі зміни кількості нейтрофілів і макрофагів. Останні дані підтверджують імуностимулюючу дію екстракту.

Moringa oleifera Lam. – трав'яниста рослина, яка містить мікро- та макроелементи, які сприяють її лікувальним властивостям. Вона використовується для лікування астми, бронхіту, маститу, шкірних захворювань та інфекцій, включаючи ВІЛ/СНІД. Здатність екстрактів рослини лікувати різні захворювання зумовлена її антиоксидантними багатокomпонентними властивостями. Антиоксидантна дія рослини виявлена в багатьох органах. Лікування покращує біохімічні та гематологічні параметри.

Trichopodium zeylanicum (Gaertn.) Thwaites. В експериментах на щурах встановлена імуномодую-

юча дія екстракту рослини, що сприяє підвищенню вмісту нейтрофілів та рівня гемоглобіну в периферійній крові. Екстракт рослини може підвищувати тонус організму, має омолоджуючі властивості.

Schwartzia brasiliensis (Choisy) Bedell ex Gir. Вірус Денге погіршує різні дендритні клітини, моноцити, гепатоцити, ендотеліальні клітини. Під час введення інфекції щурам зростає вміст TNF- α , ІЛ-6, ІЛ-8 – показників, що свідчать про пошкодження ендотелію судин. З іншого боку, це свідчить про активацію механізмів захисту. Моноцити також втручаються в реакцію захисту, підвищуючи інтерферон- γ та знижуючи ефект запальних цитокинів, зокрема TNF- α .

Phyllanthus mellerianus. Екстракт рослини допомагає під час діареї, дизентерії та туберкульозу. Препарат корисний у разі багатьох хвороб завдяки імуномодуючим властивостям, включаючи антиоксидантну, імуномодуючу та протипухлинну дію. Він покращує гематологічні та біохімічні параметри. У досліджах на щурах препарат відновлював показники на фоні циклофосфаміду.

Alstonia scholaris. Алкалоїди та терпени, ізольовані з рослини, виявляють імуномодуючі властивості (Vijay, 2018).

В індійській медицині використовували траву з листям, які нагадували серце – *Tinospora cordifolia*, яка мала також назву гілої або гудучі (Gilo/Guduchi) (Roy et al., 2021).

Галенові препарати підвищували активність макрофагів у разі надходження в організм патогенів, під час інфекційних захворювань і підвищували активність імунної системи. Ця рослина згадувалася в аюрведі, де інтенсифікувала імунний захист. Вона мала гіполіпідемічні, протизапальні, антиканцерогенні та антимутагенні властивості, які брали активну участь у процесах детоксикації. Ці препарати активізували Т- і В-лімфоцити, а також лімфоцити натуральних кілерів. Їх застосовують для лікування станів, коли спостерігається резистентність до грампозитивних і грамнегативних мікроорганізмів. У разі інфекційних хвороб галенові препарати токсинів проявляли антитоксичний вплив.

Туласі (*Ocimum sanctum*). Галенові препарати цієї рослини покращують розумову та фізичну діяльність. Трава та листя містять вітамін С, що пояснює їх імуномодуючу дію та здатність формувати опір хворобам. Сік рослини застосовують під час лихоманки, захворювань респіраторної системи та астми. Галенові препарати володіють антистресовими та анестезуючими властивостями. Витяги з рослини використовуються у разі захворювань печінки та серцево-судинних хвороб. В експериментах була

підтверджена протівірусна, протимікробна та протиалергічна дія. Препарати знижують рівень субстанцій, які викликають гіперчутливість, завдяки вмісту антиоксидантів. У рослині присутні цинк та вітамін С. Препарат має антиоксидантні та антивірусні властивості, ефективний під час застудних захворювань та ангіни, може використовуватися як антисептик для обробки рук завдяки своїм протимікробним властивостям. В Індії з цієї рослини готують чай або бальзам для лікування застудних захворювань. Екстракт рослини є корисним для імунотулюючого та протимікробного впливу під час респіраторних захворювань. Рослина бере участь у процесах детоксикації, що є важливим разом із її протимікробною та протівірусною активністю у разі респіраторних захворювань, включаючи астму. Крім того, галенові препарати цієї рослини рекомендуються під час діареї, гастритів, захворювань серцево-судинної системи. Останнім часом ці препарати використовуються у разі підвищеної збудливості, порушень нервової системи, захворювань печінки та травного каналу, а також у гінекологічній практиці. Активними компонентами листя є секвітерпени, монотерпени, борнілацетат, бета-елемент, урсолова кислота, біолін, антигенін 7-D-глюкуронід, метіонін, 7-O-глюкуронід, орієнтин та моллудистин. У рослині міститься багато секвітерпенів, монотерпенів, борнілацетату, бета-елементу, камнестиролу, холестеролу та бета-ситостеролу. Сучасна медицина також звертає увагу на унікальні властивості Туласі (Sharma et al., 2017).

