

DOI: 10.26693/jmbs05.03.032

УДК 504.75; 612.614.616.9

Гнатів П. С.<sup>1</sup>, Нечай О. С.<sup>2</sup>, Хоботна І. М.<sup>2</sup>, Меленчук Л. М.<sup>2</sup>, Маланчук О. М.<sup>2</sup>

## СИМБІОЦЕНОЗНІ ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ЯК АНТРОПОЕКОСИСТЕМИ

<sup>1</sup>Львівський національний аграрний університет, Україна<sup>2</sup>Інститут спадкової патології НАМН України, Львів, Україна

pshnativ@ukr.net

Проаналізовано й узагальнено розвиток екології людини. Дано авторське визначення науки, сформульовано її об'єкт і предмет. Системний підхід до розуміння людського організму передбачає бачення тіла, його симбіонтів (коменсалів, паразитів тощо), середовища життя та речовинно-енергетичного обміну як емерджентну єдність компонентів і функцій у гомеостазі. Здоров'я людини є функцією косорційної антропоєкосистеми. Організм людини та усі співмешканці симбіоценозу здійснюють між собою складні екогенні взаємовідношення. Консорти різних концентрів і детермінант – людське тіло, забезпечують урівноважене функціонування організму людини. З ними пов'язаний синтез низки білків, ферментів, вітамінів, яких не може самостійно синтезувати організм людини. Виключно за присутності непаразитичних і паразитичних симбіонтів формується імунітет, утворюються імункомпетентні клітини. Чинниками формування імунітету людини є усі метаболіти її консортів (виділення, продукти розкладу організмів тощо), адже їх сукупність формує біохімічний склад внутрішнього середовища конкретних органів і цілого організму-детермінанта. Такі зовнішні важелі впливу, як дієта або антибіотики, призводять до швидких змін складу і функцій мікробіоти, тим самим впливаючи на стан взаємовідношень організму-детермінанта та мікробоценозу. Раптова заміна звичних для людського організму свіжих (сирих) продуктів харчування на нові або екзотичні призводить до виникнення проблем через відповідну реакцію корисної мікрофлори шлунку й кишківника, яка живиться і функціонує як облігатні консорти. Відкритість симбіоценозу кишківника створює платформу для цілеспрямованої раціональної маніпуляції з фізіологією нашого організму: регулювання структури і функцій мікробіоти забезпечує маніпулятивний важіль для поліпшення здоров'я людини, лікування або профілактики патологій.

Функціональний стан антропоєкосистеми, який можна постійно підтримувати екобезпечними суплементами природного походження, визначає рівень фізичного і психічного здоров'я детермінанта.

Критичні кризові стани і патологічні наслідки порушень може в низці випадків вирішувати традиційна медицина, проте профілактика шлунково-кишкових, алергічних та імунологічних захворювань попереджує кризові стани та набагато ефективніша й дешевша.

Вивчення спричинених мікробним угрупованням консортів природних закономірностей і використання у практиці профілактики захворювань природних засобів регулювання структури внутрішнього мікробіома, чисельності популяції мікроорганізмів, їх функціональної активності значно збільшить ефективність керування імунними процесами і спростить процедури лікування патологій.

**Ключові слова:** антропоєкосистема, консорція, симбіоценоз, мікробіом, адаптація, здоров'я.

**Вступ.** У попередніх працях на тему екології людини [1] ми описали умови й причини виокремлення самостійної сфери знань про екологію людського організму й «екосистемне здоров'я» (*ecosystem health*), як функцію антропоєкосистеми. За офіційним визначенням ВООЗ, **здоров'я** – це стан повного фізичного, психічного і соціального благополуччя як на рівні індивіда, так і людської популяції [2].

На основі аналізу наукових джерел із використанням системного підходу ставимо собі за **мету** обґрунтувати розуміння чинників і способів регулювання симбіоценозу людини здоровим харчуванням для зміцнення імунітету.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для наближення вирішення проблеми нагадаємо, що всебічне дослідження питань здорового та ефективного щодо зміцнення імунітету харчування, людський організм методично слід розглядати, як цілісну відкриту систему [2, 3], або у конкретному прикладному випадку аналізувати, як саморегульовану антропоєкосистему [1].

