

УДК 576.8.095.38

О.А. Полтавська, Н.К. Коваленко

Інститут мікробіології і вірусології імені Д.К. Заболотного НАН України
вул. Заболотного, 154, Київ, Д 03680, Україна,
тел.: 8 (044) 526 23 29, e-mail: poltavaska@ukr.net

БІФІДОБАКТЕРІЇ І ЇХ БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

В огляді наведені дані літератури та дані власних досліджень стосовно біології біфідобактерій. Викладено відомості щодо розвитку та сучасного стану таксономії біфідобактерій та фенотипових ознак цієї групи мікроорганізмів. Проведено аналіз робіт, присвячених вивченню антагоністичних та адгезивних властивостей біфідобактерій. Висвітлено питання використання біфідобактерій у складі пробіотичних препаратів.

К л ю ч о в і с л о в а: біфідобактерії, біологічні властивості, пробіотики, синбіотики.

Біфідобактерії являють собою групу бактерій, що відіграють важливу роль у життєдіяльності людини. Ця група мікроорганізмів є складовою частиною нормальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту (ШКТ) людини і тварин. Завдяки високій і різноманітній біологічній активності біфідобактерій інтерес до цих бактерій постійно зростає.

Таксономічне положення біфідобактерій. Вперше біфідобактерії були виділені і описані Н. Tissier ще в 1900 році, який назвав виділений штам *Bacillus bifidus communis* [1]. Однак протягом досить тривалого періоду протилежність думок різних авторів [2, 3] стосовно систематики біфідобактерій стримувала встановлення таксономії цих мікроорганізмів і залишала практично не розробленою їх видову діагностику.

Значний прогрес у галузі систематики біфідобактерій почав спостерігатися у другій половині ХХ ст., після встановлення домінуючої ролі цих мікроорганізмів у складі мікрофлори ШКТ дітей, а також їх позитивного впливу на організм людини. Так, G. Reuter [4] відніс біфідобактерії до самостійного роду *Bifidobacterium* Orla-Jensen. Були виділені і описані нові види цього роду: з кишечника людини — *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. infantis*, *B. lactentis*, *B. liberorum*, *B. longum*, *B. parvulorum*, від бджіл — *B. asteroides*, *B. coryneforme*, *B. indicum*, з рубця великої рогатої худоби — *B. globosum* і *B. ruminale* [5].

З розвитком молекулярно-генетичних методів і з застосуванням їх у систематиці мікроорганізмів удосконалювалась і таксономія біфідобактерій [6], що дозволило



розробити їх класифікацію. Була розширена фенотипова характеристика, проведені дослідження геному біфідобактерій, визначено нуклеотидний склад ДНК і застосовано метод гібридизації ДНК-ДНК, що дозволило удосконалити класифікацію і виявити нові види бактерій роду *Bifidobacterium* – *B. dentium*, *B. catenulatum*, *B. angulatum*. У 1986 р. у 9-му виданні „Керівництва по визначенню бактерій” Бергі рід *Bifidobacterium* був включений в 15-ту частину “Irregular nonspornging gram-positive rods” («Грампозитивні неспороутворюючі палички неправильної форми») без об’єднання в будь-яку родину і містив вже 24 види з типовим видом *Bifidobacterium bifidum* [5].

За останні часи після опублікування 9-го „Керівництва по визначенню бактерій” Бергі на основі аналізу даних про послідовність рДНК були запропоновані види: *B. gallicum*, *B. scardovii*, *B. inopinatum*, *B. denticolens*, [7, 8], *B. thermacidophilum* [9, 10], *B. psychraophilum* [11] та ін. Крім того, Р. J. Simpson зі співавт. на основі даних послідовності гену 16s рРНК запропонували створити новий рід *Aeriscardovia* (типовий вид – *A. aeriphila*), а китайські вчені V. Jian та X. Dong описали 2 нових роди біфідобактерій: *Scardovia* (*S. inopinata*) та *Parascardovia* (*P. denticolens*) [11, 12].

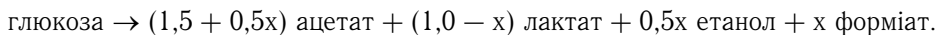
Застосування сучасних методів дослідження на молекулярному рівні дозволило підійти з позиції філогенії до розуміння місця біфідобактерій серед інших бактерій. E. Stackebrandt зі співавт. [13], підсумовуючи отримані раніше дані аналізу будови 16S гену рибосомної РНК, запропонували нову класифікаційну структуру біфідобактерій, де вони відносяться до класу *Actinobacteria*, порядку *Bifidobacteriales*, і утворюють родину *Bifidobacteriaceae*, типовий рід – *Bifidobacterium*.