Часник (*Allium sativum*). Є компонентом їжі. Антиоксиданти часнику допомагають у разі захворювань, які супроводжуються оксидативним стресом. Завдяки біологічно активним компонентам часник володіє імунотулюючою та протизапальною активністю. Головними діючими речовинами є алліїн та алліцин, у який трансформуються алліїн. Однак алліцин є нестабільним і швидко перетворюється на інші сірковмісні сполуки. Останніми роками в часнику також було визначено такі речовини, як дисульфід, S-аллілцистеїн та діетилсульфід. У часнику виявлено антибактеріальні, антивірусні, антидіабетичні, антигіпертензивні, кардіопротекторні та гепатопротекторні властивості. Нині досліджуються біологічні компоненти часнику, які забезпечують його імунотулюючу активність. Часник впливає як на грампозитивні, так і на грамнегативні мікроорганізми. Він виявляє активність щодо *Shigella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* та *Pseudomonas aeruginosa*. Останніми роками підтверджено ефективність його компонентів стосовно

Streptococcus mutans та *Streptococcus faecalis*. Часник також сприяє зменшенню респіраторних симптомів при COVID-19. Специфічна активність головним чином зумовлена алліїном. Діючі речовини цієї рослини були відомі ще з часів аюрведи. Серед них – секвітерпени, монотерпени, метеолін та інші біологічно активні компоненти.

Turmeric. Рослина, більш відома як куркума. У екстрактах куркуми виявлено протимікробні та антиоксидантні властивості, що зумовлено наявністю поліфенолів. Препарати куркуми мають здатність проявляти антиоксидантну активність і підвищувати імунітет (Nakhostin-Roohi et al., 2016).

Слід визнати, що всі зазначені діючі речовини рослин мають імунотулюючу, протизапальну та протимікробну дію. Деякі з них також впливають на інші органи і системи, проявляючи протимікробну, протигрибкову та протипухлинну активність (Sherly et al., 2023). Антиоксидантні властивості куркуми зумовлені поліфенольними компонентами, які забезпечують протимікробну дію. Саме ці речовини знижують вміст малонового діальдегіду та вільних кисневих радикалів. Хоча куркумін може незначно знижувати активність антиоксидантних ферментів, таких як каталаза, супероксиддисмутаза та інші, це не впливає на його цінність і властивості загалом. Він забезпечує протимікробну активність і діє як скавенджер кисневих радикалів. Завдяки біологічно активним сполукам куркума має широкий спектр фармакологічної активності. Серед її ефектів зазначають протизапальну, протимутагенну та антиоксидантну дію.

Протимутагенну активність визначили у рослин разом із їх здатністю захищати структуру та функції важливих органів.

Ginger (імбир). У імбиру відзначають антиоксидантні, протипухлинні та антикоагулянтні властивості. Рослина містить полісахариди, поліфеноли та інші біологічно активні сполуки. Імбир також має значні протимікробні та імунотулюючі властивості. Його екстракт або чай часто призначають у разі запальних процесів і пухлин. Екстракт імбиру демонструє виражену імунотулюючу та антиоксидантну дію.

Витяг з імбиру допомагає під час кашлю, нежитю, захворювань дихальних шляхів, нудоти, блювання, харчових отруєнь та болю у разі артрити. В імбиру виявлені протимікробні, протизапальні та протипухлинні властивості. Активною речовиною імбиру вважають гінгерол, який включає амбіцин, алін, атон, а також ферменти аліназу, пероксидазу та міозиназу. Препарат підвищує активність ферментів глутаті-

онпероксидази та супероксиддисмутази, що підтверджує його імуномодулюючу та протимікробну активність.

До імуномодуляторів належать метаболіти рослин, які сприяють підвищенню стійкості імунної системи. Метаболіти деяких рослин мають імуномодулюючі властивості, завдяки чому їх можна застосовувати як геронтологічні, протипухлинні та протимікробні засоби.

Поліфеноли та феноли є активними компонентами багатьох фітопрепаратів. Вони містять одну чи більше гідроксильних груп у ароматичному кільці, що походить від фенілаланіну або тирозину. У процесі метаболізму ці сполуки можуть перетворюватися на інші речовини, наприклад, стилбени, які містять два ароматичні кільця (Belenichev, et al., 2024).