**Системний підхід до розуміння людського організму**

Система в широкому розумінні, це цілісна множина природно або штучно взаємопов'язаних

елементів, яка у взаємодії з навколишнім середовищем поводить себе як особлива (емерджентна) єдність, є елементом у системі вищого порядку, а елементи системи своєю чергою є системами нижчого рівня [4]. Розуміння суті зовнішнього і внутрішнього середовища в системології важливе для комплексного дослідження й системного аналізу будови й функціонування природних і штучних об'єктів. Адже рівень розчленування систем на елементи, опис функцій, декомпозиція мети тощо неможливі без категоризації компонентів природи на середовищні й системні. Внутрішнє середовище системи – це сукупність об'єктів, явищ у її межах, які впливають на поведінку цієї системи. Якщо із зовнішнім середовищем все відносно зрозуміло, бо воно не входить в сукупність системотвірних елементів, то з внутрішнім середовищем складніше: воно належить системі просторово і формує її будову. В будь-якій системі внутрішнє середовище охоплює дві складові. Перша – це елементи, стосунки, зв'язки, що впливають на систему і на її компоненти, друга – внутрішнє середовище самих елементів, яке визначає вже їхню поведінку. Вирозуміння меж між внутрішнім і зовнішнім середовищами системи і її підсистем, як правило, не буває. Середовище навколишнє – це зовнішнє середовище системи, або сукупність об'єктів і явищ, які є за межами системи, їй не належать ні структурно, ні функціонально, але впливають на неї. Система і середовище функціонально пов'язані і їх не можна зрозуміти у відриві одне від одного. Система починається там, де проходить стійке відмежування її структури від її доквітля.

В екології екосистемою вважають особливу множину природних і штучних компонентів, центральним з яких є жива підсистема (на рівнях організації від окремого організму до цілісної біоти Землі), з котрою ця екосистема у взаємовідносинах із навколишнім середовищем проявляє себе як емерджентна єдність, є відносно стійким і самопідтримуваним структурно-функціональним елементом в екосистемі вищого рангу (до біогеосфери) та надсистемою для екосистем нижчого рангу (до консорції) [4]. Консорційна екосистема людини – антропо-екосистема, це природно або цілеспрямовано асоційована сукупність живих організмів, у якій домінує людська особа (як у біотичному, так і в соціальному розумінні), а решта біонтів пов'язані з нею та між собою різними формами екофункцій, і в цій сукупності тривають речовинно-енергетичний та інформаційний обміни, спонтанно чи свідомо формується власне специфічне внутрішнє середовище, яким прагне раціонально керувати детермінант [1].

Отже головною компонентою антропо-екосистеми є людська консорція. Наступною найважливі-

шою її компонентою є навколишнє середовище. Його оцінюють за рівнем комфортності для населення, за ступенем забрудненості й деградації внаслідок техногенних впливів, за певними соціально-економічними показниками, що сукупно впливають на внутрішнє середовище організму людини [5]. На нашу думку, здоров'я з позиції гомеостазіології [1, 6], а фактично – з екології [4], трактують глибше й точніше. Зокрема, вчені стверджують [2, 3, 6, 7] що:

- 1) захворювання – це біологічно неминучий процес самозахисту організму від екзогенних і ендогенних стрес-факторів або намагання компенсації завданих ними ушкоджень, тобто спроба організму, як системи, привести себе в стан біологічної рівноваги;
- 2) симптоми захворювання – це видимі прояви захисних реакцій організму, спрямовані на нейтралізацію і виведення токсинів;
- 3) одужання – це звільнення організму від гомеотоксинів (тиску несприятливих факторів – стрес-факторів) і, головне, усунення спричинених ними уражень;
- 4) здоров'я – це стан відносної “свободи” організму від стрес-факторів і відсутність спричинених ними відчутних функціональних або органічних уражень.

Практично усі екофактори внутрішнього доквітля біогеосфери чинять більший, чи менший вплив на людину біотичну і на людину соціальну [8]. Окрім того, людські соціуми спричиняють додаткові – соціальні впливи, які діють як на біотичні, так і на соціальні функції індивіда – його здоров'я загалом. Будь-який агент або фактор може чинити негативний вплив на організм людини чи порушувати його біотичний баланс. Г.-Г. Рекеверг [6] і його наукова школа вважають, що чинники здоров'я людини слід ділити на:

- 1) фізичні – кліматичні, техногенні, механічні;
- 2) хімічні – концентрація токсичних речовин в повітрі приміщень і вулиць – озон, токсини покриттів і шпалер, засоби чищення, пил від килимів і паперу, цигарковий дим, фармацевтичні засоби, біотоксини;
- 3) біотичні – бактерії, віруси, грибові організми, продукти харчування, суплементи, алергени, ендогенні продукти метаболізму, ендотоксини;
- 4) психічні чинники – перенапруження, недостатнє навантаження;
- 5) соціальні проблеми.

