

## **ВПЛИВ ГРИБА GANODERMA LUCIDUM (CURT.:FR.) P. KARST. НА ГУМОРАЛЬНУ ІМУННУ ВІДПОВІДЬ У МИШЕЙ ЛІНІЇ СВА/СА З ВТОРИННИМ ІМУНОДЕФІЦИТОМ**

© **В. Т. Підченко<sup>1</sup>, І. В. Ніженковська<sup>1</sup>, Н. Г. Бичкова<sup>1</sup>, Н. А. Бісько<sup>2</sup>, А. Є. Родніченко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Національний медичний університет імені О. О. Богомольця

<sup>2</sup>Інститут ботаніки імені Н. Г. Холодного НАН України, Київ

<sup>3</sup>ДУ «Інститут геронтології імені Д. Ф. Чеботарьова НАМН України», Київ

**Резюме:** у статті представлені результати досліджень впливу порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* на показники гуморальної імунної відповіді в мишей лінії СВА/Са в умовах модельованого вторинного імунодефіциту. Для моделювання імунодефіциту використовували імуносупресант циклофосфамід, який вводили одноразово в дозі 150 мг/кг, внутрішньочеревно, в перший день експерименту. Результати проведеного дослідження показують, що застосування порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* мишам лінії СВА/Са з індукованою імунною недостатністю викликає достовірне зростання кількості антитілоутворювальних клітин у селезінці та рівня антитіл у сироватці крові.

**Ключові слова:** гриб *Ganoderma lucidum*, гуморальна імунна відповідь, циклофосфамід, імунодефіцит.

**Вступ.** Пошук та розробка лікувально-профілактичних засобів природного походження є актуальною проблемою сьогодення. В останні десятиріччя базидіальні гриби та біологічно активні речовини, виділені з них, привертають велику увагу вчених країн Азії та Північної Америки. *Ganoderma lucidum* (трутовик лакований) – відомий базидіальний гриб, який використовується протягом майже 2 тисяч років у Китаї, Японії та Кореї для запобігання та лікування бронхіту, хронічного гепатиту, гіпертензії, атеросклерозу, онкологічних захворювань та імунологічних порушень. Вченими були виділені біологічно активні речовини з гриба *Ganoderma lucidum*, зокрема тритерпеноїди, полісахариди, стероїди, алкалоїди та амінокислоти, які розглядаються як перспективні речовини для створення лікувально-профілактичних засобів для лікування різних захворювань [8, 16]. Як діючу субстанцію при дослідженні фармакологічних властивостей гриба *Ganoderma lucidum* зазвичай використовуються екстракти з плодових тіл гриба, рідше – міцелію та спор. На сьогодні майже все світове виробництво *Ganoderma lucidum* базується на екстенсивному методі культивування. Його проводять на свіжозрубаних обрубках різних видів твердих порід дерев. Вирощування плодових тіл таким способом займає від 3 до 5 місяців. Переваги глибинного культивування полягають у скороченні виробничого циклу до 2-3 тижнів, більш високій та стабільній урожайності, вирощуванні протягом всього року, завдяки створенню оптимальних умов, необхідних для отримання біомаси, можливості застосування механізації й автоматизації технологічних процесів [6]. Не вивченим залишається вплив біомаси гриба *Ganoderma lucidum*, вирощеної методом глибинного культивування на різ-

ні ланки імунітету при імунодефіцитних станах. Тому метою нашого дослідження було визначення впливу порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* на гуморальну імунну відповідь у мишей в умовах модельованого вторинного імунодефіциту *in vivo*.

**Методи дослідження.** Біомаса гриба *Ganoderma lucidum* була вирощена методом глибинного культивування на базі Інституту ботаніки імені Н. Г. Холодного НАН України (м. Київ) під керівництвом доктора біологічних наук відділу мікології Н. А. Бісько. Біомаса гриба була висушена та подрібнена до порошкового стану.