Ресвератрол є природним поліфенолом класу стилбенив, що отримують із *Polygonum cuspidatum*. Він здатний проходити крізь біологічний бар'єр і захищати його цілісність. Ресвератрол сприяє нейропротекції, знижує рівень інтерлейкінів (IL) та запобігає накопиченню бета-амілоїдів. Він зменшує вміст запальних факторів, стимулює продукцію інтерлейкіну SIRT1, а також після фосфорилування активує транскрипцію протеїнів.

Ресвератрол впливає на транскрипцію гена IL-17A, регулюючи його активність за допомогою епігенетичних механізмів, що зменшують запальні процеси.

Гідроциннамова кислота, отримана з куркуми (*Curcuma longa*), має протизапальні, протипухлинні та ранозагоювальні властивості. Її імуномодулююча активність пов'язана зі здатністю блокувати інтерлейкін-2 (IL-2) і шлях ІКК β (інгібітор каппа-В кіназа бета), що є ключовим елементом у регуляції запальної відповіді через NF- κ B сигнальний шлях.

Гінгерол – основна діюча речовина *Zingiber officinale* (імбиря), володіє протизапальними, протибактеріальними та протимікробними властивостями. Екстракт імбиру рекомендується у разі ангіогенезу та пухлин, залежних від ангіогенезу.

Діюча речовина *Bidens pilosa* (череди) – центауреїн – активує продукцію цитокінів і лімфоцитів. Традиційна рослина Індії, також відома як понарнава (*Boerhavia diffusa*), має лікувальні властивості, включаючи протизапальну й імуномодулюючу активність.

Гідроксикорична кислота, яка міститься в куркумі, часто застосовується в медицині завдяки її корисним властивостям. З коренів рослини виділяють куркумін, який має імуномодулюючі властивості, сприяє розвитку клітин спинного мозку, підви-

щує фагоцитарну активність макрофагів і позитивно впливає на проліферацію клітин з активністю α -естерази.

Куркума має позитивний вплив у разі коронавірусу, зокрема ефективна при оксидативному стресі, вивільненні цитокінів і апоптозі. Вона може взаємодіяти з мембранними протеїнами, забезпечуючи захист від вірусу. Також куркумін попереджає розвиток COVID-19, регулюючи сигнальний шлях Nrf2. Завдяки своїй імуномодулюючій дії ця сполука допомагає запобігти прогресуванню COVID-19.

Імбир містить різноманітні біологічно активні сполуки, включаючи гінгерол, який є основною діючою речовиною. Гінгерол має протизапальні, протипухлинні властивості й може впливати на ріст пухлин завдяки регуляції сигнальних шляхів у клітинах.

Центауреїн – це флавоноїд, виділений із рослини *Bidens pilosa* (череда волоська), який виявляє антивірусну, протизапальну та антиоксидантну активність. Ця сполука також відома своїми властивостями у зменшенні запалення, що робить її перспективною у терапії запальних та вірусних захворювань.

Багато років череда вважається засобом з імуномодулюючим потенціалом, ефективним у разі бактеріальних інфекцій. Саме водні витяги цієї рослини демонструють здатність покращувати імунну відповідь. Основна діюча речовина – буколітин (3-O- β -D-галактопіранозид), яка належить до алкалоїдів череди, впливає на імунну систему, стимулюючи продукцію цитокінів, таких як інтерлейкін-2 (IL-2), та підтримуючи лейкоцитоз. Крім того, ця сполука здатна впливати на продукцію оксиду азоту (NO) та контролювати утворення лейкотрієнів (наприклад, LTA₂).

Мірицетин – діюча речовина папаї (*Carica papaya*), містить біофлавоноїди і рекомендується до прийому у разі пухлин та акне.

Chrysanthemum indicum (хризантема індійська). Діюча речовина хризантеми, галенові препарати якої застосовують у разі запалення, хвороб респіраторного тракту та станів, пов'язаних із пригніченням імунної системи. Завдяки вмісту флавоноїдів рослина має імуномодулюючі властивості.

Hippophae rhamnoides (обліпіха звичайна). Були встановлені імуномодулюючі властивості екстракту рослини завдяки активним флавоноїдам та ізорамнетину. Екстракт активує продукцію інтерлейкіну-6 та стимулює активність внутрішньоклітинних кілерів. Також встановлено, що екстракт пригнічує дію прозапальних цитокінів, таких як TNF- α , і гальмує генетичний трансмісійний фактор у разі гранулоцитарних захворювань.