#### **Консорційна екосистема людини**

Історично так склалося, що у медичній паразитології набагато раніше і глибше, ніж у відносно молодій екології людини, розроблені питання біології й екології *паразитів* людського організму. Останніми роками розвивається екопаразитологія – наука про біологію розвитку, шляхи поширення паразитів у природі, ареали й умови їх існування. Хоч це дещо звужена сфера досліджень, все ж

вона базується на системному баченні людини (її організму), як ядра консортивної гетеротрофної екосистеми. Більша увага паразитам приділена через їх явну небезпеку для здоров'я людини. Паразитизм, як екоявище – форма співіснування тварин і рослин, дуже поширений у природі (бактерії, віруси, гриби, багато безхребетних, рослини, водорості). Особливо багато видів паразитів людського тіла є з-поміж типів найпростіших, плоских і круглих червів. Система “паразит-господар” є антагоністичною, вона дає користь лише одному з її учасників – паразитові.

Проте, ставлення до паразитизму еволюціонує, адже взаємовідношення в системі “паразит-господар” ґрунтуються на об'єктивних екологічних закономірностях. Зокрема, в природі паразити беруть участь у регуляції чисельності популяцій господарів – детермінантів, обмежуючи її ріст, стабілізують екосистеми, запобігають виснаженню її ресурсів, порушенню екобалансу і, зрештою, обмежують поширення самого паразита. Різні паразити можуть відігравати також і роль господарів для дрібніших паразитів – консортів наступного концентру. Явище “надпаразитизму”, або “гіперпаразитизму” відоме у зовнішньому шарі сисунів, де найпростіші є консортами другого концентру. Воно є позитивним, оскільки найпростіші гальмують розвиток свого детермінанта – сисуна.

На відміну від інших організмів, зовнішнім середовищем для паразитів є внутрішнє середовище людини. Ним для паразита будуть як органи господаря, так і інші консорти, які його населяють. Це середовище першого або другого порядку. Середовище другого порядку діє на паразитів опосередковано, через тіло детермінанта.

Проте, у будь-якому організмі водночас із паразитами є й інші організми – симбіонти. Вся сукупність внутрішніх і зовнішніх конортів разом з організмом господаря утворює симбіоценоз. Компонентами симбіоценозу є віруси, рикетсії, спірохети, бактерії, гриби, найпростіші, гельмінти, членистоногі тощо. Вони пов'язані з організмом детермінантом консорції такими інтерспецифічними екофункціями, як пробіоз (паройкія – підселення; епіойкія – використання поверхні тіла, як місця поселення; синойкія – квартиранство; ентойкія – поселення в середині тіла господаря), а також взаємовигідними (симбіотичними) відношеннями: форезія (для поширення організмів); парабіоз (харчова залежність); метабіоз (повна взаємозалежність).

За даними Ірландського інституту Корка [9], в людському тілі міститься приблизно 500 видів бактерій. Завдяки їхньому невинному розмноженню в організмі дорослої людини одночасно живе приблизно 100 трлн одноклітинних організмів [5, 10], що

майже в десять разів більше, ніж клітин, з яких збудоване власне тіло людини. Зокрема, тільки в кишківнику міститься майже 2 кг бактерій.

Давня думка про те, що мікробіота кишківника у своїх функціях обмежена травним трактом детермінанта або нещодавно поширена на метаболізм та імунний статус, трансформувалася в усвідомлення того, що цей мікробіоценоз має широкий вплив на різноманітні аспекти фізіології людини [11]. Симбіонт може надавати господарю метаболічні «послуги», що виходять за рамки людських фізіологічних можливостей [12]. У цьому відношенні симбіонти роблять наш організм надсистемою [9]. Структурно-функціональна сукупність тіла живої людини (детермінанта), симбіоценозу і створеного його компонентами внутрішнього і зовнішнього середовища є консорційною екосистемою людини, що включає консорти першого, другого, імовірно і третього концентру.

Всередині симбіоценозу між окремими компонентами й організмом-детермінантом устанавлюються складні екогенні взаємовідношення. Консорті різних концентрів і детермінант – людський організм, які формують симбіоз, забезпечують урівноважене функціонування організму людини. З ними пов'язаний синтез низки білків, ферментів, вітамінів, яких не може самостійно синтезувати організм людини. Виключно за присутності непаразитичних і паразитичних симбіонтів формується імунітет, утворюються імунокомпетентні клітини. Чинниками формування імунітету людини є усі метаболіти її конортів (виділення, продукти розкладу організмів тощо), адже їх сукупність формує біохімічний склад внутрішнього середовища конкретних органів і цілого організму-детермінанта.

