

UDC 615.322:615.27:615.45

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, John McCain str., 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, 5–16, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-1-18>

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.

Ігор БСЛЕНІЧЕВ

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 загальноузузівської 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, 18–29, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-1-18>

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 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 варто визначити показники імунної системи, що дозволяють встановити імунорегулюючу дію рослинних препаратів, та зазначити перспективні фітопрепарати, які володіють етапи дозрівання у первинних лімфоїдних органах. У вторинних лімфоїдних органах 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, НК), 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 (месенджерями), 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 індуквані у лейкоцитах, а їхня біологічна активність під час 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 їх впливі на показники імунної системи. Так, аналізуються імунорегулюючі властивості ехінацеї, родіоли розжевої, 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: імуномодулююча дія, фітопрепарат, підвищення ефективності, безпечності лікування.

Introduction. Actuality. Medicines that correct the activity of the immune system are more correctly called immunomodulators. In the literature, their names are more often found as immunostimulants, and therefore the pharmacology of these agents is described together with autogens. At the same time, it is known that some of them, along with the immunomodulatory effect, can have a calming effect on the nervous system. An example is the ashwagandha plant (lat. *Withania somnifera*).

The immune system is a natural self-defense mechanism that discriminates between protective and non-protective molecules (Cingi et al., 2023). The determination of the effect of herbal drugs on the performance indicators of the immune system will help to make a new contribution to the treatment regimens for diseases accompanied by changes in the main indicators of its activity.

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 immunomodulatory effect of herbal drugs and identify promising herbal drugs that have immunocorrective properties in pathological conditions.

Research results and their discussion. Phytodrugs have immunoregulatory properties in pathological conditions (Rosales & Uribe-Querol, 2017; Striz et al., 2014).

The immune system has several stages of creating resistance, including the skin, hematopoietic, digestive, urinary, and other systems. Factors of non-specific immunity such as constitutional, phagocytic and lymphoid systems are released in the body.

Phagocytosis, which begins with physiological contact between the functioning of leukocytes and a foreign cell and the formation of a phagosome after displacement, is important in determining the adaptive effect. After displacement of cytoplasmic granules, phagosome is formed. The latter connects to the outer shell of bacteria and helps prepare it for phagocytosis. Phagocytes have receptors for immunoglobulins and complement components that help phagocytosis (Abbas & Lichtman, 2019).

Leukocytes, among which eosinophils, basophils, neutrophils, monocytes, and lymphocytes, can take part in cellular defense mechanisms.

Lymphocytes form the basis of acquired immunity. Lymphocytes, which arise in hematopoietic cells and

mature in primary lymphoid organs, then enter secondary organs: spleen, lymph nodes, adrenal glands, tonsils, appendix, lymphoid tissue associated with mucous membranes. In the effector organs, T-lymphocytes are released, which as effector cells perform a regulatory role. B-lymphocytes produce antibodies. Lymphocytes, natural killer and cytotoxic NK lymphocytes, are very important for the immune response. The thymus is capable of producing T-lymphocytes, even when it is reduced in size. After lymphocyte differentiation is complete, T-lymphocytes leave the thymus and B-lymphocytes leave the bone marrow.

The immune system is regulated by soluble proteins and cytokines. They are produced by various cells and regulate both the immune and hematopoietic systems. Induction of cytokines occurs as a response to stimuli: bacteriological, lipoproducers, bacterial proteins and others, with the help of a cell adhesion molecule, as well as through the recognition of foreign antigens by lymphocytes. Cytokines include tumor necrosis factor (TNF), interferons (IFN), chemokines, transforming growth factors (TGF), colony-stimulating factors (CSF), and interleukins (IL), of which there are currently 32, from IL-1 to IL-32.

Cytokines have a pleiotropic effect, acting not only on cells of the immune system, but also on other cells. Transforming growth factor includes three isoforms: TGF- β 1, TGF- β 2, TGF- β 3. TGF- β is a regulator of cell growth, differentiation, apoptosis, migration and inflammatory response. Complement is a complex series of bound proteins. The complement system must be controlled so as not to cause tissue damage. Most complement proteins are synthesized in the liver, with the exception of protein C1, which is synthesized by intestinal cells, and factor D, which is synthesized in adipose tissue. Other cells, such as monocytes and macrophages, are additional sources of early complement components: C1, C2, C3.