Кверцетин із кропиви дводомної (*Urtica dioica*). Кверцетин давно застосовується для лікування артрити завдяки вмісту флавоноїдів. Він підтримує імунну відповідь, впливаючи на хемотаксини та активність кілерів.

Лютеолін із *Rosaceae*. Лютеолін – флавоноїд, що міститься в рослинах родини *Rosaceae*, має протизапальну, імуномодулюючу та протипухлинну активність. Останнім часом він також застосовується як протиалергічний агент. Згідно з дослідженнями, його ефективність у деяких випадках не поступається гідрокортизону. Основними мішенями лютеоліну вважаються SRS, Syk, SOCS3, які регулюють активацію цитокінів і факторів росту. Лютеолін впливає на NF-κB, AP-1, IRF-1 – фактори транскрипції, що контролюють запальні процеси.

Terminalia chebula. Плоди *Terminalia chebula* є багатим джерелом танінів, які зумовлюють їх подразнюючі, проносні та тонізуючі властивості. Вони впливають на клітинний імунітет та сприяють покращенню гуморального імунітету.

Зелений чай з камелії (*Camellia sinensis*). Епігаллокатехін-3-галат (EGCG) – флавоноїд зеленого чаю, який застосовується багато століть завдяки своїм протипухлинним, противірусним та імуномодулюючим властивостям. Лікарський засіб зменшує рівень TNF-α, IL-1β, IL-6, а також вміст індукцибельної NO-синтази, що регулює нейроміальні, імунні та запальні відповіді. Призначають під час запальних процесів і когнітивних розладів. Екстракт знижує рівень цитокінів (TNF-α, IL-1β, IL-6), що допомагає зменшити запальні реакції в мікроглії.

Buchanamine – алкалоїд, активна речовина *Cryptolepis dubia*. Екстракт рослини застосовують як імуномодулюючий засіб.

Hydrastis canadensis. Берберин – активна речовина цієї рослини. Її застосовують для лікування захворювань дихальних шляхів та грипу (Balasubramaniama et al., 2024).

Tinospora cordifolia. Екстракт з цієї рослини володіє імуномодулюючим ефектом, стимулює макрофаги. Останні дослідження, присвячені цій рослині, показали нові властивості її діючих речовин, а саме дитерпеноїдів, лактоїдів, алкалоїдів, глікозидів, стероїдів, речовин аліфатичної структури. Рослина проявляє імуномодулюючу, протидіабетичну, протилепрозну, протизапальну, протиспазматичну, антиоксидантну, антиартритну, антистресову, антиканцерогенну активність. У клінічній практиці застосування екстрактів рослини показало наявність кардіопротекторної, гепатопротекторної, протипухлинної активності (Ahsan et al., 2023).

Рослинні препарати мають ефективність у разі їх призначення з імунодепресантами при пухлинах та запальних захворюваннях. На фоні циклофосфаміду рослина *Rhus toxicodendron* відновлювала вміст інтерлейкіну-γ, NF-κB, що підтверджує властивості рослини як імуномодулятора (Saka et al., 2024).

Низка сучасних рослинних засобів, які були введені в нашу медицину з трактатів аюрведи, продовжують цікавити фармакологів і фармацевтів. Слід згадати такі рослини, як *Atropa belladonna*, *Solanum dulcamara*, *Digitalis purpurea*, *Cinchona ledgeriana*, *Papaver somniferum*.

Ще галенові препарати цих рослин мали значну активність, ще більш активна дія спостерігалася у новогаленових засобів та комплексних препаратів, до складу яких входили активні компоненти цих рослин. Зараз продовжують вивчати досягнення комплементарної медицини про активні рослинні джерела, що наголошувалися в аюрведі.

Однією з рослин, екстракти якої широко застосовують в Африці, Індії та країнах Середземномор'я, є *Withania somnifera* (ашваганда). Сировиною для створення екстрактів служать корені, квіти та листя.

Також існує інша назва рослини – *Physalis somnifera* (фізаліс снодійний). Головними діючими речовинами є алкалоїди, стероїдні лактони, сапоніни, флавоноїди, такіни. Вважають, що активні речовини рослини можуть проявляти седативну та імуномодулюючу дію. Седативний і релаксуючий ефект проявляється завдяки підвищенню рівня ГАМК. У зв'язку з цим екстракт рослини додавали в комплексну терапію хворих на шизофренію, хворобу Альцгеймера та деменцію. Пізніше встановили, що екстракти рослини можуть впливати на M1-рецептори, мати антиоксидантні механізми, сприяти росту нервів. Препарати також понижують збудливість, мають антистресову активність. Разом із тим у екстрактів рослини визначена імуномодулююча активність. Екстракти рослин можуть змінювати рівень імуномодулюючих клітин, імунних комплексів та імуноглобулінів. Вони інгібують систему комплементу і мітогену, викликають проліферацію лімфоцитів. Останніми роками дослідження показали можливість впливу діючих речовин рослин на цитокіновий шторм, що спостерігається при COVID-19. Одним з таких засобів є ізохіноловий алкалоїд берберин, який має здатність модуляції імунної відповіді, зокрема, у контексті зменшення надмірного запалення, пов'язаного з цитокіновим штормом (Alarabei et al., 2023).