Таким чином, на даний час описано 31 вид біфідобактерій, які в останні роки були доповнені трьома новими родами.

Морфолого-культуральні та фізіолого-біохімічні властивості біфідобактерій.

Біфідобактерії – це варіабельні за морфологією палички. Питання їх плеоморфізму привертало увагу багатьох дослідників. Так, А. С. Наувард зі співавт. відмічали посилення розгалуження і утворення набряклих, інволюційних, кулеподібних форм біфідобактерій в несприятливих умовах поживного середовища, а саме: занадто висока або низька кислотність середовища, температура вирощування, присутність кисню [14]. V. Sundman і K. Bjorksten в результаті проведених досліджень зробили висновок, що хоча біфідобактерії мають тенденцію до плеоморфізму при рості *in vitro*, але вони у більшості паличкоподібні у природному для них середовищі. Автори припускають, що біфідобактерії мають більш складний шлях синтезу клітинної стінки, ніж інші мікроорганізми [15].

Біфідобактерії – хемоорганогетеротрофи. V. Scardovi, W. de Vries зі співавт. [5, 16] було показано, що ця група бактерій зброджує вуглеводи за фруктозо-6-фосфатним шунтом. Баланс ферментації можна виразити наступним рівнянням:



Слід зазначити, що відкриття у біфідобактерій такого особливого типу метаболізму було однією з вагомих причин для відокремлення їх від роду *Lactobacillus*.

Масляну і пропіонову кислоти біфідобактерії не утворюють. Каталазонегативні, а в деяких випадках позитивні під час росту в атмосфері повітря з додаванням CO₂. Не утворюють H₂S, не відновлюють нітрати в нітрити, не мають уреазної активності, не розріджують желатин. Оптимальна температура для росту більшості видів біфідобактерій 37 – 41 °С.



Потреби біфідобактерій у поживних речовинах великі і різноманітні. J.B. Hassinen зі співавт. показали, що ці мікроорганізми потребують біотину, рибофлавіну, пантотенової кислоти, пуринових і піримідинових основ, пептидів, цистеїну, аміноцукрів [17]. В той же час деякі біфідобактерії самі здатні синтезувати ряд вітамінів: пантотенову кислоту, рибофлавін, тіамін, фолієву кислоту, кобаламін [18].

Протягом всього періоду вивчення біології біфідобактерій, що супроводжувався відкриттям нових видів і дослідженням їх властивостей, між дослідниками цих мікроорганізмів велися суперечки у питанні відношення їх до кисню. Літературні відомості про здатність біфідобактерій рости в присутності кисню є суперечливими і дотепер. Так, Norris зі співавт. відмічали різницю в потребі атмосферного CO₂ при вирощуванні біфідобактерій на твердому або в рідкому середовищах [19]. Mayer зі співавт. [20] показали, що біфідобактерії є анаеробними мікроорганізмами, а також виявили існування різних причин анаеробіозу для різних штамів біфідобактерій.

Згідно літературних джерел, місцем існування біфідобактерій є, в основному, організм людини і тварин. За даними 9-го видання „Керівництва по визначенню бактерій” Бергі [5], майже третина видів роду *Bifidobacterium* є мешканцями ШКТ людини, причому найчастіше зустрічаються *B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. infantis* та *B. breve*. У вагінальному вмісті V. Scardovi, L.D. Trovatelli виявляли *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. breve* [5].

Біфідобактерії були виявлені і у ШКТ свиней, великої рогатої худоби, собак, мавп, кролів, мишей, курчат [5]. Поодинокі дані вказують, що ці мікроорганізми зустрічаються в травному тракті бджіл (*B. asteroides*, *B. corineforme* та *B. indicum*) [5, 21]. В останні роки з'явилися відомості про існування біфідобактерій у травному тракті дельфінів [21, 22].

Біологічна активність біфідобактерій. Оздоровча дія нормальної мікрофлори, і зокрема біфідобактерій, на макроорганізм відома досить давно. І.І. Мечников і Н. Tissier ще в 1905 році відмічали позитивну динаміку у стані здоров'я пацієнтів при застосуванні живих культур молочнокислих бактерій і використовували їх при лікуванні хворих з кишковими дисфункціями [18]. Активне вивчення механізмів такого позитивного впливу розпочалося лише у другій половині ХХ століття.