Розглянемо, як саме симбіоценоз людини, зокрема її мікробіота, впливає на фізіологію й імунітет детермінанта. У різних видів бактерій, що є в тілі людини, міститься у 150 разів більше генів, ніж власне у людському геномі [10, 13]. Мікробіомна композиція і функції відрізняються за місцями проживання, віком, статтю, расами та дієтами господаря [14]. Від початку просте угруповання поступово переростає у систему різноманітних взаємопов'язаних видів мікроорганізмів під час росту й розвитку детермінанта [15]. З часом асоціація «мікробом – детермінант» перетворюється у взаємовигідну систему. Симбіотичні бактерії метаболізують неперетравлювані сполуки, забезпечують не обхідними поживними речовинами, захищають детермінанта від колонізації патогенами і сприяють формуванню кишківникової підсистеми.

Мікробіота кишківника бере участь у метаболізації певних продуктів, які не можуть бути перетравлені шлунком і тонкою кишкою. Вона відіграє

ключову роль у підтриманні енергетичного гомеостазу. Продукти, які є переважно дієтичними волокнами (такими як ксилітогликани, які містяться в овочах і фруктах) можуть бути перетравлені лише конкретними видами *Bacteroides* [16]. Інші неперетравлювані волокна (такі як фруктоолігосахариди й олігосахариди) можуть бути використані лише *Lactobacillus* і *Bifidobacterium* [17].

Дослідження показали вагому роль кишкової мікробіоти в ліпідному й білковому метаболізмі, у синтезі необхідних вітамінів (фолати, вітамін К, біотин, вітаміни групи В й інші) [18]. Нормальна мікробіота кишківника сприяє регуляції його моторики, протидіє запаленням, підтримує баланс глюкози й енергозабезпечення [19].

Бактерії-коменсали стимулюють нормальний розвиток слизової кишківника, що своєю чергою розвиває гуморальний та клітинний імунітет. Сигнали-метаболіти мікроорганізмів сприймаються кровотворними і некровотворними клітинами вродженої імунної системи, котрі формують фізіологічні відповіді організму [20].

#### **Чинники формування біоценозу внутрішніх консортів і здоров'я**

Консорційна екосистема людини, як біотичної істоти, онтогенетично зароджується та починає формуватися в утробі матері внутрішнім середовищем її організму. Коменсальні бактерії колонізують господаря-немовля відразу після народження. Як пише С. Zimmer [21], в перші 15 місяців життя симбіоценоз кишківника розвивається й урізноманітнюється. Мікроби поселяються в тіло немовлят в процесі харчування, зі шкіри матері та з інших джерел. Це просте на початку угруповання в процесі росту дітей поступово трансформується у надзвичайно різноманітні екосистеми з корисними взаємовідношеннями.

Для людини збалансований мікробіом шлунково-кишкового тракту – це практично субекосистема, яка формує не лише нормальний обмін енергопластичних речовин, а й імунітет і самопочуття усього організму.

Як ми вже зазначали, мікробіота містить набагато більше різноманітних генів, ніж у людський геном, які відповідають за синтез унікальних і специфічних ферментів та створення специфічних біохімічних шляхів. Симбіотичні бактерії метаболізують неперетравні сполуки, захищають від колонізації небезпечними патогенами і сприяють формуванню кишкової мікробної видової структури [15]. Дослідженнями доведена роль кишкової мікрофлори у ліпідному та білковому гомеостазі, у синтезі важливих вітамінів: фолати, вітамін К, біотин, рибофлавін, ціанокобаламін та інші вітаміни групи В.

Нормальний мікробіом кишківника синтезує 50-100 ммоль/л коротколанцюгових жирних кислот (оцтова, пропіонова, масляна), які служать джерелом енергії для кишкового епітелію господаря [22]. Ці сполуки всмоктуються в товстому кишківнику і мають важливий вплив на регуляцію його моторики, чинники запалення, гомеостаз глюкози. Крім того мікробіота забезпечує біогенний метаболізм і виведення ксенобіотиків, створює фізичний бар'єр, захищаючи господаря від чужорідних патогенів різного походження.