The lectin pathway is one of the means of activation of the complement system that does not require the presence of antibodies. One of the key ways of lectin binding is its interaction with lactose, that is, with the help of sugar, in the presence of glycoproteins (MDL). The development of the immune response in the body, in particular the activation of lymphocytes, occurs with the participation of substances called immunogens or antigens. At the same time, an immune response is formed, which includes the synthesis of antibodies (immunoglobulins). Currently, several classes of immunoglobulins are known, which are determined by the electrophoresis method: IgG, IgA, IgM, IgD, IgE. Immunoglobulins belong to the humoral link of the immune system.

The immunomodulating effect is aimed at the indicators listed above (Nicholson, 2016; El-Radhi, 2018; Dinarello, 2017; Yazdani et al., 2015; McNab et al., 2015).

The interest in herbal remedies that can be used in diseases to support the activity of the immune system as part of complex treatment is related to their lower toxicity, availability, low cost and influence on the indicators of the immune system (Deva et al., 2023).

Some herbal medicines continue to be prepared according to Ayurvedic recipes. Immunomodulatory properties of plants determine their constituent components. Herbal remedies are conditionally distributed according to their effect on one or another link of the immune system.

Thus, the synthesis of interferon can be influenced by medicinal argan, aloe tree, Icelandic moss and others; geranium, anise and others increase the content of lysozin; the complement system is affected by wild mallow, basil and others; horsetail, St. John's wort and others increase the activity of phagocytosis; activate phagocytosis of celandine, black elderberry; T-lymphocytes are affected by stinging nettle, garden marjoram and others; licorice root affects B-lymphocytes (Mishchenko et al., 2020).

One of the medicinal plants whose bark has immunomodulatory activity is patala (*Sweet-smelling stereosperm*) or stereospermum. There are galenic drugs from the leaves of this plant, which have a wide range of action. The effect of galenic drugs of leaves on colds, diseases of the intestine, liver and respiratory system has been established experimentally. Experimental studies have shown its anti-inflammatory and immunomodulatory effects. The active substances of the root are N-triacontanol, dehydrotectanol and lopagon (affects cell growth). Galen drugs from the root of the plant have an immunomodulatory effect, affecting phagocytosis and increasing the level of neutrophils and T- and B-lymphocytes. Due to these properties, they are prescribed in the complex treatment of diseases of the respiratory tract and digestive tract.

Galen drugs are prepared from the branches and leaves of the plant. The roots contain such active substances as N-triacontanol, dehydrotectanol, dehydrolopagon and lapagon. Galen drugs from the root have immunomodulatory properties. They have non-specific immunomodulatory activity and can affect phagocytosis. It was later established that the galenic preparation from the root can also affect erythropoiesis and leukopoiesis. In various in vivo studies, it was established that the plant extract has an immunomodulatory effect.

Tinospora sinensis (Chinese Tinospora, Tinospora heart-shaped) is a herb whose galena drugs have immu-

nomodulatory activity. Later, it was established that the alpha-glucan isolated from the herb has immunomodulatory activity, which is manifested due to the content of 11-hydroxymastakone, N-methyl-1,2-pyrrolidone, N-formylammonium, N-formylalonium, sortiloside and other compounds that affect 11-hydroxymastakon, N-methyl-2-pyrrolidone, N-formylalonium and tinocordizide. These components contribute to an increase in the level of nitric oxide, reactive oxygen radicals and phagocytosis.

Atractylodes lancea (Chinese atractyla, flat atractyla) – the active substances culmesmol and atractylodine were studied for their ability to prevent the death of animals with cholangiocarcinoma. In addition, the immunomodulatory properties of galena drugs of the plant were determined. *Atractylodes lancea* – bioactive compounds were identified in the extract, in particular culmesmol and atractylodine, which showed activity in an experiment in cholangiosarcoma. The above-mentioned active compounds determined the immunomodulatory effect of the plant extract, as well as the effect on the size of cholangiocarcinoma.

Its therapeutic properties were proven in the first phase of clinical trials, which also confirmed its immunomodulatory properties due to the presence of atractylodin, which blocks interleukin-6. At a dose of 1000 mg, the drug increased the production of cytokines (TNF- α , IL-7, IL-2, IL-4) and decreased the production of IL-10 and IFN- γ compared to placebo. In capsules, the extract lowered the content of all cytokines and inhibited IL-17A, increased the subpopulation of lymphocytes: B-lymphocytes, CD8+ cytotoxic T-lymphocytes, CD4+ T-helpers, and NK cells.