Для обґрунтування важливості біфідобактерій для життєдіяльності людини, проводилися дослідження з вивчення впливу цих бактерій на умовно патогенні мікроорганізми. Одним з перших було повідомлення [20], в якому показано інгібуючий ефект *Lactobacillus bifidus var. pennsylvanicus* на ріст *E. coli*. В дослідях з мишами-гнотобіонтами було виявлено, що біфідобактерії здатні пригнічувати розмноження *Salmonella typhimurium* [18]. При вивченні кишкових інфекцій у новонароджених відмічалася значно менша кількість випадків цих захворювань у немовлят, що харчувалися виключно грудним молоком, причому у фекаліях цих дітей домінуючими мікроорганізмами були біфідобактерії [20].

В літературі досить повно відображені дослідження антагоністичної дії біфідобактерій на збудників багатьох гострих та хронічних розладів — *Escherichia coli* зі слабо вираженими ферментативними властивостями; *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, дріжджеподібні гриби роду *Candida*, *Clostridium*, *Bacillus*, та ін. [23, 24, 25, 26]. Здатність біфідобактерій пригнічувати ріст небажаної мікрофлори довгий час пояснювалася лише дією оцтової та молочної кислот — кінцевих продуктів метаболізму цих мікроорганізмів [16]. В подальшому в науковій літературі з'явилися повідомлення про інші механізми антагоністичної дії біфідобактерій



з метою захисту макроорганізму від патогенних бактерій. Зокрема, F. Abe, M.-F. Bernet, R. Fuller, G. Gibson в експериментах з культурами клітин показали, що біфідобактерії здатні ефективно конкурувати з патогенними мікроорганізмами за сайти адгезії на епітеліальних клітинах макроорганізму, тим самим забезпечувати, так звану, колонізаційну резистентність [27, 28, 29, 30]. В дослідженні G. Reid зі співавт. *in vitro* було показано, що біфідобактерії здатні прикріплюватися і до клітин самих патогенів [31]. Автори роблять припущення, що в умовах кишечника біфідобактерії, прикріплюючись до патогенних мікроорганізмів, запобігають адгезії останніх до ентероцитів, що сприяє швидкій їх елімінації.

Існують літературні відомості про антагоністичну активність нормофлори кишечника, яка обумовлена не лише дією органічних кислот, а і здатністю синтезувати специфічні антимікробні речовини. Ряду дослідників вдалося виявити у деяких представників молочнокислих бактерій явище специфічного антимікробного антагонізму і показати, що вони синтезують антибіотики [32]. Стосовно біфідобактерій існують лише поодинокі відомості про здатність продукувати специфічні антимікробні речовини. В наших дослідженнях було показано, що антагоністичні властивості біфідобактерій також обумовлені продукуванням специфічних антимікробних речовин [33]. Z. Yildirim зі співавт [34] описали бактеріоцин, який отримав назву біфідоцин В, зі штаму *B. bifidum* NCFB 1454. Цей бактеріоцин пригнічував ріст бактерій родів *Listeria*, *Bacillus*, *Enterococcus*. R. Toure зі співавт. [35] отримали стійкі до нагрівання білкові сполуки, що продукували 4 штами біфідобактерій, виділені від дітей. Дані сполуки пригнічували ріст *Listeria monocytogenes*. Питання існування специфічних антимікробних речовин біфідобактерій потребує подальших досліджень.

Здатність біфідобактерій прикріплюватися до епітеліоцитів відіграє велику роль в їх колонізації ШКТ, запобігаючи швидкій їх елімінації перистальтикою кишечника. Цей фактор забезпечує біфідобактеріям конкурентноспроможність у даній екосистемі. Завдяки позитивному впливу біфідобактерій на життєдіяльність макроорганізму, в останні роки з'явилися роботи, присвячені пошуку високоадгезивних штамів цих бактерій [28, 29, 30, 36]. Відомо, що клітинна адгезія — це багатостадійний процес, який включає в себе контакт клітини з поверхнею епітелію, і він залежить від складу і структури клітинної стінки, а також поверхні, з якою вона взаємодіє [37]. Поодинокі дослідження механізмів адгезії біфідобактерій до клітин макроорганізму дозволили виявити деякі фактори, що приймають участь у процесі адгезії. Так, P.F. Peretz зі співавт. [38] показали, що гідрофобність і дзета-потенціал поверхні клітини впливають на процеси аутоагрегації і гемаглютинації у штамів біфідобактерій, ізолюваних від людини. Крім того, автори відмічали підвищення адгезивної активності при зниженні рН від 7,0 до 2,0. В. Del Re зі співавт. [39] виявили кореляцію між аутоагрегацією клітин *B. suis*, гідрофобністю їх клітинних поверхонь та адгезією до ентероцитів свині. Аналогічні дані з 13-ма штамми *B. longum*, виділеними від людини, підтвердили попередні результати, і було висловлено думку, що процес аутоагрегації є необхідною складовою адгезивного процесу у кишечнику макроорганізму [39].