Як зовнішній чинник для нормального життя людини і тварин є кисень, діоксид вуглецю й температура атмосфери, так для мікробіоти рН внутрішньошлункового і внутрішньокішкового травних соків є визначальною умовою нормального чисельного співвідношення біфідобактерій, лактобактерій і патогенних мікробів (стафілококи, стрептококи, клостридії, грибки тощо). Тому, історично усталені традиції південно-європейських народів у побуті вживати вино (кисла реакція), а північно-європейських – пиво, мають тверду соціоекогенну підоснову. Для південних народів від давнини проблемою було захистити кишково-шлункових тракт від проникнення патогенів і для цього люди споживали кисле сухе вино, дезінфікували не кип'ячену воду, яка часто містила патогенні мікроорганізми. Натомість північні народи, живучи у мало заселеному мікробами середовищі, які харчувалися багатими на органічні кислоти овочами, фруктами тощо, віддавна мають проблему нейтралізації підвищеної кислотності шлунка, тому і традиційно роблять це лужним пивом.

На склад та стан мікробіоти кишківника глибокий вплив має широке застосування антибіотиків, імуносупресивних препаратів та інших нових технологій лікування. Вкрай важливим є спосіб життя людини-господаря, а саме харчування, шкідливі звички, гігієнічні переваги, циркадні ритми [23, 24, 25]. У свою чергу, дисбіоз кишкової флори впливає на продукцію імунних медіаторів і викликає як хронічне запалення, так і метаболічну дисфункцію. Ожиріння, цукровий діабет II типу, серцево-судинні та аутоімунні захворювання стали глобальною проблемою епідемічного здоров'я і вважаються наслідками складної різноспрямованої взаємодії між генетикою людини-господаря, його харчуванням, чинниками навколишнього середовища та мікробіотою кишківника [26].

Дані досліджень останнього десятиліття свідчать про те, що дисбактеріоз кишківника може спричинити розвиток та прогресування захворювань печінки (жировий гепатоз, цироз), запальні захворювання кишківника, метаболічний синдром, атеросклероз, респіраторні, психічні або психологічні

хвороби, шлунково-кишкові раки, дисгормональні гінекологічні проблеми [5, 21, 27, 28, 29].

Нова конфігурація мікробіоти, що приносить нам теперішня їжа і сучасний спосіб життя, є несумісними з біотичною природою людини, а хворобливі наслідки нинішніх наших уподобань значною мірою сприяють багатьом актуальним захворюванням. Раптова заміна звичних для людського організму продуктів харчування на нові, екзотичні та синтетичні призводить до виникнення проблем через відповідну реакцію корисних видів мікрофлори шлунку й кишківника, які живляться і функціонують як облігатні консорти. Популяції мікроорганізмів живуть у середині нашого організму як ендосимбіонти. Важливо пам'ятати, що для внутрішньої мікрофлори шкідливими є різноманітні синтетичні барвники, стабілізатори і консерванти, котрі потрапляють у травну систему із сучасними фабричними продуктами харчування. Доведено, що регулярне вживання „збагачених“ такими компонентами субстанцій, спричинює глибокі хронічні розлади й особливо небезпечно для дитячих несформованих організмів.

Небезпечним є порушення балансу співіснування мікроорганізмів, що живуть на тілі людини, на її шкірі. Спостереження показали [1, 2, 4], що сучасні засоби гігієни (креми, дезодоранти, парфуми), які містять синтетичні консерванти й стабілізатори (парабени), за їх систематичного використання спричинюють розбалансування біоценозів на шкірній мікробіоті.

Доведено, що зміна харчування акліматизованих переселенців має вплив на їхню генетичну структуру. Негативні тенденції спостерігаються від швидких змін традиційної дієти. У ескімосів Західної півкулі значно зросла частота певних форм діабету з тяжким клінічним перебігом від змін статусу живлення, спричиненого збільшенням вживання нетрадиційних харчових продуктів з підвищеним вмістом глюкози та інших легкозасвоєваних цукрів. Це спричинило до прояву патологічних генів, які відповідали за розвиток цукрового діабету, але були в прихованому стані.

Нез'ясованим до кінця залишається вплив на ендосимбіонти продуктів, що отримані з генномодифікованих організмів шляхом генноінженерійних маніпуляцій неприродними комбінаціями ланок ДНК різних, генетично „віддалених“ організмів. Проте є підозри імовірності спонтанної неприродної рекомбінації таких генетичних химер у процесі метаболізму синтетичних ДНК, або продуктів їхньої „діяльності“, й подальше просування таких біологічних „помилко“ по метаболічних, чи генетичних

ланках функціонування мікроорганізмів або й власне людини. А це вже загрожує нам на генетичному рівні.

На скільки успішно людина справляється з керуванням своїми консортами, настільки здоровим, матеріально й духовно багатим та естетично привабливим є її спосіб життя. Тому, відкритість симбіозу кишківника створює можливість керованого регулювання фізіології нашого організму завдяки корекції структури і функцій мікробіоти, чим надає дієві способи поліпшення здоров'я людини, лікування або профілактики патологій [30].