Екстракти рослин можуть активувати і мобілізувати перитональні макрофаги, фагоцити та лізосо-

мальні ферменти, стимулюючи проліферацію лімфоцитів і знижуючи продукцію інтерлейкіну-1 (IL-1) та TNF- α .

Вони також володіють антиоксидантною активністю, підвищуючи рівень супероксиддисмутази та каталази, що сприяє пригніченню ліпідної пероксидації. Подальші дослідження показали, що екстракти можуть підвищувати рівень оксиду азоту та антигенів, одночасно пригнічуючи активність NF- κ B, що має велике значення в регуляції запальних процесів (Xu & Cock, 2023).

Перспективи використання визначених рослин та виділення діючих речовин, які можуть мати імуномодулюючу дію і сприяти усуненню симптомів при COVID-19, таких як лихоманка, кашель, запалення легень, загострення. До таких рослин належать: *Chenopodium quinoa* (киноа), *Croton lechleri* (кротон червоний), *Lepidium meyenii* (мака), *Maytenus macrocarpa*, *Mauritia flexuosa* (муріта маврикійська), *Physalis peruviana* (фізаліс перувіанський), *Uncaria* (Choi et al., 2024).

Екстракт зеленого чаю мав протизапальну дію у разі захворювань шкіри та діє на бородавки слизової оболонки. Здебільшого фітоімуноterapia може доповнювати синтетичні засоби (Tabolacci et al., 2023).

Одним із небезпечних захворювань, під час лікування яких пропонують застосування фітопрепаратів, є меланома, яка ускладнюється атипичною трансформацією пігменту меланіну під впливом радіації. Меланома характеризується гетерогенністю та здат-

ністю до метастазування. При цьому відбувається активація BRAF-кінази. Виділено мішень, на яку діяли препарати венурафеніб (Vemurafenib), дабрафеніб (Dabrafenib) та енкорафеніб (Encorafenib).

Для таргетної терапії запропоновані триметиніб, бінетиніб, колометиніб, які попереджають прогресування меланоми. Нині встановлено, що меланома є імуногенним захворюванням, яке має властивість піддаватися імунотерапії, однак це ускладнює лікування. Меланома прогресує через кілька механізмів, тому вважається можливим застосування імунотерапії. Це призводить до необхідності пошуку нетоксичних фітозасобів для лікування меланоми, зокрема таких, що мають імуномодулюючі властивості (Behl et al., 2021).

Дійсно, в низці джерел вказується на наявність імуномодулюючої активності рослин та їх метаболітів. Цікавість викликає екстракт зеленого чаю, що має лікувальний вплив на маркери запалення (IL-6, IL-1 β). Нині фітопрепарати, які мають лікувальні властивості у разі меланоми, відсутні. Проте їх застосування можливо зможе зменшити дозування хіміопрепаратів (Tabolacci et al., 2023).

Висновки

Обізнаність щодо маркерів показників імунної системи, які змінюються у разі інфекційних, онкозахворювань, хвороб життєво важливих органів та механізмів впливу рослинних препаратів при цих станах, сприятиме підвищенню ефективності лікування широко поширених захворювань.

ЛІТЕРАТУРА

- Abbas A.K., Lichtman A.H. Basic immunology: functions and disorders of the immune system. Elsevier – Health Sciences Division, 2019. 336 p.
- Belenichev I., Ryzhenko V., Popazova O., Bukhtiyarova N., Gorchakova N., Oksenyuk V., Kamyshnyi O. Optimization of the Search for Neuroprotectors among Bioflavonoids. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2024. Jul 3. 17(7). 877. DOI: 10.3390/ph17070877.
- Characteristics of innate lymphoid cells (ILCs) and their role in immunological disorders (an update) / R. Yazdani et al. *Cellular immunology*. 2015. Vol. 298. No. 1–2. P. 66–76. DOI: 10.1016/j.cellimm.2015.09.006.
- Cytokine networking of innate immunity cells: a potential target of therapy / I. Striz et al. *Clinical science*. 2014. Vol. 126. No. 9. P. 593–612. DOI: 10.1042/cs20130497.
- Deva K.D., Bose B.V., Basavan D. A review on plant-derived immunomodulatory agents: hopes as an alternative medicine in the management of immune-related disorders. *Traditional and integrative medicine*. 2023. Vol. 8. No. 2. P. 180–192. DOI: 10.18502/tim.v8i2.13085.
- Dinareello C.A. Overview of the IL-1 family in innate inflammation and acquired immunity. *Immunological reviews*. 2017. Vol. 281. No. 1. P. 8–27. DOI: 10.1111/imr.12621.
- Efficacy of traditional herbal formulas on human immunity / C. Cingi et al. *European review for medical and pharmacological sciences*. 2023. Vol. 27. No. 4. P. 27–40. DOI: 10.26355/eurrev_202306_32743.
- El-Radhi A.S. Pathogenesis of fever. *Clinical manual of fever in children*. Cham, 2018. P. 53–68. DOI: 10.1007/978-3-319-92336-9_3.
- Exploring the multifocal role of phytochemicals as immunomodulators / T. Behl et al. *Biomedicine & pharmacotherapy*. 2021. Vol. 133. P. 110959. DOI: 10.1016/j.biopha.2020.110959.
- Immunomodulating phytochemicals: an insight into their potential use in cytokine storm situations. / A.A. Alarabei et al. *Advanced pharmaceutical bulletin*. 2023. Vol. 14. No. 1. P. 105–119. DOI: 10.34172/apb.2024.001.
- Immunomodulators: role of medicinal plants in immune system / P. Sharma et al. *National journal of physiology, pharmacy and pharmacology*. 2017. Vol. 7. No. 6. P. 1. DOI: 10.5455/njppp.2017.7.0203808032017.

- Immunostimulatory activity of the aqueous extract from the leaves of *Sambucus racemosa* subsp. *pendula* through TLR4-dependent JNK activation in RAW264.7 cells / H.J. Choi et al. *Biomedical reports*. 2024. Vol. 21. No. 3. P. 133. DOI: 10.3892/br.2024.1821.
- Nicholson L.B. The immune system. *Essays in biochemistry*. 2016. Vol. 60. No. 3. P. 275–301. DOI: 10.1042/ebc20160017.
- Opportunities of pharmacological correction of stress-related disorders immune system using vegetable origin remedies / O.Y. Mishchenko et al. *Fitoterapia*. 2020. Vol. 2. No. 2. P. 4–10. DOI: 10.33617/2522-9680-2020-2-4.
- Phytochemicals as immunomodulatory agents in melanoma / C. Tabolacci et al. *International journal of molecular sciences*. 2023. Vol. 24. No. 3. P. 2657. DOI: 10.3390/ijms24032657.
- Role of five medicinal plants (giloy/guduchi, garlic, tulsi, turmeric and ginger) in human immune system / E.A. Sherly et al. *International journal of innovative science and research technology (IJISRT)*. 2023. Vol. 8. No. 2. P. 197–20. DOI: 10.5281/zenodo.7647986.
- Rosales C., Uribe-Querol E. Phagocytosis: a fundamental process in immunity. *BioMed research international*. 2017. Vol. 2017. P. 1–18. DOI: 10.1155/2017/9042851.
- Study on antiviral activities of some immunity boosting herbs – extraction, encapsulation and development of functional food / R. Roy et al. *International journal of innovative science and research technology*. 2021. Vol. 6. No. 8. P. 168–176.
- The effect of curcumin supplementation on selected markers of delayed onset muscle soreness (DOMS) / B. Nakhostin-Roohi et al. *Annals of applied sport science*. 2016. Vol. 4. No. 2. P. 25–31. DOI: 10.18869/acadpub.aassjournal.4.2.25.
- The properties and mechanism of action of plant immunomodulators in regulation of immune response – A narrative review focusing on *Curcuma longa* L., *Panax ginseng* C. A. Meyer and *Moringa oleifera* Lam / M. Balasubramaniam et al. *Mokhtar*. 2024. Vol. 10. No. 7. e28261. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e28261.
- Therapeutic application, phytoactives and pharmacology of *Tinospora cordifolia*: an evocative review / R. Ahsan et al. *Chinese journal of integrative medicine*. 2023. DOI: 10.1007/s11655-023-3733-2.
- Type I interferons in infectious disease / F. McNab et al. *Nature reviews immunology*. 2015. Vol. 15. No. 2. P. 87–103. DOI: 10.1038/nri3787.
- Unveiling the immunostimulatory potential of *Rhus toxicodendron* in immunocompromised balb/c mice induced with cyclophosphamide / V.P. Saka et al. *Diseases*. 2024. Vol. 12. No. 8. P. 178. DOI: 10.3390/diseases12080178.
- Vijay K. Toll-like receptors in immunity and inflammatory diseases: past, present, and future. *International immunopharmacology*. 2018. Vol. 59. P. 391–412. DOI: 10.1016/j.intimp.2018.03.002.
- Xu T., Cock I.E. A review of the sedative, anti-anxiety and immunostimulant properties of *Withania somnifera* (L.) dunal (ashwagandha). *Pharmacognosy communications*. 2023. Vol. 13. No. 1. P. 15–23. DOI: 10.5530/pc.2023.1.4.