Ф. Не зі співавт. [40] досліджували здатність біфідобактерій, ізолюваних з різних природних джерел, адгезуватись до іммобілізованих глікопротеїнів слизової оболонки кишечника. Було з'ясовано, що всі досліджувані штами адгезувались до глікопротеїнів обох типів, причому адгезивна активність штамів, ізолюваних від людини, була більш специфічною до глікопротеїнів кишечника людини. У штамів,



ізолюваних з інших природних джерел, такої специфічності не спостерігалось. Цей факт свідчить про те, що слід ретельніше підходити до вибору моделі епітеліоцитів під час добору високоадгезивних штамів для створення пробіотиків для людини.

Таким чином, літературні дані свідчать, що адгезивна активність біфідобактерій залежить як від самого штаму, так і від метаболізму епітеліоцитів макроорганізму. На здатність біфідобактерій прикріплюватися впливають умови середовища, властивості клітинної поверхні та ін.

На увагу заслуговують нові дані G.R. Gibson відносно метаболізму біфідобактерій. Останні розкладають в кишечнику речовини, які не можуть засвоюватись організмом хазяїна, на більш прості, включаючи нерозчинний крохмаль, складні вуглеводи, олігоцукриди, протеїни і муцин [30]. В результаті цього метаболізму як кінцеві продукти утворюються в основному коротколанцюгові жирні кислоти, такі як лактат, ацетат, які необхідні для щоденних енергетичних потреб макроорганізму. В товстій кишці людини біфідобактерії синтезують вітаміни — тіамін, рибофлавін та вітамін К, які потім поглинаються організмом хазяїна [41]. За даними С.А. Шевельової, біфідобактерії синтезують і транспортують між клітинами до 120,3 мг вітамінів групи В [42]. S. Bengmark зі співавт. показали, що біфідобактерії також можуть синтезувати деякі екзогенні амінокислоти: аргінін, глютамін та ін. [43]. Крім того, авторами було доведено, що адаптація травного тракту до біфідних культур покращує вміст азоту при підвищенні вмісту вітаміну В₆.

Пробіотичні продукти. В останні роки, завдяки біологічній активності біфідобактерій, їх роль для здоров'я і життєдіяльності макроорганізму є загально визнаною і постійно привертає увагу дослідників. Особливу роль з наукової точки зору відіграють штами, що мають підвищену фізіологічну активність, антиоксидантні властивості, здатність активно пригнічувати ріст небажаних мікроорганізмів, високу адгезивну активність. Такі штами мікроорганізмів отримали назву пробіотичних. Термін “пробіотик” походить від грецького слова і означає “для життя”. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначає пробіотики як “живі мікроорганізми, які проявляють свої позитивні властивості на макроорганізм” [44].

Пробіотичні мікроорганізми є нормальними мешканцями кишечника здорової людини. Частіше це біфідобактерії, лактобактерії, деякі дріжджі та ін. [45]. В відомих пробіотичних препаратах вони використовуються як складові монокультур, так і як окремі штами біфідобактерій в асоціації з іншими видами мікроорганізмів. До їх складу найчастіше входять *B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. infantis*, *B. breve* [46].

В останні роки в науковій літературі і в офіційних документах, що мають відношення до проблем збереження балансу нормальної мікрофлори, приділяється велика увага пробіотичним мікроорганізмам. Вони широко застосовуються у лікуванні і профілактиці багатьох дисфункцій фізіологічних систем людини.

Перш за все, вони використовуються у лікуванні кишкових інфекцій у немовлят. За даними G. Reid зі співавт. [31], такі збудники інфекцій, як *Clostridium*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Streptococcus* та ін. збільшують ризик некротичного ентероколіту. Одними з перших почали ефективно застосовувати пробіотики, зокрема «Біфідумбактерин», для лікування кишкових захворювань немовлят Г.І. Гончарова зі співавт. [47]. В дослідженнях різних авторів показано, що колонізація кишечника немовлят біфідобактеріями при кишкових інфекціях, знижує ризик виникнення у них некротичного ентероколіту, а біфідобактерії пригнічують ріст патогенних мікроорганізмів не лише шляхом колонізаційної резистентності. Вони також знижують ендотоксемию й індукують запальний каскад [48, 49].



Біфідопрепарати є ефективними при лікуванні і профілактиці гастроентеритів після антибактеріальної терапії. Застосування пробіотиків в комбінації зі звичайною антибіотикотерапією знижує ризик виникнення дисбактеріозів різної етіології. Але в цьому випадку штам-пробіотик має бути нечутливим до використаного антибіотика [31].

Здатність біфідобактерій знижувати рівень α -глюкуронідази і канцерогенних речовин є причиною зменшення ризику виникнення раку при застосуванні цих мікроорганізмів [50]. L. Pei-Rep зі співавт. виявили, що в реакції антимутагенезу у штамів *B. lactis* Bb-12 і *B. longum* CCRC 14634 приймає участь в основному клітинна стінка біфідобактерій, зв'язуючи мутагенний фактор [51]. V.I. Chalova зі співавт. показали, що такий антимутагенний ефект залежить від фази росту цих мікроорганізмів, а також самого мутагену [52].

Біфідобактерії здатні знижувати рівень сироваткового холестерину. D.I.A. Pereira, G.R. Gibson спостерігали *in vitro* зниження вмісту холестерину в культуральній рідині штаму *Bifidobacterium infantis* ATCC 15697 [30, 53]. Механізмом такого зниження холестерину автори вважають зв'язування останнього клітинною стінкою бактерій.

Останнім часом біфідобактерії почали ефективно застосовувати у профілактиці і лікуванні урогенітальних інфекцій. Так, В.Ф. Долгушина [54] показала ефективність прийому біфідумбактерину у лікуванні вагінозів бактеріальної етіології у вагітних жінок.

Згідно вимогам ВОЗ, пробіотиками називаються лише ті препарати, що відповідають критеріям відбору штамів: вони повинні бути чітко ідентифікованими, не патогенними, не токсичними, міститися в достатній кількості (не менше 10^6 КУО/мл), зберігати життєздатність при проходженні через весь ШКТ та при зберіганні [45], повинні проявляти високу антагоністичну активність проти патогенних мікроорганізмів та мати здатність адгезуватись на клітинах епітелію макроорганізму.

На теперішній час все більше привертає увагу розробка синбіотичних препаратів, які являють собою суміш пробіотиків та пребіотиків [46]. Останні являють собою біологічно активні добавки. Пребіотики активізують метаболічні процеси у макроорганізмі, і завдяки вибірковій стимуляції росту пробіотичних культур сприяють прояву антагонізму по відношенню до патогенної і умовно патогенної мікрофлори, і таким чином захищають організм від проникнення збудників інфекції. Численні дослідження свідчать про те, що синбіотики чинять корисний вплив на здоров'я людини і вибірково стимулюють ріст і функціональну активність пробіотиків, як тих, що надходять з продуктами, так і власних, що населяють організм хазяїна. Синбіотичні препарати сприяють проявленню імуногенних властивостей корисних мікроорганізмів за рахунок збільшення продукування ними бактеріальних метаболітів з імуномодельючими властивостями (пептидоглікани, ліпополісахариди, тейхоеві кислоти), а також, стимулювання нормальної мікрофлори, яка посилює клітинний імунітет [55].

Таким чином, аналіз літературних даних показує, що біфідобактерії представляють самостійну групу мікроорганізмів, об'єднану в рід *Bifidobacterium*. Таксономічне положення представників цього роду визначається на основі морфолого-культуральних та фізіолого-біохімічних властивостей, а також з використанням молекулярно-генетичних методів. Біфідобактерії відіграють важливу роль в організмі людини і тварин завдяки широкому спектру біологічної активності. Оздоровчий вплив їх на макроорганізм переконливо встановлений.