**Заключення.** Консорційна екосистема людини – антропоекосистема, це сукупність живих організмів разом з тілом людини, у якій домінує людська особа і намагається як свідомо, так і не свідомо керувати функціями решти симбіонтів, пов'язаних з нею та між собою різними формами зв'язків, що спричинюють речовинно-енергетичний та інформаційний обміни і в решті решт формують специфічне внутрішнє середовище цієї антропоекосистеми. Функціональний стан антропоекосистеми, який можна постійно підтримувати здоровим харчуванням та екобезпечними суплементами природного походження, визначає рівень фізичного і психічного здоров'я детермінанта. Критичні кризові стани і патологічні наслідки порушень може у низці випадків вирішувати традиційна медицина, проте профілактика шлунково-кишкових, алергічних та імунологічних захворювань попереджує кризові стани та набагато ефективніша й дешевша.

Вивчення спричинених мікробним угрупованням консортів природних закономірностей і використання у практиці профілактики захворювань природних засобів регулювання структури внутрішнього мікробіома, чисельності популяції мікроорганізмів, їх функціональної активності значно збільшить ефективність керування імунними процесами і здешивить процедури лікування захворювань.

**Перспективи подальших досліджень** антропоекосистеми актуальні з тих міркувань, що традиційна медицина використовує головно фармацевтичні (дуже «грубі») способи і засоби контролю за структурою та функціями людської консорції, часто ігноруючи індивідуальний підхід. Вагомий внесок у збільшення частки нездорових людей спричинений не дослідженими взаємовідношеннями людського організму і популяції облігатних і факультативних консортів, нез'ясованими речовинно-енергетичними та інформаційними чинниками співіснування величезної кількості організмів із організмом-господарем.

## References

1. Hnativ PS, Nechai OS, Khirivskiy PR et al. Stanovlennia i suchasna kontseptsiiia ekologii liudyny [Condition and current concept of human ecology]. *Visnyk problem biologii i medytsyny*. 2018; 1(142): 11–5. [Ukrainian].