Stevia rebaudiana (stevia honey). Stevoside is a diterpenoid glycoside with various pharmacological properties. Stevoside is effective in liver damage due to its antioxidant, anti-inflammatory, anti-tumor and anti-diabetic effects. Against the background of administration of thioacetamide to rats, stevoside eliminated histological and structural changes in the liver. Stevoside prevented thioacetamide-induced changes in the content of glycolysis products and also improved liver function. Thioacetamide increased the level of p65 mRNA, but this effect was less pronounced under the influence of stevozide, which is confirmed by Western studies. Stevozid showed a prophylactic effect in in vivo experiments.

Bamboo-shaped leaf weeder (*Phyllostachys bambusoides*) is a source of flavonoids, glycosides, and antioxidants. The active fraction of the plant contains flavonoids orientin and isorientin. The immunomodulatory activity of these fractions was shown in experiments on mice. The

active substances stimulate the proliferation of epitheliocytes and improve the function of macrophages. The drug regulates the formation of nitric oxide, increases the synthesis of cytokines TNF- γ and IL-4, as well as the expression of CD80 and CD86 in mice.

Cassia fistula (*Cassia fistula*) is considered one of the most famous plants used in Ayurveda and is used to treat many ailments, including pruritus, vitiligo, diabetes, and hemoptysis. An extract is prepared from the leaves and shavings, which has an immunomodulatory effect, increases the density of the skin, and also activates the proliferation of T- and B-lymphocytes.

Tinospora crispa (*Tinospora crispa*). Plant extracts contain phenols and flavonoids, such as catechin, methelin, murine, rutin, which have significant antioxidant properties. These phenolic components are responsible for the antioxidant activity. There are studies that confirm that this plant is a source of antioxidants. The plant has also been found to have eicosanoid properties, as well as cardiogenic compounds such as cardioside, boldin and quercetin.

Dendrobium catenatum (orchid of peace). The active substances of the plant have immunomodulatory properties and are a trigger for NF- κ B, transmitting signals from Janus kinase, which activates transcriptional signaling pathways. The effects of leaf and stem extracts have immunomodulatory properties. The extract affects the activity of NK cells and increases the formation of NO, which dose-dependently stimulates the activity of macrophages. The extract can increase the production of IL-2 and IL-4. The drug increases the content of NO, IL-4, IL-1 β , TNF- α .

Chlorophytum borivilianum (Safed Musli). The plant extract has immunomodulatory properties. Thanks to plant polysaccharides, the content of NK cells increases, and an increase in the level of immunoglobulin G is also noted.

Spock is spotted. Immunomodulatory activity of the extract is manifested due to polysaccharides. In the experiment, this galena preparation showed antiviral activity, increased the level of immunoglobulin, and also increased the content of IL-6 and TNF- α cytokines.

Clerodendrum splendens (clerodendrum brilliant). The volatile oil of this plant was isolated and studied, which made it possible to establish its immunomodulatory activity. This oil was used against *Staphylococcus aureus* and *Shining white*. The investigated plant extract increased the content of NO, IL-12, IL-1 β , IL-6, IL-10, TNF- α , as well as granulocyte-macrophage immunostimulators. An increase in the level of growth factor in lymph nodes and a decrease in TNF- α , IL-13, IL-17, and interferon γ were also noted.

Glycyrrhiza uralensis (sweet Chinese). Polysaccharides isolated from the plant had an effect on proliferation in vitro, which indicates the presence of immunomodulatory activity. Further experiments on rats confirmed the effect on the immune system, showing changes in the spleen and thyroid gland. Blood analysis showed changes in the levels of TNF- α and other indicators of immunogenesis.

The paws of the Arctic L. (big burdock). Fructoliposaccharides are the active substances of the root of the plant, which lower the level of sugar in the blood, regulate metabolism and promote the sorption of minerals. The immunomodulatory activity of compounds has been proven in experiments *alive* and *in vitro*; they affect the activity of macrophages and increase the level of nitric oxide.

Lepidium meyenii (Peruvian poppy). The plant is a natural source of polysaccharides, which determine its biological activity and immunomodulatory properties. The antioxidant properties of the active substances have been established experimentally.

Eurycoma longifolia (Eurekama long-leaved). A small series of experiments on the effect of polysaccharides revealed that their immunomodulatory activity is associated with the effect on phagocytosis.

Ligustrum vicaryi Rehder (Vicari hybrid violet). The phenotype and properties of plants are determined by the content of chlorophyll. Plant polysaccharides have the ability to show immunomodulating and adaptive effects. Later, it was established that they improve the expression of IL-10, TNF- α , dose-dependently.

Stachytarpheta cayennensis. The plant leaf extract has analgesic, antimalarial and anti-inflammatory effects. This year, the plant was found to have an immunomodulatory effect.

Aegle marmelos. *plant* The plant contains a number of biologically active substances: carotenoids, phenols, alkaloids and flavonoids, due to which its extracts show effectiveness in chronic diarrhea and other conditions associated with digestive tract disorders.

Gentiana olivieri Griseb. Galenic drugs of plants are prescribed for many diseases in the East, in particular in the Southeast, where they were mentioned in Ayurveda. In the form of aqueous solutions of flowers, they are taken under increased pressure. Thanks to alkaloids, terpenoids and other active substances, the immunomodulating activity of the plant is manifested. Alcoholic extract increases phagocytosis. It is believed that the plant extract affects both cellular and humoral immunity.

Rhaphidophora korthalsii Schott. Plant extracts have traditionally been used to treat tumors, as they had a cytotoxic effect on cancer cells. Experiments proved the

presence of immunomodulatory activity, the ability to influence NK cells, Gamma immunoglobulins and the level of IL-2.

Amorphophallus *changed*. The plant is used in cooking, for the treatment of toxic diseases, as an antidote for snake bites, and also to relieve itching. Galen drugs from this plant have antibacterial and hepatoprotective activity. Toxicological studies indicate low toxicity of the extract, which allows its use for long-term treatment. *In vitro* the ability of the plant to influence the proliferation of endothelial cells was established. Due to the content of concanavalin, the drug can affect the cells of the spleen, increase the production of antibodies and dose-dependently affect the processes of hemolysis.

Momordica charantia (Chinese bitter gourd). The extract of the fruits of this plant can show both immunostimulating and immunosuppressive properties. It stimulates phagocytosis and activity of splenocytes. The effect on phagocytosis was confirmed by experiments on white mice that were injected *Salmonella typhi*. Violation of the function of T-lymphocytes is associated with a violation of their proliferation, which includes macrophages. In patients with impaired T-lymphocyte function, impaired proliferation and immunosuppression are observed. The drug affects the level of nitric oxide, free oxygen radicals and lysosomal phosphatase, with a change in the number of neutrophils and macrophages. Recent data confirm the immunostimulating effect of the extract.

Moringa oleifera Lam. – a herbal plant containing micro- and macroelements that contribute to its medicinal properties. It is used to treat asthma, bronchitis, mastitis, skin diseases and infections, including HIV/AIDS. The ability of plant extracts to treat various diseases is due to its multicomponent antioxidant properties. The antioxidant effect of the plant was found in many organs. Treatment improves biochemical and hematological parameters.

Trichopodium zeylanicum (Gaertn.) Thwaites. In experiments on rats, the immunomodulatory effect of the plant extract was established, which helps to increase the content of neutrophils and the level of hemoglobin in the peripheral blood. The plant extract can increase the tone of the body, has rejuvenating properties.

Schwartzia brasiliensis (Choisy) Bedell ex Gir. Dengue virus damages various dendritic cells, monocytes, hepatocytes, and endothelial cells. When rats were infected, the content of TNF- α , IL-6, and IL-8 increased, indicating damage to the vascular endothelium. On the other hand, this indicates the activation of defense mechanisms. Monocytes also intervene in the defense response by increasing interferon- γ and reducing the

effect of inflammatory cytokines, in particular TNF- α .

Phyllanthus mellerianus. The plant extract helps with diarrhea, dysentery and tuberculosis. The drug is useful in many diseases due to its immunomodulatory properties, including antioxidant, immunomodulatory and anti-tumor effects. It improves hematological and biochemical parameters. In experiments on rats, the drug restored indicators against the background of cyclophosphamide.

Alstonian scholar. Alkaloids and terpenes isolated from the plant have immunomodulatory properties (Vijay, 2018).

In Indian medicine, a herb with leaves resembling a heart was used – *Tinospora cordifolia*, which also had the name Giloy/Guduchi (Roy et al., 2021).

Galen drugs increased the activity of macrophages when pathogens entered the body during infectious diseases and increased the activity of the immune system. This plant was mentioned in Ayurveda, where it intensified the immune defense. It had hypolipidemic, anti-inflammatory, anticarcinogenic and antimutagenic properties that actively participated in detoxification processes. These drugs activated T- and B-lymphocytes, as well as natural killer lymphocytes. They are used to treat conditions when there is resistance to gram-positive and gram-negative microorganisms. In infectious diseases, galenic drugs of toxins showed an antitoxic effect.

Tulasi (*holy basil*). Galenic drugs of this plant improve mental and physical activity. The grass and leaves contain vitamin C, which explains their immunomodulatory effect and ability to form resistance to diseases. The juice of the plant is used for fever, diseases of the respiratory system and asthma. Galen drugs have anti-stress and anesthetic properties. Extracts from the plant are used for liver diseases and cardiovascular diseases. Antiviral, antimicrobial and antiallergic effects were confirmed in experiments. The drugs reduce the level of substances that cause hypersensitivity due to the content of antioxidants. The plant contains zinc and vitamin C. The drug has antioxidant and antiviral properties, is effective for colds and sore throats, can be used as an antiseptic for hand treatment due to its antimicrobial properties. In India, tea or balm is made from this plant to treat colds. The plant extract is useful for immunomodulatory and antimicrobial effects in respiratory diseases. The plant is involved in detoxification processes, which is important along with its antimicrobial and antiviral activity in respiratory diseases, including asthma. In addition, galenic drugs of this plant are recommended for diarrhea, gastritis, diseases of the cardiovascular system. Recently, these drugs are used for increased excitability, disorders of the nervous system, diseases of the liver and digestive tract, as well as in gynecolog-

ical practice. The active components of the leaves are sesquiterpenes, monoterpenes, bornyl acetate, beta-element, ursolic acid, biolin, antigenin 7-D-glucuronide, methionine, 7-O-glucuronide, orientin and molludistin. The plant contains many sesquiterpenes, monoterpenes, bornyl acetate, beta-element, camnestyrol, cholesterol and beta-sitosterol. Modern medicine also pays attention to the unique properties of Tulasi (Sharma et al., 2017).

Garlic (*Allium sativum*). It is a component of food. Antioxidants in garlic help with diseases that are accompanied by oxidative stress. Thanks to biologically active components, garlic has immunomodulatory and anti-inflammatory activity. The main active substances are alliin and allicin, into which alliin is transformed. However, allicin is unstable and quickly turns into other sulfur-containing compounds. In recent years, substances such as disulfide, S-allylcysteine, and diethyl sulfide have also been identified in garlic. Garlic has antibacterial, antiviral, antidiabetic, antihypertensive, cardioprotective and hepatoprotective properties. Currently, the biological components of garlic that provide its immunomodulatory activity are being studied. Garlic affects both gram-positive and gram-negative microorganisms. He shows activity about *Shigella spp.*, *Klebsiella spp.*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. In recent years, the effectiveness of its components has been confirmed in relation to *Streptococcus mutans* and *Streptococcus faecalis*. Garlic also helps reduce respiratory symptoms in COVID-19. The specific activity is mainly due to alliin. The active substances of this plant have been known since Ayurveda. Among them are sesquiterpenes, monoterpenes, methelin and other biologically active components.

Turmeric. A plant better known as turmeric. Turmeric extracts have been found to have antimicrobial and antioxidant properties due to the presence of polyphenols. Turmeric drugs have the ability to show antioxidant activity and increase immunity (Nakhostin-Roohi et al., 2016).

It should be recognized that all the mentioned active substances of plants have immunomodulatory, anti-inflammatory and antimicrobial effects. Some of them also affect other organs and systems, showing antimicrobial, antifungal and antitumor activity (Sherly et al., 2023).

The antioxidant properties of turmeric are due to polyphenolic components that provide an antimicrobial effect. These substances reduce the content of malondialdehyde and free oxygen radicals. Although curcumin may slightly reduce the activity of antioxidant enzymes such as catalase, superoxide dismutase and others, this does not affect its value and properties in general. It provides antimicrobial activity and acts as a scavenger of

oxygen radicals. Due to biologically active compounds, turmeric has a wide spectrum of pharmacological activity. Its effects include anti-inflammatory, anti-mutagenic and antioxidant effects.

Antimutagenic activity has been determined in plants along with their ability to protect the structure and function of important organs.

Ginger (Ginger). Ginger has antioxidant, antitumor and anticoagulant properties. The plant contains polysaccharides, polyphenols and other biologically active compounds. Ginger also has significant antimicrobial and immunomodulatory properties. Its extract or tea is often prescribed for inflammatory processes and tumors. Ginger extract exhibits pronounced immunomodulatory and antioxidant effects.

Ginger extract helps with coughs, runny noses, respiratory diseases, nausea, vomiting, food poisoning and arthritic pain. Ginger has antimicrobial, anti-inflammatory and anti-tumor properties. The active substance of ginger is gingerol, which includes ambicin, alin, aton, as well as allinase, peroxidase, and myosinase enzymes. The drug increases the activity of glutathione peroxidase and superoxide dismutase enzymes, which confirms its immunomodulatory and antimicrobial activity.

Immunomodulators include plant metabolites that contribute to increasing the resistance of the immune system. Metabolites of some plants have immunomodulatory properties, thanks to which they can be used as gerontological, antitumor and antimicrobial agents.

Polyphenols and phenols are active components of many herbal drugs. They contain one or more hydroxyl groups in the aromatic ring derived from phenylalanine or tyrosine. In the process of metabolism, these compounds can be transformed into other substances, for example, stilbenes, which contain two aromatic rings.

Resveratrol is a natural polyphenol of the stilbene class obtained from *Polygonum cuspidatum*. It is able to pass through the biological barrier and protect its integrity. Resveratrol promotes neuroprotection, lowers interleukins (IL) and prevents beta-amyloid accumulation. It reduces the content of inflammatory factors, stimulates the production of interleukin SIRT1, and after phosphorylation activates the transcription of proteins (Belénichev, et al., 2024).

Resveratrol affects the transcription of the IL-17A gene, regulating its activity through epigenetic mechanisms that reduce inflammation.

Hydrocinnamic acid derived from turmeric (*Turmeric is long*), has anti-inflammatory, antitumor and wound-healing properties. Its immunomodulatory activity is associated with the ability to block interleukin-2 (IL-2) and the IKK β pathway (inhibitor of kappa-B

kinase beta), which is a key element in the regulation of the inflammatory response through the NF- κ B signaling pathway.

Gingerol, the main active ingredient *Zingiber officinale* (ginger), has anti-inflammatory, antibacterial and antimicrobial properties. Ginger extract is recommended for angiogenesis and angiogenesis-dependent tumors.

Active ingredient *Bidens pilosa* (series) – centaurein – activates the production of cytokines and lymphocytes. A traditional plant of India, also known as ponarnava (*Widespread Boerhavia*), has medicinal properties, including anti-inflammatory and immunomodulatory activity.

Hydroxycinnamic acid, contained in turmeric, is often used in medicine due to its beneficial properties. Curcumin, which has immunomodulatory properties, promotes the development of spinal cord cells, increases the phagocytic activity of macrophages and has a positive effect on the proliferation of cells with α -esterase activity, is released from the root of the plant.

Turmeric has a positive effect on coronavirus, particularly effective on oxidative stress, cytokine release and apoptosis. It can interact with membrane proteins, providing protection against the virus. Curcumin also prevents the development of COVID-19 by regulating the Nrf2 signaling pathway. Due to its immunomodulatory action, this compound helps prevent the progression of COVID-19.

Ginger contains a variety of biologically active compounds, including gingerol, which is the main active ingredient. Gingerol has anti-inflammatory, anti-tumor properties and can affect the growth of tumors by regulating signaling pathways in cells.

Centaurein is a flavonoid extracted from a plant *Bidens pilosa* (hair follicle), which exhibits antiviral, anti-inflammatory and antioxidant activity. This compound is also known for its properties in reducing inflammation, which makes it promising in the treatment of inflammatory and viral diseases.

For many years, sera has been considered a remedy with immunomodulatory potential, effective in bacterial infections. It is the aqueous extracts of this plant that demonstrate the ability to improve the immune response. The main active substance is bucolitin (3-O- β -D-galactopyranoside), which belongs to the alkaloid family, affects the immune system, stimulating the production of cytokines such as interleukin-2 (IL-2) and supporting leukopoiesis. In addition, this compound is able to affect the production of nitric oxide (NO) and control the formation of leukotrienes (eg, LTA₂).

Myricetin is the active substance of papaya (*Load papaya*), contains bioflavonoids and is recommended for use with tumors and acne.

Chrysanthemum indica (Indian chrysanthemum). The active substance of chrysanthemum, galena drugs of which are used for inflammation, diseases of the respiratory tract and conditions associated with suppression of the immune system. Due to the content of flavonoids, the plant has immunomodulatory properties.

Hippophae rhamnoides (common sea buckthorn). Immunomodulatory properties of the plant extract due to active flavonoids and isorhamnetin were established. The extract activates the production of interleukin-6 and stimulates the activity of intracellular killers. It has also been established that the extract suppresses the action of pro-inflammatory cytokines, such as TNF- α , and inhibits the genetic transmission factor in granulocytic diseases.

Quercetin from stinging nettle (*Stinging nettle*). Quercetin has long been used to treat arthritis due to its flavonoid content. It supports the immune response by influencing chemotaxins and killer activity.

Luteolin from *Rosaceae*. Luteolin, a flavonoid found in plants of the family *Rosaceae*, has anti-inflammatory, immunomodulatory and antitumor activity. Recently, it is also used as an anti-allergic agent. According to research, its effectiveness in some cases is not inferior to hydrocortisone. The main targets of luteolin are SRS, Syk, SOCS3, which regulate the activation of cytokines and growth factors. Luteolin affects NF- κ B, AP-1, IRF-1 – transcription factors that control inflammatory processes.

Terminal chebula. Fruits *Terminal chebula* is a rich source of tannins, which determine their irritating, laxative and tonic properties. They affect cellular immunity and contribute to the improvement of humoral immunity.

Camellia green tea (*Camellia sinensis*). Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) is a flavonoid in green tea that has been used for centuries for its antitumor, antiviral, and immunomodulatory properties. The drug reduces the level of TNF- α , IL-1 β , IL-6, as well as the content of inducible NO-synthase, which regulates neural, immune and inflammatory responses. It is prescribed for inflammatory processes and cognitive disorders. The extract reduces the level of cytokines (TNF- α , IL-1 β , IL-6), which helps reduce inflammatory reactions in microglia.

Buchanamine is an alkaloid, an active substance *The doubts of Cryptolepis*. The plant extract is used as an immunomodulating agent.

Hydrastis canadensis. Berberine is the active substance of this plant. It is used to treat respiratory tract diseases and flu (Balasubramaniam et al., 2024).

Tinospora cordifolia. The extract from this plant has an immunomodulatory effect, stimulates macrophages. Recent studies devoted to this plant have shown new properties of its active substances, namely diterpenoids, lactoids, alkaloids, glycosides, steroids, substances of ali-

phatic structure. The plant exhibits immunomodulating, anti-diabetic, anti-leprosy, anti-inflammatory, anti-spasmodic, antioxidant, anti-arthritic, anti-stress, anti-carcinogenic activity. In clinical practice, the use of plant extracts has shown the presence of cardioprotective, hepatoprotective, antitumor activity (Ahsan et al., 2023).

Herbal drugs are effective when prescribed with immunosuppressants for tumors and inflammatory diseases. A plant on the background of cyclophosphamide *Rhus toxicodendron* restored the content of interleukin- γ , NF- κ B, which confirms the properties of the plant as an immunomodulator (Saka et al., 2024).

A number of modern herbal remedies, which were introduced into our medicine from Ayurvedic treatises, continue to interest pharmacologists and pharmacists. Such plants as *Atropa belladonna*, *Solanum dulcamara*, *Digitalis purpurea*, *Cinchona ledgeriana*, *A sleepy poppy*.

Even galenic drugs of these plants had significant activity, an even more active effect was observed in new galenic remedies and complex drugs, which included active components of these plants. Advances in complementary medicine about the active plant sources emphasized in Ayurveda continue to be studied.

One of the plants whose extracts are widely used in Africa, India and the Mediterranean countries is *Withania somnifera* (ashwagandha). Roots, flowers and leaves serve as raw materials for creating extracts.

There is also another name for the plant – *Physalis somnifera* (physalis hypnosis). The main active substances are alkaloids, steroid lactones, saponins, flavonoids, and tachins. It is believed that the active substances of the plant can have a sedative and immunomodulating effect. The sedative and relaxing effect is manifested due to the increase in the level of GABA. In this regard, the plant extract was added to the complex therapy of patients with schizophrenia, Alzheimer's disease and dementia. Later, it was established that plant extracts can affect M1 receptors, have antioxidant mechanisms, and promote nerve growth. The drugs also reduce excitability and have anti-stress activity. At the same time, plant extracts have been shown to have immunomodulatory activity. Plant extracts can change the level of immunomodulatory cells, immune complexes and immunoglobulins. They inhibit the system of complement and mitogen, cause the proliferation of lymphocytes. In recent years, studies have shown the possibility of the influence of plant active substances on the cytokine storm observed in COVID-19. One such agent is the isoquinol alkaloid berberine, which has the ability to modulate the immune response, particularly in the context of reducing excessive inflammation associated with cytokine storm (Alarabei et al., 2023).

Plant extracts can activate and mobilize peritoneal macrophages, phagocytes, and lysosomal enzymes,

stimulating lymphocyte proliferation and reducing the production of interleukin-1 (IL-1) and TNF- α .

They also have antioxidant activity, increasing the level of superoxide dismutase and catalase, which contributes to the inhibition of lipid peroxidation. Further studies have shown that extracts can increase levels of nitric oxide and antioxidants while inhibiting NF- κ B activity, which is important in the regulation of inflammation (Xu & Cock, 2023).

Prospects for the use of certain plants and the isolation of active substances that can have an immunomodulatory effect and contribute to the elimination of symptoms of COVID-19, such as fever, cough, pneumonia, exacerbation. Such plants include: *Chenopodium quinoa* (quinoa), *Croton lechleri* (croton red), *Lepidium meyenii* (pain), *Maytenus macrocarpa*, *Mauritia flexuosa* (Mauritius murita), *Physalis peruviana* (physalis peruvian), *Uncaria* (Choi et al., 2024).

Green tea extract had an anti-inflammatory effect in skin diseases and acts on mucous membrane warts. In some cases, phytoimmunotherapy can complement synthetic means (Tabolacci et al., 2023).

One of the dangerous diseases, in the treatment of which the use of herbal drugs is proposed, is melanoma, which is complicated by atypical transformation of the melanin pigment under the influence of radiation. Melanoma is characterized by heterogeneity and the ability to metastasize. At the same time, BRAF kinase is activated. The target on which the drugs vemurafenib (Vemurafenib), dabrafenib (Dabrafenib) and encorafenib (Encorafenib) acted was identified.

Trimetinib, binimetinib, and colometinib are proposed for targeted therapy, which prevent the progression of melanoma. Currently, it has been established that melanoma is an immunogenic disease that is amenable to immunotherapy, but this complicates treatment. Melanoma progresses through several mechanisms, so the use of immunotherapy is considered possible. This leads to the need to find non-toxic phytotherapies for the treatment of melanoma, in particular, those with immunomodulatory properties (Behl et al., 2021).

Indeed, a number of sources indicate the presence of immunomodulatory activity of plants and their metabolites. Green tea extract has a therapeutic effect on inflammatory markers (IL-6, IL-1 β) of interest. Currently, there are no phytodrugs that have therapeutic properties for melanoma. However, their use may be able to reduce the dosage of chemotherapy drugs (Tabolacci et al., 2023).

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.

BIBLIOGRAPHY

- 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., Oksenykh 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.
- Dinarello 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/ebs20160017.
- 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., Oksenykh, 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.

- Dinarelo, C.A. (2017). Overview of the IL-1 family in innate inflammation and acquired immunity. *Immunological Reviews*, 281(1), 8–27. DOI: 10.1111/imir.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., & Vereitinova, 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.
- Balasubramaniam, 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 immunostimulant properties of *withania somnifera* (L.) dunal (ashwagandha). *Pharmacognosy Communications*, 13(1), 15–23. DOI: 10.5530/pc.2023.1.4.

Стаття надійшла до редакції 04.11.2024.
Стаття прийнята до друку 23.01.2025.

Conflict of Interest: None.

Authors' contribution:

Belenichev I.F. – data collection and analysis, article corrections, conclusions;
Gorchakova N.O. – data collection and analysis, article writing, critical review, final approval of the article;
Harnyk T.P. – concept and design of the work, article corrections, critical review;
Shumeiko O.V. – data collection and analysis, article corrections, conclusions;
Klymenko O.V. – data collection and analysis, abstract, participation in writing the article;
Klymenko O.H. – data collection and analysis, participation in writing the article;
Chemerys Y.O. – data collection and analysis, participation in writing the article.

Corresponding author's email: gorchakovan1941@gmail.com.

Appendix to the article
Translation into Ukrainian

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 загальноузівської 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 (fpo.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, 17–29, doi: <https://doi.org/10.32782/2522-9680-2025-1-18>

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 НК-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, вітиліго, 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 протівірусну 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 імуномодулююча 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 імуномодулюючої 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 багатоконпонентними властивостями. Антиоксидантна дія рослини виявлена в багатьох органах. Лікування покращує біохімічні та гематологічні параметри.

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

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 імуномодулюючим властивостям, включаючи антиоксидантну, імуномодулюючу та протипухлинну дію. Він покращує гематологічні та біохімічні параметри. У дослідженнях на щурах препарат відновлював показники на фоні циклофосфаміду.

Alstonia scholaris. Алкалоїди та терпени, ізовані з рослини, виявляють імуномодулюючі 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 імуномодулюючу 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 противірусна, 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 противірусною 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) – centaуреїн – 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 індукцйбельної 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 антиагентів, 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. Balasubramaniama 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/imr.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 immunostimulant 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