REFERENCES

- Abbas, A.K., & Lichtman, A.H. (2019). *Basic immunology: Functions and disorders of the immune system*. Elsevier – Health Sciences Division.
- Belenichev, I., Ryzhenko, V., Popazova, O., Bukhtiyarova, N., Gorchakova, N., Oksenysh, V., & Kamyshnyi, O. (2024 Jul 3). Optimization of the Search for Neuroprotectors among Bioflavonoids. *Pharmaceuticals (Basel)*. 17(7), 877. DOI: 10.3390/ph17070877.
- Yazdani, R., Sharifi, M., Shirvan, A.S., Azizi, G., & Ganjalikhani-Hakemi, M. (2015). Characteristics of innate lymphoid cells (ILCs) and their role in immunological disorders (an update). *Cellular Immunology*, 298(1–2), 66–76. DOI: 10.1016/j.cellimm.2015.09.006.
- Striz, I., Brabcova, E., Kolesar, L., & Sekerkova, A. (2014). Cytokine networking of innate immunity cells: A potential target of therapy. *Clinical Science*, 126(9), 593–612. DOI: 10.1042/cs20130497.
- Deva, K.D., Bose, B.V., & Basavan, D. (2023). A review on plant-derived immunomodulatory agents: Hopes as an alternative medicine in the management of immune-related disorders. *Traditional and Integrative Medicine*, 8(2), 180–192. DOI: 10.18502/tim.v8i2.13085.
- Dinarello, C.A. (2017). Overview of the IL-1 family in innate inflammation and acquired immunity. *Immunological Reviews*, 281(1), 8–27. DOI: 10.1111/immr.12621.
- Cingi, C., Bayar Muluk, N., Tezol, A., & Çukurova, I. (2023). Efficacy of traditional herbal formulas on human immunity. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 27(4), 27–40. DOI: 10.26355/eurrev_202306_32743.
- El-Radhi, A.S. (2018). Pathogenesis of fever. In *Clinical manual of fever in children*, pp. 53–68. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-92336-9_3.
- Behl, T., Kumar, K., Brisc, C., Rus, M., Nistor-Cseppento, D.C., Bustea, C., Aron, R.A.C., Pantis, C., Zengin, G., Sehgal, A., Kaur, R., Kumar, A., Arora, S., Setia, D., Chandel, D., & Bungau, S. (2021). Exploring the multifocal role of phytochemicals as immunomodulators. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 133, 110959. DOI: 10.1016/j.biopha.2020.110959.
- Alarabei, A.A., Abd Aziz, N.A.L., AB Razak, N.I., Abas, R., Bahari, H., Abdullah, M.A., Hussain, M.K., Abdul Majid, A.M.S., & Basir, R. (2023). Immunomodulating phytochemicals: An insight into their potential use in cytokine storm situations. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 14(1), 105–119. DOI: 10.34172/apb.2024.001.
- Sharma, P., Kumar, P., Sharma, R., Gupta, G., & Chaudhary, A. (2017). Immunomodulators: Role of medicinal plants in immune system. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 7(6), 1. DOI: 10.5455/njppp.2017.7.0203808032017.
- Choi, H.J., Park, G.H., Choi, J.W., Park, S.J., Hwang, J.H., Lee, S.H., Kwon, H.-Y., Choi, M.Y., & Jeong, J.B. (2024). Immunostimulatory activity of the aqueous extract from the leaves of *Sambucus racemosa* subsp. *pendula* through TLR4-dependent JNK activation in RAW264.7 cells. *Biomedical Reports*, 21(3), 133. DOI: 10.3892/br.2024.1821.
- Nicholson, L.B. (2016). The immune system. *Essays in Biochemistry*, 60(3), 275–301. DOI: 10.1042/ebc20160017.
- Mishchenko, O.Y., Khaleeva, E.L., Rizhenko, I.M., & Vereitina, V.P. (2020). Opportunities of pharmacological correction of stress-related disorders immune system using vegetable origin remedies. *Fitoterapia*, 2(2), 4–10. DOI: 10.33617/2522-9680-2020-2-4.

Tabolacci, C., De Vita, D., Facchiano, A., Bozzuto, G., Beninati, S., Failla, C.M., Di Martile, M., Lintas, C., Mischiati, C., Stringaro, A., Del Bufalo, D., & Facchiano, F. (2023). Phytochemicals as immunomodulatory agents in melanoma. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(3), 2657. DOI: 10.3390/ijms24032657.

Sherly, E.A., Prabhat, K., Astha, T., Preeti, S., & Sarita, T. (2023). Role of five medicinal plants (giloy/guduchi, garlic, tulsi, turmeric and ginger) in human immune system. *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, 8(2), 197–20. DOI: 10.5281/zenodo.7647986.

Rosales, C., & Uribe-Querol, E. (2017). Phagocytosis: A fundamental process in immunity. *BioMed Research International*, 2017, 1–18. DOI: 10.1155/2017/9042851.

Roy, R., Chowdhury, B.R., Majumdar, P., Mandal, D., Basak, S., & Routh, T. (2021). Study on antiviral activities of some immunity boosting herbs – extraction, encapsulation and development of functional food. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 6(8), 168–176.

Nakhostin-Roohi, B., Nasirvand Moradlou, A., Mahmoodi Hamidabad, S., & Ghanivand, B. (2016). The effect of curcumin supplementation on selected markers of delayed onset muscle soreness (DOMS). *Annals of Applied Sport Science*, 4(2), 25–31. DOI: 10.18869/acadpub.aassjournal.4.2.25.

Balasubramaniama, M., Sapuanb, S., Hashimc, I.F., Ismaild, N.I., Yaakopd, A.S., Kamaruzamane, N.A., & Mokhtar, A.M.A. (2024). The properties and mechanism of action of plant immunomodulators in regulation of immune response – A narrative review focusing on *Curcuma longa* L., *Panax ginseng* C.A. Meyer and *Moringa oleifera* Lam. *Mokhtar*, 10(7), Article e28261. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e28261.

Ahsan, R., Mishra, A., Badar, B., Owais, M., & Mishra, V. (2023). Therapeutic application, phytoactives and pharmacology of *tinospora cordifolia*: An evocative review. *Chinese Journal of Integrative Medicine*. DOI: 10.1007/s11655-023-3733-2

McNab, F., Mayer-Barber, K., Sher, A., Wack, A., & O'Garra, A. (2015). Type I interferons in infectious disease. *Nature Reviews Immunology*, 15(2), 87–103. DOI: 10.1038/nri3787.

Saka, V.P., G.V., N.K., Sanapalli, B.K.R., Goswami, A., Roy, A., Agrawal, A., Gupta, P., Verma, D., & Kaushik, S. (2024). Unveiling the immunostimulatory potential of rhus toxicodendron in immunocompromised balb/c mice induced with cyclophosphamide. *Diseases*, 12(8), 178. DOI: 10.3390/diseases12080178.

Vijay, K. (2018). Toll-like receptors in immunity and inflammatory diseases: Past, present, and future. *International Immunopharmacology*, 59, 391–412. DOI: 10.1016/j.intimp.2018.03.002.

Xu, T., & Cock, I. E. (2023). A review of the sedative, anti-anxiety and immunosti-mulant properties of *withania somnifera* (L.) dunal (ashwagandha). *Pharmacognosy Communications*, 13(1), 15–23. DOI: 10.5530/pc.2023.1.4.

Стаття надійшла до редакції 16.10.2024.

Стаття прийнята до друку 20.12.2024.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Внесок авторів:

Беленічев І.Ф. – збір та аналіз даних, коректування статті, висновки;

Горчачова Н.О. – збір та аналіз даних, написання статті, критичний огляд, остаточне затвердження статті;

Гарник Т.П. – концепція та оформлення роботи, коректування статті, критичний огляд;

Шумейко О.В. – збір та аналіз даних, коректування статті, висновки;

Клименко О.В. – збір та аналіз даних, анотації, участь у написанні статті;

Клименко О.Г. – збір та аналіз даних, участь у написанні статті;

Чемерис Ю.О. – збір та аналіз даних, участь у написанні статті.

Електронна адреса для листування з авторами: gorchakovan1941@gmail.com