2. Charron SF. *Ecohealth research in practice: Innovative Applications of an Ecosystem Approach to Health*. Springer: IDRC; 2012.
3. Costello EK, Stagaman K, Dethlefsen L, Bohannan BJ, Relman DA. The Application of Ecological Theory Toward an Understanding of the Human Microbiome. *Science*. 2012 Jun 8; 336(6086): 1255-62. doi: 10.1126/science.1224203.
4. Hnativ PS, Snintynskyy VV. *Ekosystemy i systemnyy analiz* [Book: Ecosystems and System Analysis]. Lviv: Kolir PRO; 2017. 416 s. [Ukrainian].
5. Ley RE, Turnbaugh PJ, Klein S, Gordon JI. Microbial ecology: human gut microbes associated with obesity. *Nature*. 2006; 444(7122): 1022-3.
6. Rekeveh H-H. *Homeopatycheskaia antyhomotoksykologhiya. Systematyzhy-rovannoe praktycheskoe lekarstvovedenye*. [Homeopathic antihomotoxicology. Systematic Practical Pharmacology]. M; 2000. [Russian].
7. Borden R. A brief history of SHE: Reflections on the founding and first twenty five years of the Society for Human Ecology. *Human Ecology Review*. 2008; 15(1): 95–108.
8. Nechai OS, Hnativ PS, Khobotna IM. *Transformatsiia dovkillia i reproduktsiine zdorovia liudyny*. [Transformation of the Environment and the Reproductive Human Health]. *Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sport*. 2018; 3(2): 250–6. [Ukrainian]. doi.org/10.26693/jmbs03.02.250.
9. Sleator RD. The human superorganism – of microbes and men. 2009. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19836146>
10. Qin J, Li R, Raes J, Arumugam M, Burgdorf KS, Manichanh C, et al. A Human gut microbial gene catalogue established by metagenomic sequencing. *Nature*. 2010; 464(7285): 59–65.
11. Sommer F, Backhed F. The gut microbiota-masters of host development and physiology. *Nat Rev*. 2013; 11: 227–38.
12. Cani PD, Everard AT, Duparc. Gut microbiota, enteroendocrine functions and metabolism. *Curr Opin Pharmacol*. 2013; 13(6): 935-40.
13. Ursell LK, Haiser HJ, Van Treuren W, Garg N, Reddivari L, Vanamala J, et al. The intestinal metabolome: an intersection between microbiota and host. *Gastroenterology*. 2014; 146(6): 1470-6.
14. Hollister EB, Gao C, Versalovic J. Compositional and functional features of the gastrointestinal microbiome and their effects on human health. *Gastroenterology*. 2014; 146(6): 1449-58.
15. Rogier EW, Frantz AL, Bruno ME, Wedlund L, Cohen DA, Stromberg AJ, et al. Lessons from mother: long-term impact of antibodies in breast milk on the gut microbiota and intestinal immune system of breastfed offspring. *Gut Microbes*. 2014; 5(5): 663-8.
16. Larsbrink J, Rogers TE, Hemsworth GR, McKee LS, Tausin AS, Spadiut O, et al. A discrete genetic locus confers xyloglucan metabolism in select human gut Bacteroidetes. *Nature*. 2014; 506(7489): 498-502.
17. Goh YJ, Klaenhammer TR. Genetic mechanisms of prebiotic oligosaccharide metabolism in probiotic microbes. *Annu Rev Food Sci Technol*. 2015; 6: 137–56.
18. Morowitz MJ, Carlisle EM, Alverdy JC. Contributions of intestinal bacteria to nutrition and metabolism in the critically ill. *Surg Clin North Am*. 2011; 91(4): 771-85.
19. Flint HJ, Scott KP, Louis P, Duncan SH. The role of the gut microbiota in nutrition and health. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2012; 9(10): 577-89.
20. Thaiss CA, Zmora N, Levy M, Elinav E. The microbiome and innate immunity. *Nature*. 2016; 535(7610): 65-74.
21. Zimmer C. The wired atlas of the human ecosystem. 2011. Available from: [https://www.wired.com/2011/09/mf\\_microbiome/](https://www.wired.com/2011/09/mf_microbiome/)
22. Duncan SH, Louis P, Thomson JM, Flint HJ. The role of pH in determining the species composition of the human colonic microbiota. *Environ Microbiol*. 2009; 11(8): 2112-22.
23. David LA, Maurice CF, Carmody RN, Gootenberg DB, Button JE, Wolfe BE, et al. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. *Nature*. 2014; 505: 559–63.
24. Dethlefsen L, Relman DA. Incomplete recovery and individualized responses of the human distal gut microbiota to repeated antibiotic perturbation. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2010; 108(Suppl 1): 4554–61.
25. Walker AW, Ince J, Duncan SH, Webster LM, Holtrop G, Ze X, et al. Dominant and diet-responsive groups of bacteria within the human colonic microbiota. *ISME J*. 2011; 5: 220–30.
26. Franks PW, McCarthy MI. Exposing the exposures responsible for type 2 diabetes and obesity. *Science*. 2016; 354(6308): 69-73.
27. Culligan EP, Hill C, Sleator RD. Probiotics and gastrointestinal disease: successes, problems and future prospects. *Gut Pathog*. 2009 Nov 23; 1(1): 19. doi: 10.1186/1757-4749-1-19.
28. Wang B, Jiang X, Cao MJ, Ge J, Bao Q, Tang L, et al. Altered fecal microbiota correlates with liver biochemistry in nonobese patients with non-alcoholic fatty liver disease. *Sci Rep*. 2016; 6: 32002.
29. Sorokina A. Vliyanie kishhechnoy mikroflory na metabolizm estrogenov i razvitie disgormonalnykh ginekologicheskikh zabolevaniy [The effect of intestinal microflora on estrogen metabolism and the development of dishormonal gynecological diseases]. *Vrach*. 2019; 30(1): 9–15. doi.org/10.29296/25877305-2019-01-02.
30. Sonnenburg JL, Fischbach MA. Community health care: therapeutic opportunities in the human microbiome. *Sci Transl Med*. 2011; 3(78): 12.

УДК 504.75; 612.614.616.9

### **СИМБИОЦЕНОЗНЫЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА КАК АНТРОПОЭКОСИСТЕМЫ**

*Гнатив П. С., Нечай А. С., Хоботна И. М., Меленчук Л. М., Маланчук А. Н.*

**Резюме.** Проанализировано и обобщено развитие экологии человека. Дано авторское определение науки, сформулированы ее объект и предмет. Системный подход к пониманию человеческого организма предполагает видение тела, его симбионтов (комменсалов, паразитов и т.д.), среды жизни, обмена веществ и энергии как эмерджентного единства компонентов и функций в гомеостазе. Здоровье человека является функцией косорционнoй антропоэкоcистемы. Организм человека и все сожители симбиоценоза осуществляют между собой сложные экогенные взаимоотношения. Консорты различных концентров и детерминант – человеческое тело, обеспечивают уравновешенное функционирование организма человека. С ними связано образование ряда белков, ферментов, витаминов, которые не может самостоятельно синтезировать организм человека.