ЛІТЕРАТУРА

1. Tissier H. Recherches sur la flore intestinale des nourrissons (etat normal et pathologique) // Paris Theses. — 1900. — #1. — P. 1-253.
2. Guarner F., Malagelada J.-R. Gut flora in health and disease // Lancet. — 2003. — Vol.361, #9356. — P. 512-519.
3. Cummings J.H., Mac Farlane G.T. Role of intestinal bacteria in nutrient metabolism // Clinical nutrition. — 1997. — Vol.16, #1. — P. 3-11.
4. Reuter G. Designation of type strains for *Bifidobacterium* species // Int. Journ. Syst. Bacteriol. — 1971. — Vol.21, #4. — P. 273-275.
5. Scardovi V. Genus *Bifidobacterium*. Orla-Jensen // Bergey's Manual of Systematic Bacteriology / Edited by P.H.A. Sneath, N.S. Mair, M.E. Sharpe, J.G. Holt. — Baltimore: Williams & Wilkins, 1986. — P. 1418-1434.
6. Блохина И.Н., Леванова Г.Ф. Геносистематика бактерий. — М.: Наука, 1976. — 151 с.
7. Crociani F., Biavati B., Alessandrini A. et al. *Bifidobacterium inopinatum* sp. nov. and *Bifidobacterium denticolens* sp. nov., two new species isolated from human dental caries // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. — 1996. — Vol.46, #2. — P. 564-571.
8. Hoyles L., Inganas E., Falsen E. et al. *Bifidobacterium scardovii* sp. nov., from human sources // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. — 2002. — Vol.52, #1. — P. 995-999.
9. Dong X., Xin Y., Jian W. et al. *Bifidobacterium thermacidophilum* sp. nov., isolated from anaerobic digester // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. — 2000. — Vol.50, #1. — P. 119-125.
10. Zhu L., Li W., Dong X. Species identification of genus *Bifidobacterium* based on partial HS60 gene sequences and proposal of *Bifidobacterium thermacidophilum* sbsp. *porcinum* sbsp. nov. // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. — 2003. — Vol.53, #6. — P. 1619-1623.
11. Simpson P.J., Ross R.P., Fitzgerald G.F., Stanton C. *Bifidobacterium psychrophilum* sp. nov. and *Aeriscardovia aeriphila* gen. nov., sp. nov., isolated from a porcine caecum // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. — 2004. — Vol.54, #2. — P. 401-406.
12. Jian W., Dong X. Transfer of *Bifidobacterium inopinatum* and *Bifidobacterium denticolens* to *Scardovia inopinata* gen. nov., comb. nov. and *Parascardovia denticolens* gen. nov., comb. nov., respectively // Int. J. Syst. Evol. Microbiol. — 2002. — Vol.56, #4. — P. 809-812.
13. Stackebrandt E., Rainey F.A., Ward-Rainey N.L. Proposal for a new hierarchic classification system, Actinobacteria classis nov. // Int. J. Syst. Bacteriol. — 1997. — Vol.47, #10. — P. 4479-4491.
14. Hayward A.C., Hale C.M.F., Bisset K.A. The morphology and relationships of *Lactobacillus bifidus* // J. Gen. Microbiol. — 1955. — Vol.13, #2. — P. 292-294.
15. Sundman V., Bjorksten K. The globular involution forms of the bifid bacteria // J. Gen. Microbiol. — 1958. — Vol.19, #1. — P. 491-496.
16. Vries W., Stouthamer A.H. Pathway of glucose fermentation in relation to the taxonomy of bifidobacteria // J. Bacteriol. — 1967. — Vol.93, #5. — P. 574-576.
17. Hassinen J.B., Durbin G.T., Tomarelli R.M., Bernhart F.W. The minimal nutrition requirements of *Lactobacillus bifidus* // J. Bacteriol. — 1951. — Vol.13, #2. — P. 292-294.
18. Biavatti B., Vescovo M., Torriani S., Botazzi V. Bifidobacteria: ecology, physiology and applications // Ann. Microb. — 2000. — Vol.50, #1. — P. 117-131.
19. Norris R.F., Flanders T., Tomarelli R.M., Gyorgy P. Occurrence of mucoid variant of *Lactobacillus bifidus* (Tissier). A comparison of branched and unbranched strains // J. Bacteriol. — 1950. — Vol.60, #9. — P. 681-696.
20. Poupard J.A., Husain I., Norris R.F. Biology of the Bifidobacteria // Bacteriol. Rew. — 1973. — #6. — P. 136-165.
21. Полтавська О.А. Біологічні властивості біфідобактерій, ізольованих з різних природних джерел: Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.07 / Ін-т мікробіол. вірусол. — Київ, 2006. — 21 с.
22. Коваленко Н.К., Полтавська О.А. Адгезивні властивості біфідобактерій // Вісник Одеського націонал. університету. — 2005. — Т.10, №7. — С. 117-124.
23. Ганина В.И., Лысенко А.М., Гуреева Ю.В. и др. Изучение антагонистической активности и идентификация бифидобактерий и молочнокислых палочек, рекомендуемых для получения продуктов лечебно-профилактического назначения и пробиотиков // Биотехнология. — 1999. — №2. — С. 15-21.



24. Коршунов В.М., Уртаева З.А., Смянов В.В. и др. Изучение антагонистической активности бифидобактерий *in vitro* и *in vivo* с использованием гнотобиологической технологии // Журн. микробиол. эпидемиол. иммунол. — 1999. — №5. — С. 72-77.
25. Мурашева А.О., Новокшенов А.А., Учайкин В.Ф. Эффективность применения бифидокефира для лечения острых кишечных инфекций и коррекции дисбиоза у детей // Журн. микробиол. эпидемиол. иммунол. — 1994. — №6. — С. 53-56.
26. Ibrahim S.A., Bezkorovainy A. Inhibition of *Escherichia coli* by bifidobacteria // J. Food Protection. — 1993. — Vol.56, #1. — P. 713-715.
27. Abe F., Mamose H., Igarashi M., et al. The effect of administration of Bifidobacteria on the intestinal flora and growth of newborn piglets // J. Gen. Appl. Microbiol. — 1996. — Vol.42, #1. — P. 257-262.
28. Bernet M.-F., Brassart D., Neeser J.-R., Servin A.L. Adhesion of human bifidobacterial strains to cultured human intestinal epithelial cells and inhibition of enteropathogen-cell interaction // Appl. Environ. Microbiol. — 1993. — Vol.59, #6. — P. 4121-4128.
29. Fuller R. Probiotics in man and animals // J. Appl. Bacteriol. — 1989. — Vol.66, #1. — P. 365-378.
30. Gibson G.R., Rastall R.A. Gastrointestinal infection and the protective role of probiotics and prebiotics // Food Science and Technology Bulletin. — 2003. — #1. — P. 35-52.
31. Reid G., Jass J., Sebulsy M.T., McCormic J.K. Potential uses probiotics in clinical practice // Cur. Microbiol. Rew. — 2003. — Vol.16, #4. — P. 658-672.
32. Bernet-Camard M.-F., Lievin V., Hemery E., Brassart D. et al. The probiotic human *Lactobacillus acidophilus* strain La1 secretes antibacterial substances active *in vitro* and *in vivo* // Appl. Environ. Microbiol. — 1997. — Vol.63, #5. — P. 2747-2753.
33. Полтавська О.А., Коваленко Н.К. Антагоністичні властивості біфідобактерій, ізольованих з різних природних джерел // Мікроб. журнал.-2004. — №6. — С. 70-79.
34. Yildirim Z., Jonson M.G. Characterization and antimicrobial spectrum of bifidocin B, a bacteriocin produced by *Bifidobacterium bifidum* NCFB 1454 // J. Food Protection. — 1998. — Vol.61, #1. — P. 47-51.
35. Toure R., Kheadr E., Lacroix C. et al. Producton of antibacterial substances by bifidobacterial isolates from infant stool active against *Listeria monocytogenes* // J. Appl. Microbiol. — 2003. — Vol.95, #2. — P. 1058-1069.
36. Crittenden R., Laitila A., Forsell P. et al. Adhesion of Bifidobacteria to granular starch and its implication in probiotics technology // Appl. Environ. Microbiol. — 2001. — Vol.67, #8. — P. 3469-3475.
37. Op de Camp H.J.M., Oosterhof A., Veerkamp J.H. Interaction of bifidobacterial lipoteichoic acid with human intestinal epithelial cells // Infect. Immun. — 1984. — Vol.47, #3. — P. 332-334.
38. Peretz P.F., Minnaard J., Disalvo E.A., Antoni G.L. Surface properties of bifidobacterial strains of human origin // Appl. Environ. Microbiol. — 1998. — Vol.64, #1. — P. 21-26.
39. Re del B., Busetto A., Vignola G. et al. Autoaggregation and adhesion abilities in a *Bifidobacterium suis* strain // Letters in Applied Microbiology. — 1998. — Vol.27, #1. — P. 307-310.
40. He F., Ouwehand A.C., Hashimoto H. et al. Adhesion of *Bifidobacterium* spp. to human intestinal mucus // Microb. Immunol. — 2001. — Vol.45, #3. — P. 259-262.
41. Квасников Е.И., Нестеренко О.А. Молочнокислые бактерии и пути их использования. — М.: Наука, 1975. — 384 с.
42. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопр. питания. — 1999. — №2. — С. 32-40.
43. Bengmark S. Colonic food: pre- and probiotics // Am. J. of Gastroenterol. — 2000. — Vol.95, #1(suppl). — P. S5-S7.
44. Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria / Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria. — Amerian Cyrdoba Park Hotel, 2001. — P. 1-34.
45. Guidelines for the evaluation of probiotics in food // Report of Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the evaluation of probiotics in food. — London, 2002. — P. 3-56.
46. Коваленко Н.К., Полтавська О.А. Вплив пребіотиків на ріст біфідобактерій і лактобактерій // Науковий вісник Чернівецького університету. — 2004. — №194. — С. 37-41.
47. Гончарова Г.И., Козлова Е.П., Лянная А.М., Зацепин Ю.К. Новый советский препарат, сухой бифидобактерин и его эффективность при кишечных заболеваниях у детей // Педиатр. акуш. гинек. — 1974. — №4. — С. 22-23.

48. Caplan M.S., Jilling T. Neonatal necrotizing enterocolitis: possible role of probiotic supplementation // *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* — 2000. — Vol.30, #2(Supl.). — P. S18-S22.
49. Martino D.J., Currie H., Taylor A., Conway P., Prescott S.L. Relationship between early intestinal colonization, mucosal immunoglobulin A production and systemic immune development. // *Clin Exp Allergy* — 2008. — Vol. 38, #1. P.69-78.
50. Arimochi H., Kinouchi T., Kataoka K. et al. Effect of intestinal microflora on formation of azoximethane-induced aberrant crypt foci in the rat colon // *Biochem Biophys. Res. Commun.* — 1997. — Vol. 238, #2. — P. 753-757.
51. Pei-Ren L., Roch-Chui Y., Cheng-Chung C., Ya-Hui T. Antimutagenic activity of several probiotic bifidobacteria against benzo[a]pyrene // *J. Biosc. Bioeng.* — 2002. — Vol.94, #2. — P. 148-153.
52. Chalova V.I., Lingbeck J.M., Kwon Y.M., Ricke S.C. Extracellular antimutagenic activities of selected probiotic Bifidobacterium and Lactobacillus spp. as a function of growth phase. // *J. Environ. Sci. Health B.* — 2008. — Vol. 43, #2. P.193-198.
53. Pereira D.I.A., Gibson G.R. Cholesterol assimilation by lactic acid bacteria and bifidobacteria isolated from human gut // *Appl. Envir. Microbiol.* — 2002. — Vol.68, #9. — P.4689-4693.
54. Долгушина В.Ф. Изучение иммунокорректирующих свойств бактериальных препаратов (лактобактерина, бифидумбактерина) и бемитила у беременных с урогенитальной инфекцией // *Журн. микробиол. эпидемиол. иммунол.* — 1991. — №4. — С. 56-58.
55. Casiraghi M.C., Canzi E., Zanchi R., Donati E., Villa L. Effects of a synbiotic milk product on human intestinal ecosystem. // *J. Appl. Microbiol.* — 2007.- Vol.103, #2. — P.499-506.

О.А. Полтавская, Н.К. Коваленко

Институт микробиологии и вирусологии имени Д.К. Заболотного НАН Украины, ул. Заболотного, 154, Киев, Д 03680, Украина, тел.: 8 (044) 526 23 29, e-mail: poltavska@ukr.net

БИФИДОБАКТЕРИИ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Реферат

В обзоре представлены данные литературы и собственных исследований, касающиеся изучения биологии бифидобактерий. Изложены сведения о развитии и современном состоянии таксономии бифидобактерий и о фенотипических признаках этой группы микроорганизмов. Проведен анализ работ, посвященных изучению антагонистических, адгезивных свойств бифидобактерий. Освещен вопрос использования бифидобактерий в составе пробиотических препаратов.

К л ю ч е в ы е с л о в а: бифидобактерии, биологические свойства, пробиотики, синбиотики.



O.A. Poltavska, N.K. Kovalenko

Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, UNAS, 154 Zabolotnogo Str., Kyiv, D 03680, Ukraine, тел.: 8 (044) 526 23 29, e-mail: poltavska@ukr.net

BIFIDOBACTERIA AND THEIR BIOLOGICAL PROPERTIES

Summary

Literature data, concerning the study of bifidobacterial biology are represented in the review. The information about development and modern condition of bifidobacterial taxonomy and about phenotypic characters of this group of microorganisms is expounded. The analysis of the studies described the investigation of antagonistic, adhesive properties of bifidobacteria is conducted. The question of the use of bifidobacteria in composition of probiotic preparations is taken up.

Key words: bifidobacteria, biological properties, probiotics, synbiotics.