Для моделювання імунодефіциту використовували імуносупресант циклофосфамід (ЕНДОКСАН® – «Baxter Oncology GmbH», Німеччина), який вводили одноразово дозою 150 мг/кг, внутрішньочеревно, в перший день експерименту. Циклофосфамід належить до антинеопластичних засобів та має цитотоксичну, протипухлинну та імуносупресивну активність. Після ін'єкції циклофосфаміду мишам протягом 10 днів вводили порошок біомаси гриба *Ganoderma lucidum* перорально у дозі з розрахунку 0,01 мг на 20 гр маси тіла (0,5мг/кг). У попередній серії наших досліджень при застосуванні цієї дози спостерігався найбільш виразний стимулюючий ефект на імунну відповідь [13]. Як референтний препарат використовували імунотропний препарат ехінацея (Ехінацея-Астрафарм, Україна). Дозу референтного препарату розраховували з використанням коефіцієнта, який визначає співвідношення між дозами лікарських засобів для людини і різних видів експериментальних тварин. Для миші він дорівнює 387,9.

Дослідження проводили на статевозрілих (віком 3–5 міс.) мишах-самцях лінії СВА/Са. Тварини були розподілені на 4 групи: 1 – контрольні миші;

2 – миші, яким вводили циклофосфамід;

3 – миші, які після введення циклофосфаміду отримували порошок біомаси гриба *Ganoderma lucidum*;

4 – миші, які після введення циклофосфаміду отримували референтний препарат ехінацея.

Вплив біомаси гриба *Ganoderma lucidum* на гуморальну імунну відповідь вивчали шляхом визначення числа антитілоутворювальних клітин (АУК) і титрів антитіл у сироватці крові. Тварин імунізували еритроцитами барана внутрішньочеревно в дозі  $2,5 \cdot 10^8$  клітин на мишу (0,2 мл 3 % завису еритроцитів барана на фізіологічному розчині). Дослідних тварин забивали на 5-у добу після ін'єкції. Для евтаназії мишей застосовували передозування ефіру медичного для наркозу [4]. Результати представляли у вигляді кількості антитілоутворювальних клітин на  $10^6$  клітин або абсолютної кількості АУК в перерахунку на загальну кількість клітин в органі [9]. Для визначення титрів гемолізину і гемаглютиніну в сироватці крові після проведення процедури евтаназії тварин проводили процедуру забору крові з орбітального синусу шляхом енуклеації. Результати визначення гемолізину і гемаглютиніну представляли в одиницях –  $\log_2$  [12]. Підрахунок загальної кількості клітин проводили у камері Горяєва з використанням 3 % оцтової кислоти, що дозволяє вилучити з обліку еритроцити [2]. Відносну масу тимуса та селезінки розраховували як відсоток співвідношення маси тимуса або селезінки до маси тіла. Індекс заселення лімфоїдними клітинами тимуса та селезінки розраховували як співвідношення кількості клітин в органі до маси органа.

Статистичний аналіз результатів проводили за допомогою t-критерію Стьюдента [1, 3].

**Результати й обговорення.** Як видно з даних таблиці 1, введення циклофосфаміду призвело до вірогідного зниження маси тіла мишей, різкого зниження маси тимуса, відносної маси тимуса, індексу заселення лімфоїдними клітинами тимуса, кількості лімфоїдних клітин в тимусі, кількості ядровмісних клітин в стегновій кістці та індексу заселення лімфоїдними клітинами селезінки. Імунодепресанти першого покоління, до яких належить циклофосфамід, пошкоджують всі клітини, які діляться, у тому числі лімфоцити. Вони порушують процеси гемопоєзу, оновлення тканин, спричиняють спустошення лімфоїдної тканини, пригнічують всі форми імунної відповіді.

Слід зазначити, що в наших дослідженнях на фоні застосування циклофосфаміду маса селезінки, відносна маса селезінки та кількість лімфоїдних клітин в органі вірогідно зростала порівняно з контрольними мишами (табл. 1). Рівень первинної імунної відповіді різко знижувався в умовах введення циклофосфаміду. Показник, який найбільшою мірою відображає активність гуморального імунітету – здатність до продукції АУК в селезінці у відповідь на введення антигену. Так, відносна та абсолютна кількість АУК в селезінці знижувалася в 4,7 та 3,5 рази, відповідно (рис. 1

та 2). Як видно з даних рисунків 3 та 4, рівень антитіл в сироватці крові знижувався порівняно з даними в групі контрольних мишей в 9,3 раза (титр гемолізину) та в 2,5 рази (титр гемаглютиніну). Циклофосфамід виступає інгібітором антитілопродукції у мишей, імунізованих еритроцитами барана – тимусзалежним антигеном.

Як показали проведені нами дослідження щодо характеристики лімфоїдних органів (табл. 1), відновлення, причому на застосування як досліджуваного засобу, так і референтного препарату, спостерігалось тільки для такого показника, як кількість ядровмісних клітин у стегновій кістці. Значення цього показника після застосування обох препаратів було вірогідно вище порівняно з даними в групі мишей, які отримували циклофосфамід, та вище, ніж в групі контрольних мишей (табл. 1). Відновлення показників маси тимуса, відносної маси тимуса, індексу заселення тимуса та кількості лімфоїдних клітин в органі до рівня даних в групі контрольних мишей після застосування обох препаратів в умовах введення імуносупресанту циклофосфаміду виявлено не було. Можливо, це пов'язано з тим, що відновлення Т-лімфоцитів відбувається повільніше або/та курсове застосування протягом 10 діб порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* та контрольного препарату є недостатнім для відновлення порушень, викликаних циклофосфамідом у центральному органі імунної системи – тимусі.

Збільшення кількості ядровмісних клітин вірогідно можна пояснити тим, що вченими Zhang et al., 2002 [5], було виділено протеоглікан з плодів тіл гриба *Ganoderma lucidum*, який стимулював проліферацію, диференціацію та активацію В-лімфоцитів у мишей. Було встановлено, що при взаємодії з цим протеогліканом В-клітини мишей збільшувалися в розмірах, на їх поверхні збільшувалась кількість маркерів активації лімфоцитів CD71 та CD25, а також збільшувався рівень секреції імуноглобулінів. Протеоглікан збільшував експресію протеїназ  $\alpha$  та  $\gamma$  в В-клітинах. Також відмічалось незначне збільшення продукції інтерлейкіна-2 в лімфоцитах, при цьому продукція інтерлейкіну-4 та рівень внутрішньоклітинного  $Ca^{2+}$  не змінювались [5].

В інших дослідах було показано, що полісахаридна фракція *Ganoderma lucidum* спричиняє активацію В-клітин селезінки мишей, а також їх диференціацію в плазматичні клітини, які секретують імуноглобулін М. Ця полісахаридна фракція індукує білок – регулятор плазмо-клітинного диференціювання [10,11].

Як відомо, В-лімфоцити відіграють важливу роль у гуморальній імунній відповіді, продукуючи антитіла проти антигенів. Вони також виступають в ролі антигенпрезентуючих клітин, а також перетворюються в клітини пам'яті після взаємодії з антигеном [5, 7]. Дослідження впливу порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* на гуморальну імунну відповідь мишей лінії СВА на еритроцити барана в умовах введення ци-

Таблиця 1. Характеристика лімфоїдних органів після застосування порошку біомаси гриба Ganoderma lucidum в умовах введення імуносупресанту, (M ± m)

Експериментальні групи	Показники імунної системи									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	маса миші, г	маса тимуса, мг	відносна маса тимуса, %	індекс заселення лімфоїдними клітинами тимуса	маса селезінки, мг	відносна маса селезінки, %	індекс заселення лімфоїдними клітинами селезінки	кількість лімфоїдних клітин у селезінці, x 10 <sup>6</sup>	кількість лімфоїдних клітин в тимусі, x 10 <sup>6</sup>	кількість ядровмісних клітин у стегновій кістці, x 10 <sup>6</sup>
Контрольні миші (n = 6)	24,5 ± 0,1	41,3 ± 4,5	0,16 ± 0,02	2,8 ± 0,3	154,0 ± 11,8	0,6 ± 0,04	1,7 ± 0,2	258,7 ± 5,12	113,3 ± 15,2	21,0 ± 1,7
Циклофосфамід 150 мг/кг (n = 12)	22,7 ± 0,3*	13,7 ± 1,8*	0,06 ± 0,01*	2,03 ± 0,2*	266,8 ± 12,5*	1,1 ± 0,1*	1,3 ± 0,1*	335,3 ± 21,8*	28,0 ± 4,4*	15,7 ± 0,8*
Циклофосфамід+ Ganoderma lucidum 0,5 мг/кг (n = 6)	23,5 ± 0,9	12,7 ± 1,8*	0,05 ± 0,01*	2,2 ± 0,1	262,0 ± 25,2*	1,1 ± 0,1*	1,4 ± 0,1	378,7 ± 55,5	29,0 ± 4,8*	30,7 ± 3,4*#
Циклофосфамід+ Ехінацея 12,85 мг/кг (n = 6)	23,3 ± 0,4*	11,3 ± 2,1*	0,05 ± 0,01*	1,8 ± 0,2*	254,3 ± 12,2*	1,0 ± 0,05*	1,2 ± 0,1*	294,7 ± 14,9*	22,3 ± 6,5*	26,0 ± 0,4*#

Примітки: \* – P < 0,05 порівняно з даними в групі контрольних мишей;

# – P < 0,05 порівняно з даними в групі мишей, які отримували циклофосфамід.

клофосфаміду виявило, що він здатний відновлювати відносну кількість АУК клітин в селезінці на рівні референтного препарату, про що свідчить статистично достовірне збільшення відносної кількості АУК в селезінці у 2 рази порівняно з групою мишей, які отримували циклофосфамід. Проте відновлення до показників контрольної групи мишей не спостерігалось (рис. 1).

Застосування порошку біомаси гриба в умовах введення циклофосфаміду також спричиняло статистично достовірне збільшення абсолютної кількості АУК в селезінці в 2,1 раза порівняно з групою мишей, які отримували циклофосфамід, причому референтний препарат збільшував абсолютну кількість АУК в селезінці лише в 1,6 раза (рис. 2). Дані результати

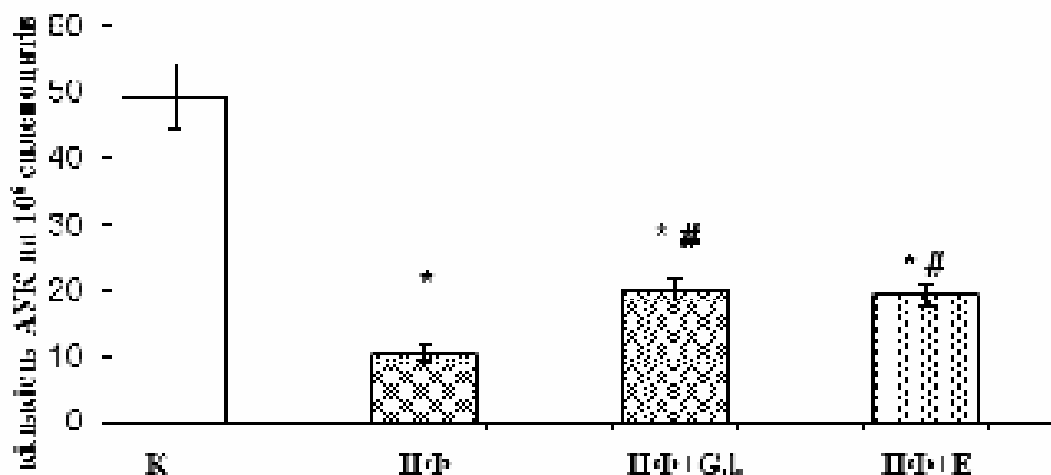


Рис. 1. Відносна кількість АУК в селезінці у відповідь на застосування порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* в умовах введення імуносупресанту: К – контрольна група мишей; ЦФ – група мишей, які отримували внутрішньочеревно імуносупресант у дозі 150 мг/кг; ЦФ+G.I. – група мишей, які після ін'єкції імуносупресанту отримували гриб *Ganoderma lucidum*; ЦФ+E – група мишей, які після ін'єкції імуносупресанту отримували референтний препарат ехінацеї.

Примітки:

\* –  $P < 0,05$  порівняно з даними в групі контрольних мишей;

# –  $P < 0,05$  порівняно з даними в групі мишей, які отримували циклофосфамід.

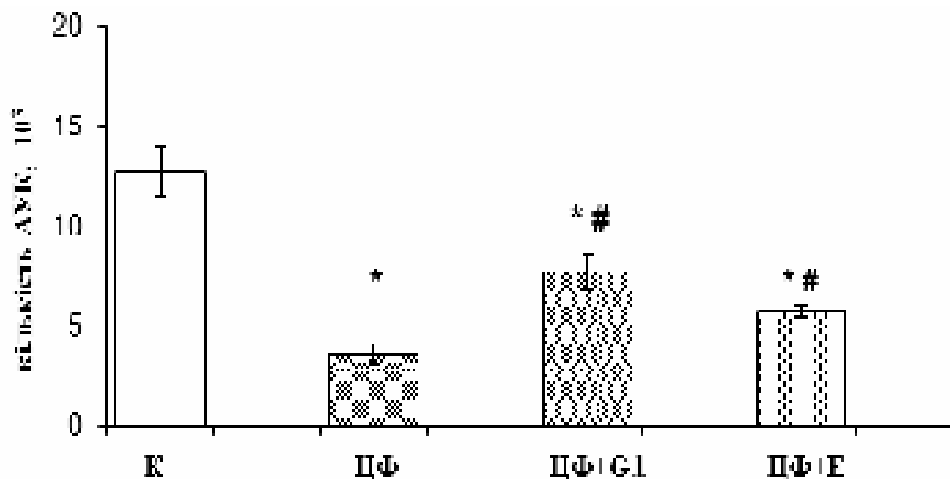


Рис. 2. Абсолютна кількість АУК в селезінці у відповідь на застосування порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* в умовах введення імуносупресанту: К – контрольна група мишей; ЦФ – група мишей, які отримували внутрішньочеревно імуносупресант у дозі 150 мг/кг; ЦФ+G.I. – група мишей, які після ін'єкції імуносупресанту отримували гриб *Ganoderma lucidum*; ЦФ+E – група мишей, які після ін'єкції імуносупресанту отримували контрольний препарат ехінацеї.

Примітки:

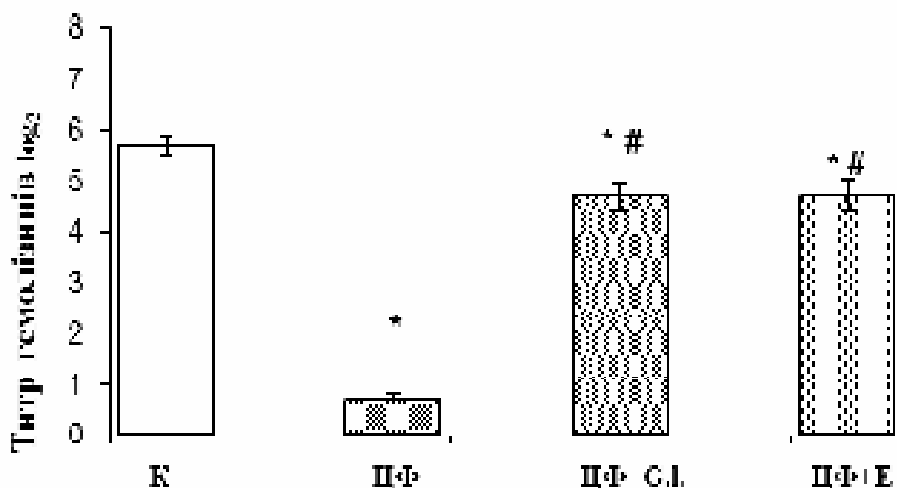
1. \* –  $P < 0,05$  порівняно з контрольною групою мишей;

# –  $P < 0,05$  порівняно з даними в групі мишей, які отримували циклофосфамід.

можуть свідчити про імуномодулювальний вплив біомаси гриба *Ganoderma lucidum* на гуморальний імунітет у мишей в умовах введення імуносупресанта.

Введення порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* на фоні циклофосфаміду підвищувало рівень антитіл в сироватці крові порівняно з групою мишей, які отримували циклофосфамід. При цьому титр гемолізину збільшився на рівні референтного

препарату в 6,7 раза, відновившись майже до рівня контрольної групи мишей. Титр гемаглютинінів збільшився у 2,4 раза, відновившись до рівня контрольної групи мишей, при цьому препарат ехінацеї показав збільшення цього показника в 2,2 раза (рис. 3, 4). В роботі Bao et al. методом іонного обміну та гел'фільтраційної хроматографії з плодівих тіл гриба *Ganoderma lucidum* було виділено 3 полісахариди,

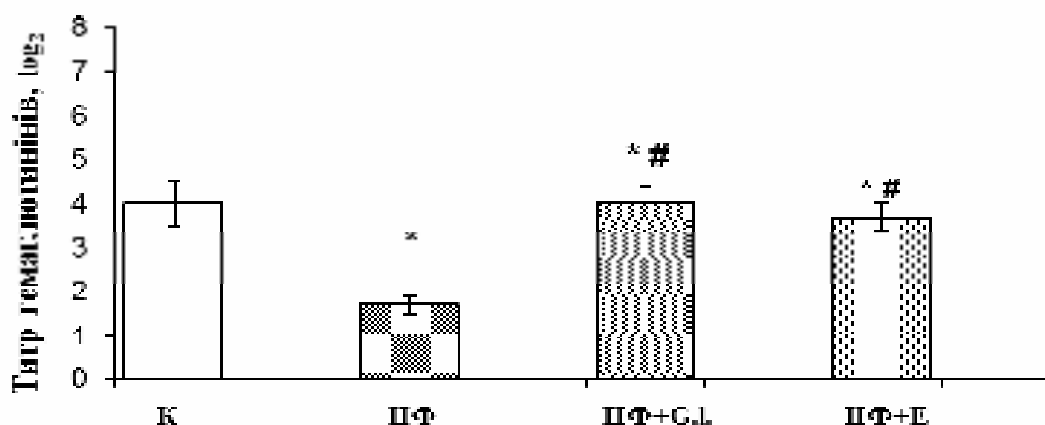


**Рис. 3.** Титр гемолізину в сироватці крові мишей у відповідь на застосування порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* в умовах введення імуносупресанту: К – контрольна група мишей; ЦФ – група мишей, які отримували внутрішньочеревно імуносупресант у дозі 150 мг/кг; ЦФ+G.L. – група мишей, які після ін'єкції імуносупресанту отримували гриб *Ganoderma lucidum*; ЦФ+E – група мишей, які після ін'єкції імуносупресанту отримували референтний препарат ехінацеї.

Примітки:

\* –  $P < 0,05$  порівняно з даними в групі контрольних мишей;

# –  $P < 0,05$  порівняно з даними в групі мишей, які отримували циклофосфамід.



**Рис. 4.** Титр гемаглютинінів у сироватці крові мишей у відповідь на застосування порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* в умовах введення імуносупресанту: К – контрольна група мишей; ЦФ – група мишей, які отримували внутрішньочеревно імуносупресант у дозі 150 мг/кг; ЦФ+G.L. – група мишей, які після ін'єкції імуносупресанту отримували гриб *Ganoderma lucidum*; ЦФ+E – група мишей, які після ін'єкції імуносупресанту отримували референтний препарат ехінацеї.

Примітки:

\* –  $P < 0,05$  порівняно з даними в групі контрольних мишей;

# –  $P < 0,05$  порівняно з даними в групі мишей, які отримували циклофосфамід.

2 гетероглікани (PL-1 та PL-4) та 1 глюкан (PL-3), які збільшували проліферацію T- і B-лімфоцитів *in vitro*. Подальші дослідження показали, що полісахарид PL-1 також здатний стимулювати продукування антитіл у мишей [16]. Збільшення рівня антитіл в нашому експерименті може бути пояснене саме вмістом цих біологічно активних речовин і в біомасі гриба *Ganoderma lucidum*, вирощеної методом глибинного культивування.

Збільшення абсолютної та відносної кількості АУК у селезінці та рівня антитіл в сироватці крові, ймовірно, пов'язане з тим, що біомаса гриба *Ganoderma lucidum* також містить полісахариди, зокрема β-D-глюкани, які нещодавно були виділені з плодкових тіл гриба [7, 8, 14, 16]. Ці полісахариди розглядаються як перспективні імуномодулятори, оскільки в результаті досліджень останніх років було відкрито рецептори β-D-глюкану на поверхні білих кров'яних клітин (лейкоцитів, моноцитів, макрофагів та інших лімфоцитів) у тварин і людей, а саме toll-like рецептори. Полісахарид, виділений з водного екстракту плодкових тіл *Ganoderma lucidum*, проявляв здатність зв'язуватися з поверхнею клітин імунної системи (макрофагів та B-лімфоцитів) за допомогою toll-like рецептора TLR-4, що може призводити до каскаду реакцій, в тому числі до підвищення експресії іРНК *Blimp-1* та подальшого дозрівання B-лімфоцитів. Полісахаридна фракція також здатна підвищувати рівень секреції антитіл в периферичних B-лімфоцитах, пов'язаної з індукцією іРНК головного регулятора плазматичного диференціювання *Blimp-1* [14].

Низька цитотоксичність гриба *Ganoderma lucidum* та його можлива ефективність в лікуванні імуноло-

гічних порушень робить його перспективною сировиною для розробки лікувальних засобів для лікування онкологічних хворих, які проходять курс хіміотерапії та / або променевої терапії, шляхом підвищення стану імунної системи та функціональних і кількісних параметрів імунної системи та зменшення токсичності [8, 15, 17].

Таким чином, результати проведеного дослідження показують, що застосування порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* мишам лінії СВА/Са з індукованою імунною недостатністю викликає достовірне зростання кількості АУК у селезінці та рівня антитіл в сироватці крові, що може свідчити про імуномодулювальний вплив порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* на гуморальну імунну відповідь.

**Висновки.** 1. При експериментальному імунодефіциті введення порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* протягом 10 днів мишам лінії СВА/Са викликає достовірне збільшення кількості ядровмісних клітин в стегновій кістці. Відновлення показників маси тимуса, відносної маси тимуса, індексу заселення тимуса та кількості лімфоїдних клітин в органі до рівня даних у групі контрольних мишей після застосування як біомаси гриба, так і референтного препарату в умовах введення імуносупресанту циклофосфаміду виявлено не було.

2. Застосування порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* мишам лінії СВА/Са з індукованою імунною недостатністю викликає достовірне зростання кількості АУК в селезінці та рівня антитіл в сироватці крові, що може свідчити про імуномодулювальний вплив порошку біомаси гриба *Ganoderma lucidum* на гуморальну імунну відповідь.

## Література

1. Гублер Е. В. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях / Е. В. Гублер, А. А. Генкин. – Л. : Медицина, 1973. – 141 с.,
2. Лимфоциты. Методы / под. ред. Дж. Клауса; пер. с англ.. – М. : Мир, 1990. – 395 с.
3. Минцер О. П. Методы обработки медицинской информации / О. П. Минцер, Б. Н. Угаров, В. В. Власов. – К. : Вища школа, 1991. – 271 с.
4. Эвтаназия экспериментальных животных / Методические рекомендации по выведению животных из эксперимента. – М. : МЗ СССР, 1985. – 13 с.
5. Activation of B lymphocytes by GLIS, a bioactive proteoglycan from *Ganoderma lucidum* / J. Zhang, Q. Tang, M. Zimmerman-Kordmann [et al.] // *Life Sciences* – 2002. – Vol.71. – P. 623–638.
6. Current techniques for the cultivation of *Ganoderma lucidum* for the product of biomass, ganoderic acid and polysaccharides / R. Wagner, D. A. Mitchell, G. L. Sasaki [et al.] // *Food Technology and Biotechnology*. – 2003. – Vol.41, №4. – P. 371-382.
7. *Ganoderma lucidum* Polysaccharides: Immunomo-

dulation and Potential Anti-Tumor Activities / Z. Xu, X. Chen, Z. Zhong [et al.] // *The American Journal of Chinese Medicine*. – 2011. – Vol. 39, №1. – P. 15-27.

8. *Ganoderma lucidum* and its pharmaceutically active compounds / B. Boh, M. Berovic, J. Zhang [et al.] // *Biotechnology Annual Review*. – 2007. – Vol. 13. – P. 265–301.

9. Jerne N. K. Cell-bound antibodies / N. K. Jerne, A. A. Nordin, C. Henry. – Wistar Institute Press. – 1963. – 109 p.

10. Lin, Z. B. Cellular and molecular mechanisms of immuno-modulation by *Ganoderma lucidum* / Z. B. Lin // *Journal of Pharmacological Sciences* – 2005. – Vol. 99. – P. 144–153.

11. Lin, Z. B. Anti-tumor and immunoregulatory activities of *Ganoderma lucidum* and its possible mechanisms / Z. B. Lin, H. N. Zhang, // *Acta Pharmacologica Sinica* – 2004. – Vol. 25, № 11. – P. 1387–1395.

12. McGregor D. D. The antibody response of rats depleted of lymphocytes by chronic drainage from the thoracic duct / D. D. McGregor, J. L. Gowas // *Journal of Experimental Medicine* – 1963. – Vol. 118. – № 2. – P. 303–320.

## **Фармакологічні дослідження біологічно активних речовин**

### **Pharmacological researches of biologically active substances**

13. Pidchenko V. T. The effect of different doses of biomass powder of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst. on humoral immune response in mice line CBA/Ca / V. T. Pidchenko // Proceedings of the 3rd European Conference on Biology and Medical Sciences: Vienna, 28 October, 2014. P. 211–219.
14. Reishi polysaccharides induce immunoglobulin production through the TLR4/TLR2 mediated induction of transcription factor Blimp-1 / K. I. Lin, Y. Y. Kao, H. K. Kuo [et al.] // Journal of Biological Chemistry. – 2006. – Vol. 281. № 34. – P. 2411–2423.
15. Safety and tolerability of *Ganoderma lucidum* in healthy subjects: a double-blind randomized placebo-controlled trial / S. M. Wicks, R. Tong, C. Z. Wang, [et. Al] American Journal of Chinese Medicine. – 2007. – Vol. 35. – P. 407–414.
16. Structural features of immunologically active polysaccharides from *Ganoderma lucidum* / X. F. Bao, X. S. Wang, Q. Dong, [et al.] // Phytochemistry. – 2002. – Vol. 59. – P. 175–181.
17. Yuen J. W. Anticancer effects of *Ganoderma lucidum*: a review of scientific evidence / J. W. Yuen, M. D. Gohel // Nutrition and Cancer – 2005. – Vol. 53 – P. 11–17.

## **ВЛИЯНИЕ ГРИБА GANODERMA LUCIDUM (CURT.:FR.) P. KARST. НА ГУМОРАЛЬНЫЙ ИМУННЫЙ ОТВЕТ У МЫШЕЙ ЛИНИИ CBA/CA С ВТОРИЧНЫМ ИММУНОДЕФИЦИТОМ**

**В. Т. Пидченко<sup>1</sup>, И. В. Ниженковская<sup>1</sup>, Н. Г. Бычкова<sup>1</sup>, Н. А. Бисько<sup>2</sup>, А. Е. Родниченко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца

<sup>2</sup>Институт ботаники имени Н. Г. Холодного НАН Украины, Киев

<sup>3</sup>ГУ «Институт геронтологии имени Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины», Киев

**Резюме:** в статье представлены результаты исследований влияния порошка биомассы гриба *Ganoderma lucidum* на показатели гуморального иммунного ответа у мышей линии CBA/Ca в условиях моделированного вторичного иммунодефицита. Для моделирования иммунодефицита использовали иммуносупрессант циклофосфамид, который вводили однократно в дозировке 150 мг/кг, внутривенно, в первый день эксперимента. Результаты проведенного исследования показывают, что применение порошка биомассы гриба *Ganoderma Lucidum* мышам линии CBA/Ca с индуцированной иммунной недостаточностью вызывает достоверное увеличение количества антителообразующих клеток в селезенке и уровня антител в сыворотке крови.

**Ключевые слова:** гриб *Ganoderma lucidum*, гуморальный иммунный ответ, циклофосфамид, иммунодефицит.

## **INFLUENCE OF MUSHROOM GANODERMA LUCIDUM (CURT.: FR.) P. KARST. ON THE HUMORAL IMMUNE RESPONSE IN MICE LINE CBA / CA WITH SECONDARY IMMUNODEFICIENCY**

**V. T. Pidchenko<sup>1</sup>, I. V. Nizhenkovska<sup>1</sup>, N. H. Bychkova<sup>1</sup>, N. A. Bisko<sup>2</sup>, A. Ye. Rodnichenko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>National Medical University by O. O. Bohomolets

<sup>2</sup>Institute of Botany by M. H. Kholodnyi of NASU, Kyiv

<sup>3</sup>State Institute of Gerontology by D. F. Chebotariov of NAMS of Ukraine, Kyiv

**Summary:** the article shows the results of the investigation of the influence of biomass powder of mushroom *Ganoderma lucidum* on the humoral immune response in mice line CBA / Ca in terms of the simulated secondary immunodeficiency. To simulate immunodeficiency was used the immunosuppressant cyclophosphamide, which was administered once a dose of 150 mg / kg, intraperitoneally, the first day of the experiment. Results of the study show that the application of *Ganoderma Lucidum* biomass powder in mice line CBA / Ca with induced immune deficiency, causes a significant increase in the number of antibody-producing cells in the spleen and antibody levels in serum.

**Key words:** *Ganoderma lucidum*, humoral immune response, cyclophosphamide, immunodeficiency.

Отримано 07.04.2015