Только в присутствии непаразитических и паразитических симбионтов формируется иммунитет, образуются иммунокомпетентные клетки. Факторами формирования иммунитета человека являются все метаболиты ее консортов (выделение, продукты разложения организмов и т.д.), ведь их совокупность формирует биохимический состав внутренней среды конкретных органов и целого организма-детерминанта. Такие внешние рычаги влияния, как диета или лекарства, приводят к быстрым изменениям состава и функций микробиоты, тем самым влияя на состояние взаимоотношений организма-детерминанта и симбиоценоза. Внезапная замена привычных для человеческого организма свежих (сырых) продуктов питания на новые или экзотические приводит к возникновению проблем из-за соответствующей реакции полезной микрофлоры желудка и кишечника, которая питается и работает как облигатные консорты. Открытость симбиоценоза кишечника создает платформу для целенаправленного рационального воздействия на физиологию нашего организма: регулирование структуры и функций микробиоты обеспечивает манипулятивный рычаг для улучшения здоровья человека, лечения или профилактики патологий.

Функциональное состояние антропоэкоcистемы, которое можно постоянно поддерживать экобезопасными супплементами природного происхождения, определяет уровень физического и психического здоровья детерминанта. Критические кризисные состояния и их патологические последствия может в ряде случаев решать традиционная медицина, однако профилактика желудочно-кишечных, аллергических и иммунологических заболеваний предупреждает кризисные состояния намного эффективнее и дешевле.

Изучение вызванных микробными сообществами консорт природных закономерностей и использование в профилактике заболеваний природных средств регулирования структуры внутреннего микробиома, численности популяций микроорганизмов, их функциональной активности усилит положительное влияние на иммунные процессы и повысит эффективность лечения многих патологий.

**Ключевые слова:** антропоэкоcистема, консорция, симбиоценоз, микробиом, адаптация, здоровье.

UDC 504.75; 612.614.616.9

### **Human Organism as Anthropoecosystem and the Symbiocenosis Factors in the Formation of Health**

*Hnativ P. S., Nechay O. S., Khotobna I. M., Melenchuk L. M., Malanchuk A. N.*

**Abstract.** The development of human ecology is analyzed and generalized. Author's definition of science is given, its object and subject are formulated. The system approach to the understanding of the human body involves the vision of the body, its symbionts (commensal, parasites, etc.), the living environment and substance-energy metabolism as an evident unity of components and functions in homeostasis.

Human health is a function of a cortical anthropoecosystem. The human body and all the symbiocenosis mates have complex ecogenic interdependencies. Consortium of different concentrates and determinants comprising the human body, provide a balanced functioning of the human body. It involves the synthesis of a number of proteins, enzymes, and vitamins that cannot be synthesized by the human body independently. Only in the presence of para-parasitic and parasitic symbionts immunity forms, immunocompetent cells are formed. The factors of the formation of human immunity are all metabolites of its consortia (selection, products of the decomposition of organisms, etc.), because their aggregate forms the biochemical composition of the internal environment of specific organs and the whole organism-determinant. Such external levers of influence, as diet or antibiotics, lead to rapid changes in the composition and functions of microbiota. By doing so, they affect the state of the relationship between the organism-determinant and the microbiocenosis.

The sudden replacement of fresh (raw) foods that are common to the human body to new or exotic ones leads to problems due to the appropriate reaction of the beneficial microflora of the stomach and intestines, which feeds and functions as bonded consortia. Openness of the intestinal symbiocenosis creates a platform for purposeful rational manipulation with the physiology of our organism: the regulation of the structure and functions of microbiota provides a manipulative lever to improve human health, treatment or prevention of pathologies.

The functional state of anthropoecosystem, which can be constantly supported by eco-safe supplements of natural origin, determines the level of physical and mental health determinants. Critical crisis conditions and pathological consequences of violations can in a number of cases be solved by traditional medicine, but prevention of gastrointestinal, allergic and immunological diseases prevents crisis conditions and simplifies treatment procedures.

The study of microbial groupings of consortia of natural patterns and the use in the practice of disease prevention of natural means of regulating the structure of the internal microbial, the number of microorganism populations, their functional activity will greatly increase the effectiveness of management of immune processes and reduce the cost of treatment of pathologies.

**Keywords:** anthropoecosystem, consortium, symbiocenosis, microbiome, adaptation, health.

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Стаття надійшла 01.02.2020 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування