

І. В. Страшнова, Г. В. Ямборко, Н. Ю. Васильєва

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65082, Україна,
e-mail: jamborkoann@ukr.net

СТІЙКІСТЬ ШТАМІВ ЛАКТОБАЦИЛ, ВИДІЛЕНИХ З РІЗНИХ ДЖЕРЕЛ, ДО ДЕЯКИХ АГРЕСИВНИХ ЧИННИКІВ ТРАВНОГО ТРАКТУ

Мета. Дослідити стійкість бактерій роду *Lactobacillus* до деяких агресивних чинників шлунково-кишкового тракту *in vitro* в залежності від первинного джерела виділення. **Методи.** У роботі використано 13 штамів лактобацил, виділених з самоквасних овочів, м'ясної сировини, екскрементів дітей. Резистентність бактерій до метаболітів травної системи визначали шляхом їх культивування у середовищі MRS з жовчю, хлоридом натрію і фенолом. **Результати.** Переважна більшість лактобацил була толерантною до 2,5–5,0% NaCl. Збільшення концентрації NaCl до 7,5% призвело до зменшення кількості життєздатних клітин та інтенсивності їх росту. Показано, що найбільш стійкими до NaCl виявилися штами, ізольовані з самоквасних овочів. Присутність 20 і 40% жовчі у культуральному середовищі сповільнювало, але не гальмувало ріст лактобацил. Найбільш стійкими до дії жовчі виявилися штами, ізольовані з м'ясної сировини. Усі штами лактобацил росли у присутності фенолу в середовищі культивування в концентраціях 0,2–0,6%. **Висновки.** Досліджувані штами лактобацил показали варіабельну реакцію на дію хлориду натрію, солей жовчі і фенолу, яка залежала від специфічності штаму та концентрації активної речовини. Показано, що існує часткова залежність між стійкістю до досліджених чинників і джерелом виділення лактобацил.

Ключові слова: лактобацили, хлорид натрію, жовч, фенол.

Представники молочнокислих бактерій серед усіх пробіотичних мікроорганізмів користуються найбільшим попитом. Це зумовлено притаманними їм корисними властивостями, таким як стійкість до природних інгібіторів травного тракту, адгезивна й антагоністична активності, природна резистентність до сучасних антибактеріальних препаратів, здатність синтезувати корисні для людини біологічно активні речовини (ферменти, вітаміни, органічні кислоти тощо), стимулювати імунну відповідь [2, 3, 15, 16]. Пробіотичні штами мікроорганізмів використовуються у складі препаратів та продуктів функціонального харчування. Незважаючи на досить тривале їх застосування, проводяться дослідження щодо пошуку, виділення і вдосконалення пробіотичних бактерій [8, 12, 15].

Це, з одного боку, зумовлено зростанням популярності пробіотиків на тлі проблем, викликаних широкомасштабним використанням антибіотиків і



стрімким накопиченням полірезистентних до антибіотиків форм бактерій: на відміну від антибіотиків, пробіотики забезпечують замісну терапію і профілактику захворювань, конкуруючи в шлунково-кишковому тракті з патогенною мікробіотою. З іншого боку, стало відомо, що має місце специфічність в адгезії певних бактерій до поверхні клітин ворсинок кишечника певного господаря, що зумовлює необхідність пошуку бактерій, які найбільш ефективно колонізують слизову шлунково-кишкового тракту того чи іншого господаря [3, 6, 8]. Але значна частина клітин пробіотичних штамів мікроорганізмів втрачає свою активність та/або гине, проходячи по травному тракту і зазнаючи впливу рН, соляної кислоти, жовчі, фенолу, пепсину тощо [1, 15].

Використання лактобацил як пробіотичних штамів висуває ряд вимог до цієї групи мікроорганізмів, пов'язаних з їх здатністю виживати в умовах підвищеної кислотності, солоності, присутності ферментів шлунково-кишкового тракту.

Крім того, вони відіграють роль в боротьбі з інтоксикацією та інфекцією, виступаючи в ролі антагоністів проти інших патогенів за допомогою виробництва антибіотиків і бактеріоцинів [4, 7].

Метою роботи було дослідити стійкість бактерій роду *Lactobacillus* до деяких агресивних чинників шлунково-кишкового тракту *in vitro* в залежності від первинного джерела виділення.

Матеріали та методи

Об'єктами дослідження були 13 штамів бактерій роду *Lactobacillus*. Шість штамів (*Lactobacillus sp.* B1, B3, B4, B5, B6, O1) ізольовані із самоквасних овочів; чотири (*Lactobacillus sp.* M1, M2, M3, M6) з м'ясної сировини; три (*Lactobacillus sp.* 146, 275, 175) із екскрементів дітей.

Стійкість до секретів макроорганізму, що впливають на лактобацили при їх транзиті через шлунково-кишковий тракт, досліджували *in vitro*, використовуючи різні концентрації NaCl (2,5%–7,5%), жовчі (20%–40%) та фенолу (0,2%–0,6%) [11].

Нічну культуру штамів *Lactobacillus* вирощували аеробно в термостаті протягом 24 годин при 37 °C в рідкому середовищі MRS.

Хлорид натрію, жовч і фенол у відповідних концентраціях додавали до рідкого живильного середовища MRS. Попередньо готували добові культури лактобацил у рідкому живильному середовищі MRS. Після чого по 0,2 см³ вносили у кожну пробірку з варіантом експериментального середовища. Контролем були добові культури лактобацил у рідкому середовищі MRS. Бактерії вирощували при температурі 37 °C впродовж 24 годин [5].

Статистичне опрацювання результатів здійснювали за допомогою програми Calck (розрахунок середнього значення, похибки і дисперсії) та програми R 3.6.0 (дисперсійний і кластерний аналіз, оцінювання непараметричних критеріїв) з використанням методів дисперсійного та кластерного аналізів [9].

Результати досліджень та їх обговорення

Пробіотичні бактерії повинні виживати в умовах шлунково-кишкового тракту. Тому *in vitro* досліджено здатність штамів лактобацил виживати при



різних значеннях NaCl, жовчі, фенолу. Отримані в цьому дослідженні результати підтвердили наше припущення про те, що в агресивному середовищі, молочнокислі бактерії зазнають стресу, що позначається на їх життєздатності та виживанні.

Для того, щоб простежити вплив джерела виділення на формування пробіотичних властивостей молочнокислих бактерій, усі досліджені штами лактобацил розглядали як сукупність з трьох незалежних вибірок. До першої вибірки були віднесені штами, ізольовані з овочів, до другої – штами з м'ясної сировини, до третьої – штами, ізольовані з екскрементів дітей.

Перевірка селективної ознаки – стійкості до підвищеної концентрації NaCl – зумовлена тим, що хлорид натрію необхідний для утворення соляної кислоти, яка є складовою частиною шлункового соку.

Крім того, використання лактобацил в технології приготування продуктів харчування також передбачає використання як першооснови штамів, які стійкі до дії цієї солі. Як показано багатьма дослідниками вплив високих концентрацій має не просто пригнічувальну дію на ріст і питому швидкість представників роду *Lactobacillus*, а й пригнічує продукування бактеріоцинів [1, 14, 16].

Незалежно від первинного джерела виділення в присутності 2,5 % NaCl усі досліджені штами лактобацил продемонстрували ріст на рівні з контролем, а достовірного розходження у показниках стійкості між штамми в досліді та контролі не визначено (рис. 1).

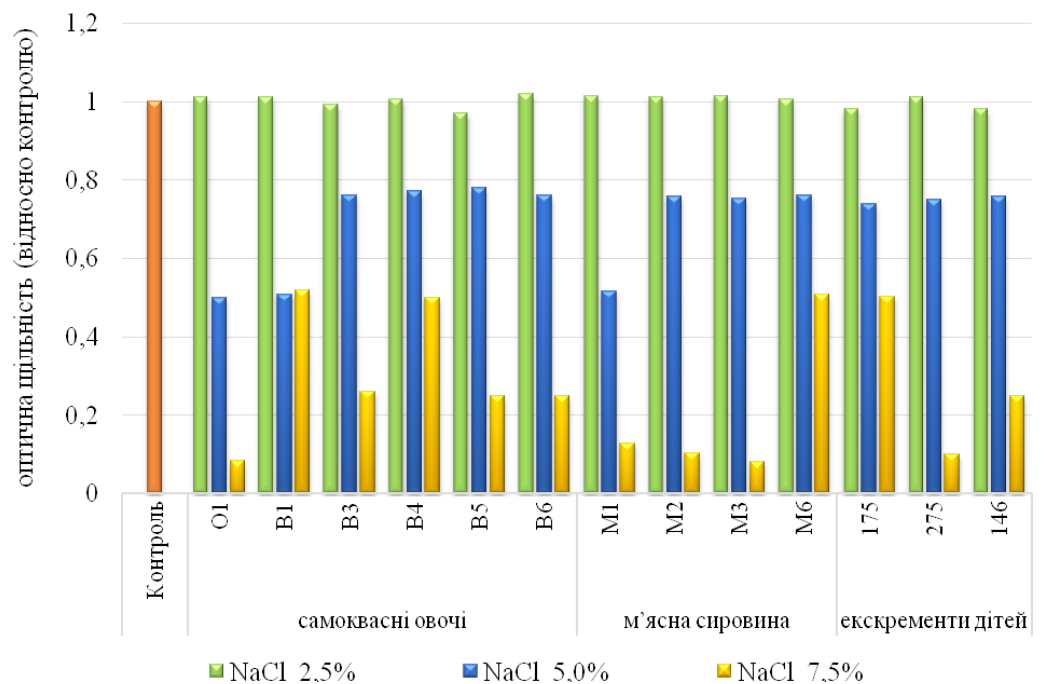


Рис. 1. Стійкість досліджених штамів *Lactobacillus sp.* до хлориду натрію (показники відносно контролю)

Fig. 1. Stability of the studied *Lactobacillus sp.* strains to sodium chloride (indicators relative to control)



Слід відмітити, що у даному випадку відгук штамів на вплив хлориду натрію був однотипним, незалежно від вибірки, що підтверджується критерієм Краскела-Уолліса (KW), який є непараметричним аналогом однофакторного дисперсійного аналізу для порівняння незалежних груп [4, 13] (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняння показників стійкості досліджених штамів до різних концентрацій NaCl за критеріями Краскела-Уолліса і Уїлкоксона

Table 1

Comparison of the resistance indicators of the studied strains to various NaCl concentrations according to the Kruskal-Wallis and Wilcoxon criteria

Джерело виділення	Показник	Критерій Краскела-Уолліса	Критерій Уїлкоксона		
			NaCl 2,5%	NaCl 5,0%	NaCl 7,5%
Самоквасні овочі	NaCl 2,5%	KW =1,70, p=0,8887	W = 18,0, p = 1,0	W = 36,0, p = 0,002	W = 36,0, p = 0,002
	NaCl 5,0%	KW =19,71, p=0,0014		W = 18,0, p = 1,000	W = 33,5, p = 0,002
	NaCl 7,5%	KW =24,59, p=0,0003			W = 18,0, p = 1,000
М'ясна сировина	NaCl 2,5%	KW =0,60, p=0,8964	W = 8,0, p = 1,0	W = 16,0, p = 0,028	W = 16,0, p = 0,028
	NaCl 5,0%	KW =13,20, p=0,0042		W = 8,0, p = 1,000	W = 16,0, p = 0,025
	NaCl 7,5%	KW =20,68, p=0,0001			W = 8,0, p = 1,000
Екскременти дітей	NaCl 2,5%	KW =0,95, p=0,6215	W = 4,5, p = 1,0	W = 9,0, p = 0,028	W = 9,0, p = 0,028
	NaCl 5,0%	KW =0,74, p=0,6878		W = 4,5, p = 1,000	W = 9,0, p = 0,025
	NaCl 7,5%	KW =15,15, p=0,0005			W = 4,5, p = 1,000

З підвищенням концентрації NaCl до 5,0% було відзначено, що відгук штамів стає неоднорідним для вибірок «самоквасні овочі» та «м'ясна сировина». Отримані розрахункові значення критеріїв Краскела-Уолліса дорівнюють 19,71 і 13,20 при рівні значущості $p=0,0014$ і $p=0,0042$, що свідчить про прийняття нульової гіпотези.

Для штамів, ізольованих з екскрементів дітей, за впливу NaCl у концентрації 5,0% показники критерію Краскела-Уолліса свідчать про однорідність відгуку. Ще більш яскраво виражена неоднорідність реакції досліджених штамів на 7,5% NaCl у середовищі культивування. В даному випадку в кожній дослідженій вибірці реєстрували значне розходження у показниках оптичної щільності культуральної рідини. Достовірність відмінності між показниками оптичної щільності в залежності від концентрації NaCl підтверджена критерієм Уїлксона (табл. 1).



Серед максимально стійких штамів присутні як ізольовані з самоквасних овочів (*Lactobacillus sp.* B4 і B1), м'ясної сировини (*Lactobacillus sp.* M6, так і з екскрементів дітей (*Lactobacillus sp.* 175). Найменш стійкими по відношенню до всіх досліджуваних концентрацій натрію хлориду були штами *Lactobacillus sp.* 275 (екскременти дітей), *Lactobacillus sp.* M1, M2, M3 (м'ясна сировина) і *Lactobacillus sp.* O1 (самоквасні овочі).

Проведений кластерний аналіз графічно підтвердив попереднє угруповання штамів (рис. 2).

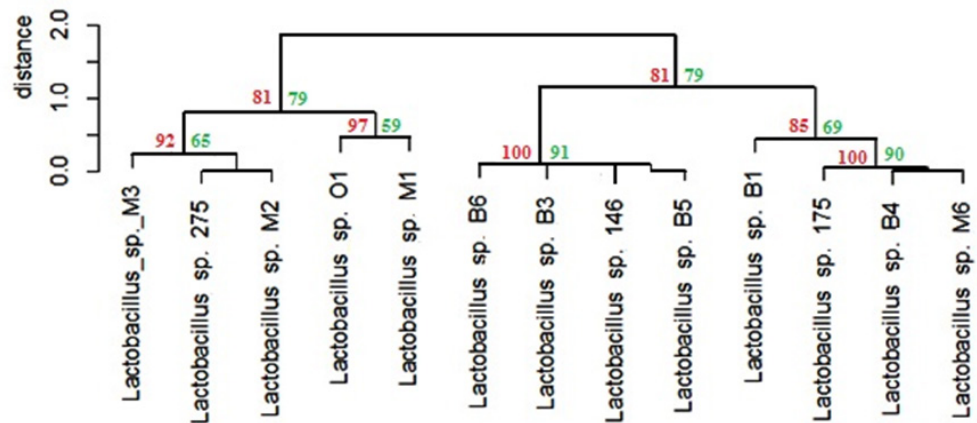


Рис. 2. Дендрограма результатів кластеризації показників стійкості досліджених штамів до NaCl (кластеризація даних з використанням функції pvclust при nboot = 1000 (матриця відстаней - method "canberra", спосіб агрегування - method "complete")

Fig. 2. Dendrogram of clustering results of the resistance indicators of the studied strains to NaCl (clustering was carried out with the pvclust function at nboot = 1000 (distance matrix - method "canberra", aggregation method - method "complete")

Усі штами, що були відзначені як стійкі до дії NaCl (*Lactobacillus sp.* B4, M6, 175 та B1), віднесені до одного кластеру. Аналогічно, штами з мінімальною стійкістю до NaCl (*Lactobacillus spp.* M3, 275, M2, O1, M1) були згруповані в інший кластер.

Незважаючи на те, що найстійкіші штами були ізольовані з різних джерел, усереднені для усіх штамів за вибірками показники оптичної щільності свідчать про те, що найбільш стійкими виявилися штами лактобацил, ізольовані з самоквасних овочів. Однак, в середньому відсоток стійких штамів у кожній вибірці по відношенню до максимальної концентрації хлориду натрію був однаковим – 33,3%. Таким чином, не можна стверджувати, що первинне джерело виділення штамів впливає на остаточну стійкість до NaCl.

Стійкість до жовчі є однією із важливих ознак мікроорганізмів, що входять до складу пробіотиків, оскільки солі жовчі руйнують ліпіди і жирні кислоти клітинних мембран бактерій. Більшість штамів проявили високу життєздатність за наявності у середовищі жовчі у всіх досліджуваних концентраціях. Наявність даного агресивного агента сповільнювала, але не пригні-



чувала ріст лактобактерій.

Досить цікавим виявилось, що майже усі досліджені штами були стійкими до жовчі у концентрації 30 % (рис. 3).

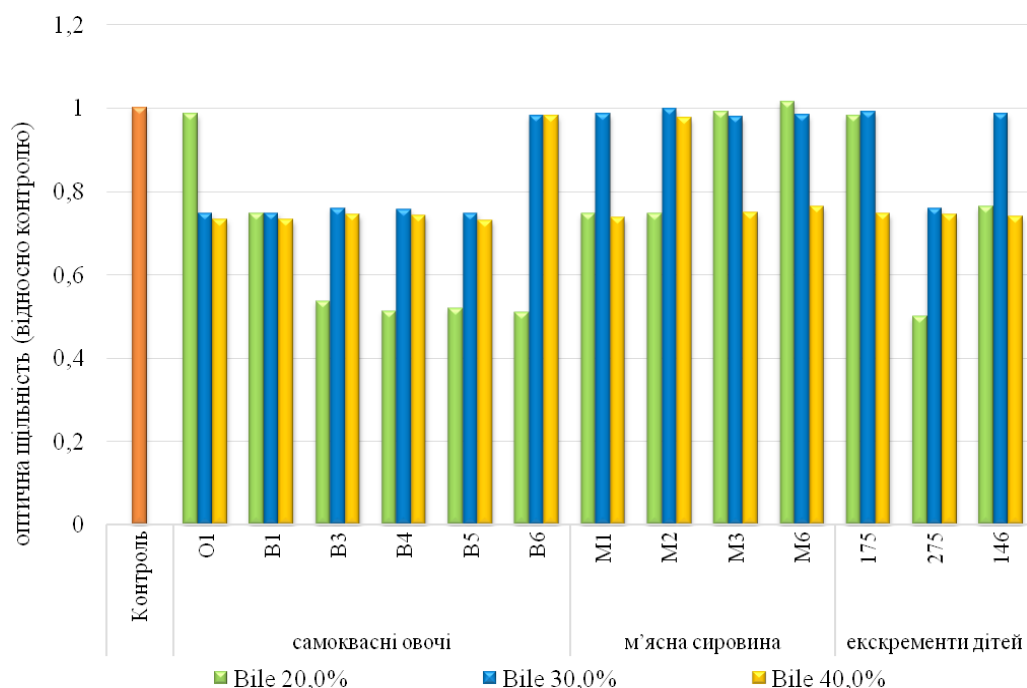


Рис. 3. Стійкість досліджених штамів *Lactobacillus sp.* до різних концентрацій жовчі (показники відносно контролю)

Fig. 3. Resistance of the studied strains *Lactobacillus sp.* to various concentrations of bile (indicators relative to control)

Найстійкішими до усіх концентрацій жовчі виявилися штами *Lactobacillus sp.* 175 (екскременти дітей), *Lactobacillus sp.* M2, M3 і M6 (м'ясна сировина).

Згідно визначеним критеріям Уїлкоксона, немає достовірної різниці між показниками росту досліджених штамів лактобацил, ізольованих з самоквасних овочів, у живильному середовищі з 30% і 40% жовчі. Так само не спостерігали різниці у ростових показниках досліджених штамів, ізольованих з м'ясної сировини, за усіх дослідних концентрацій жовчі (табл. 2).

Проведений однофакторний дисперсійний аналіз із застосуванням критерію Краскела-Уолліса показав неоднорідність відгуку досліджених штамів лактобацил до дії 20% жовчі незалежно від первинного джерела виділення (табл. 2).

Однак, для концентрацій жовчі 30% і 40% було показано, що штами ізольовані з м'ясної сировини та екскрементів дітей реагують більш ідентично. Достовірність прийняття нульової гіпотези підтверджено показниками критерію Уїлкоксона ($KW=1,125$, при $p=0,770$ і $KW=0,322$, при $p=0,8512$).

Взагалі саме штами, ізольовані з м'ясної сировини, демонстрували мак-

симальні показники оптичної щільності, тобто росту, при концентрації жовчі 30% (рис. 3).

Таблиця 2

Порівняння показників стійкості досліджених штамів до різних концентрацій жовчі за критеріями Краскела-Уолліса і Уїлкоксона

Table 2

Comparison of the resistance indicators of the studied strains to various concentrations of bile according to the Kruskal-Wallis and Wilcoxon criteria

Джерело виділення	Показник	Критерій Краскела-Уолліса	Критерій Уїлкоксона		
			жовч 20,0%	жовч 30,0%	жовч 40,0%
Самоквасні овочі	жовч 20%	KW =21,07, p=0,0007	W = 18,0, p = 1,0	W = 7,0, p = 0,087	W = 10,0, p = 0,224
	жовч 30%	KW =12,88, p=0,01244		W = 18,0, p = 1,000	W = 9,0, p = 0,884
	жовч 40%	KW =12,89, p=0,0244			W = 18,0, p = 1,000
М'ясна сировина	жовч 20%	KW =14,48, p=0,0023	W = 8,0, p = 1,0	W = 6,5, p = 0,768	W = 9,0, p = 0,882
	жовч 30%	KW =1,13, p=0,7700		W = 8,0, p = 1,000	W = 11,0, p = 0,541
	жовч 40%	KW =11,44, p=0,0095			W = 8,0, p = 1,000
Екскременти дітей	жовч 20%	KW =12,50, p=0,0019	W = 4,5, p = 1,0	W =2,5, p = 0,306	W = 6,0, p = 0,760
	жовч 30%	KW =9,47, p=0,0087		W = 4,5, p = 1,000	W = 9,0, p = 0,100
	жовч 40%	KW =0,32, p=0,8512			W = 4,5, p = 1,000

На відміну від дослідження стійкості лактобацил до хлориду натрію, коли джерело виділення майже не впливало на рівень стійкості бактерій, при дослідженні стійкості цих штамів до жовчі була виявлена певна залежність. Найбільш стійкими до дії жовчі були штами, ізольовані з м'ясної сировини (*Lactobacillus sp.* M2, M2, M6), а найменш стійкими – з самоквасних овочів (*Lactobacillus sp.* B3, B4, B5).

У процесі бродіння у кишківнику утворюються індол, скатол, фенол, які пригнічують ріст і розвиток корисної мікробіоти. Встановлено, що лише стійкі до фенолу (0,4–0,5%) штами лактобактерій здатні приживатися в шлунково-кишковому тракті [9, 17].

Як і в попередніх дослідженнях щодо визначення стійкості лактобацил до хлориду натрію і жовчі, спостерігали тенденцію зменшення показника життєздатних клітин бактерій з підвищенням концентрації дослідженого агресивного чинника. За наявності у середовищі культивування фенолу у концентраціях 0,2–0,6% усі штами росли, але інтенсивність росту, яка зале-



жить від кількості життєздатних клітин, зменшувалася із збільшенням концентрації цього агенту (рис. 4).

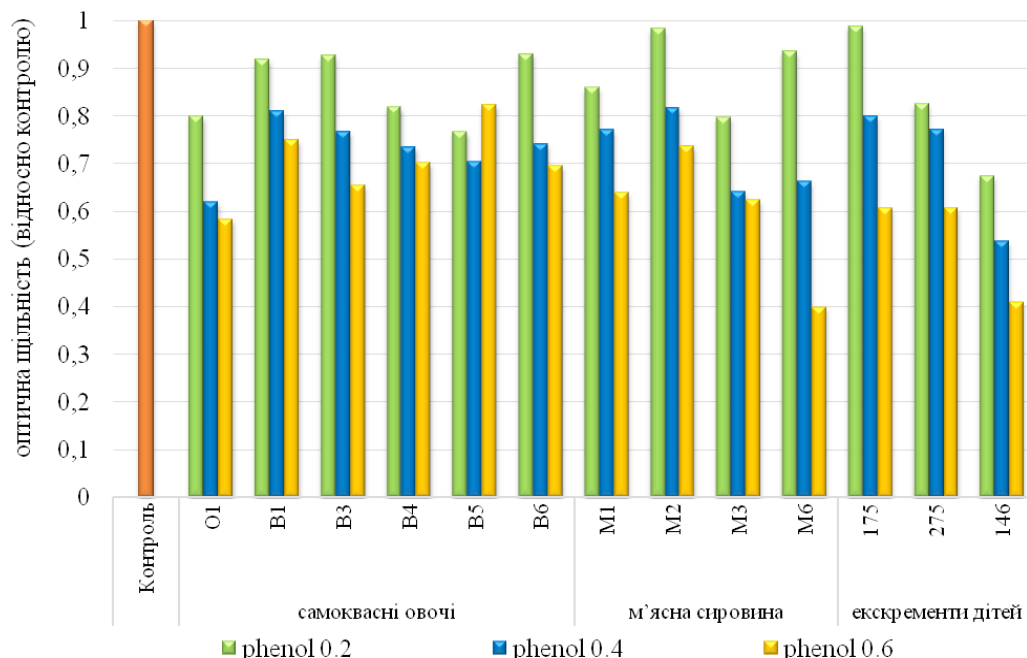


Рис. 4. Стійкість досліджених штамів *Lactobacillus sp.* до фенолу (показники відносно контролю)

Fig. 4. Resistance of the studied strains *Lactobacillus sp.* to various concentrations of phenol (indicators relative to control)

Винятком був штам *Lactobacillus sp.* M5 (з м'ясної сировини), для якого реєстрували збільшення показника оптичної щільності зі збільшенням концентрації фенолу.

Найчутливішими до дії фенолу у концентрації 0,4 % виявилися штами *Lactobacillus sp.* 146, O1 та M3, найстійкішими – штами *Lactobacillus sp.* 175, B1 і M2. Найчутливішими до дії фенолу у концентрації 0,6% виявилися штами *Lactobacillus sp.* 146, M6 і O1, найстійкішими – штами *Lactobacillus sp.* B1 і B5.

При дослідженні стійкості штамів лактобацил до фенолу не було зареєстровано однорідності відгуку, що підтверджується критеріями Краске-ла-Уолліса і Уїлкоксона (табл. 3).

При аналізі залежності стійкості до фенолу показано, що штами лактобацил ізольованих з самоквасних овочів були найбільш стійкими за усередненими показниками оптичної щільності, однак доказів впливу первинного джерела виділення на формування стійкості до фенолів не виявлено.

Експериментально встановлено і статистично підтверджено, що досліджені штами лактобацил проявили варіабельну реакцію на дію хлориду натрію, солей жовчі і фенолу, яка визначалася конкретним штамом і концентрацією діючої речовини. Було показано, що джерело виділення частково впливає на

Таблиця 3

Порівняння показників стійкості досліджених штамів до різних концентрацій фенолу за критеріями Краскела-Уолліса і Уїлкоксона

Table 3

Comparison of the resistance indicators of the studied strains to various concentrations of phenol according to the Kruskal-Wallis and Wilcoxon criteria

Джерело виділення	Показник	Критерій Краскела-Уолліса	Критерій Уїлкоксона		
			фенол 0,2%	фенол 0,4%	фенол 0,6%
Самоквасні овочі	фенол 0,2%	KW =16,06, p=0,0134	W = 18,0, p = 1,0	W = 33,5, p = 0,015	W = 33,5, p = 0,015
	фенол 0,4%	KW =15,28, p=0,0181		W = 18,0, p = 1,000	W = 22,5, p = 0,521
	фенол 0,6%	KW =19,15, p=0,0039			W = 18,0, p = 1,000
М'ясна сировина	фенол 0,2%	KW =9,94, p=0,0190	W = 8,0, p = 1,0	W = 15,0, p = 0,057	W = 16,0, p = 0,028
	фенол 0,4%	KW =13,09, p=0,0044		W = 8,0, p = 1,000	W = 13,5, p = 0,146
	фенол 0,6%	KW =15,17, p=0,0016			W = 8,0, p = 1,000
Екскременти дітей	фенол 0,2%	KW =11,52, p=0,0031	W = 4,5, p = 1,0	W =6,0, p = 0,100	W = 9,0, p = 0,076
	фенол 0,4%	KW =9,78, p=0,0075		W = 4,5, p = 1,000	W = 9,0, p = 0,076
	фенол 0,6%	KW =9,45, p=0,0088			W = 4,5, p = 1,000

формування стійкості штамів лактобацил до агресивних чинників шлунково-кишкового тракту. Показано, що штами, ізольовані з самоквасних овочів, більш стійкі до дії хлориду натрію, а штами, ізольовані з м'ясної сировини, більш стійкі до дії жовчі. Не виявлено впливу первинного джерела виділення на формування стійкості досліджених лактобацил до фенолу. Взагалі було показано, що не зважаючи на вказану залежність, всередині кожної виборки існує неоднорідність відгуку штамів на дію чинника, що підтверджує варіабельність штамів молочнокислих бактерій.



И. В. Страшнова, А. В. Ямборко, Н. Ю. Васильева

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, 65082, Украина,
e-mail: jamborkoann@ukr.net

УСТОЙЧИВОСТЬ ШТАММОВ ЛАКТОБАЦИЛЛ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ, К НЕКОТОРЫМ АГРЕССИВНЫМ ФАКТОРАМ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА

Реферат

Цель. Исследовать устойчивость бактерий рода *Lactobacillus* к некоторым агрессивным факторам желудочно-кишечного тракта *in vitro* в зависимости от первичного источника выделения. **Методы.** В работе использованы 13 штаммов лактобацилл, выделенных из самоквасных овощей, мясного сырья, экскрементов детей. Резистентность бактерий к метаболитов пищеварительной системы определяли путем их культивирования в среде MRS с желчью, хлоридом натрия и фенолом. **Результаты.** Подавляющее большинство лактобацилл были толерантными к 2,5–5,0% NaCl. Увеличение концентрации NaCl до 7,5% привело к уменьшению количества жизнеспособных клеток и интенсивности их роста. Было показано, что наиболее устойчивыми к NaCl оказались штаммы, изолированные из самоквасных овощей. Присутствие 20 и 40% желчи в культуральной среде замедляло, но не тормозило рост лактобацилл. Наиболее устойчивыми к действию желчи оказались штаммы, изолированные из мясного сырья. Все штаммы лактобацилл росли в присутствии фенола в среде культивирования в концентрации 0,2–0,6%, но было показано, что при повышении концентрации фенола, показатели оптической плотности значительно уменьшались. **Выводы.** Исследуемые штаммы лактобацилл показали вариабельность реакции на действие хлорида натрия, солей желчи и фенола, которая зависела от специфики штамма и концентрации активного вещества. Было показано, что существует частичная зависимость между устойчивостью к исследованным факторам и источником выделения лактобацилл.

Ключевые слова: лактобациллы, хлорид натрия, желчь, фенол.

I. V. Strashnova, G. V. Yamborko, N. Yu. Vasylieva

Odesa National I. I. Mechnykov University,
2, Dvorianska str., Odesa, 65082, Ukraine,
e-mail: jamborkoann@ukr.net

RESISTANCE OF LACTOBACILLI STRAINS ISOLATED FROM DIFFERENT SOURCE TO SOME AGGRESSIVE FACTORS OF THE DIGITAL TRACT

Summary

Aim. To study the resistance of lactobacilli strains to some aggressive factors of gastrointestinal tract *in vitro* depending on the primary isolation source. **Methods.** 13 lactobacilli strains isolated from self-fermenting vegetables, meat raw



materials, children excrements were used in this work. The stability of bacteria to metabolites of the digestive system was determined by their cultivation in the MRS medium with bile, sodium chloride and phenol. **Results.** The vast majority of lactobacilli was tolerant at 2.5–5.0% NaCl. The increasing NaCl concentration to 7.5% has resulted in decrease of the viable cells number and its growth intensity. It was shown that the strains isolated from self-fermenting vegetables were the most resistant to NaCl. The presence of 20 and 40 % bile in the cultural medium slowed but did not inhibit the lactobacilli growth. The most resistant to bile were the strains isolated from raw meat. All lactobacilli strains grew in the presence of phenol in cultivation medium at concentrations of 0.2–0.6%, but it was shown that with increasing of phenol concentration, the optical density was significantly reduced. **Conclusion.** Investigated lactobacilli strains showed a variable reaction to the action of sodium chloride, salts of bile and phenol, which was determined by the specific strain and the concentration of the active substance. It has been shown that there is the partial relationship between resistance to the investigated factors and the source of lactobacilli isolation.

Key words: lactobacilli, sodium chloride, bile, phenol.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Даниленко С. Г. Дослідження впливу різних факторів на життєздатність молочнокислих бактерій // Продовольчі ресурси. Серія: Технічні науки. – 2014. – № 3. – С. 130–134.
2. Китаевская С. В. Современные тенденции отбора и идентификации пробиотических штаммов молочнокислых бактерий // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т.15, № 17. – С. 184–188.
3. Кушугулова А. Р., Садуахасова С. А., Синявский Ю. А., Каламкарова Л. И. и др. Скрининг представителей нормофлоры желудочно-кишечного тракта по пробиотической активности // Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2013. – № 2 (58). – С. 122–128.
4. Медик В. А., Токмачев М. С. Математическая статистика в медицине : учеб. пособие. М. : Финансы и статистика, 2007. – 800 с.
5. Нетрусов А. И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. Практикум по микробиологии: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2005. – С. 467–478.
6. Рамонова Э. В. Выделение и идентификация местных штаммов молочнокислых микроорганизмов и их использование в качестве пробиотиков: Автореф. дисс... канд. биол. наук. – Владикавказ, 2011. – 19 с.
7. Ромакин В. В. Комп'ютерний аналіз даних. К.: МДГУ ім. Петра Могили, 2006. – 150 с.
8. Ржевская В. С., Отурина И. П., Теплицкая Л. М. Изучение биологических свойств штаммов молочнокислых бактерий // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – 2014. – Т. 27, № 1 – С. 145–160.
9. Сиделев С. И. Математические методы в биологии и экологии: введение в элементарную биометрию: Учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2012. 140 с.
10. Соловьева И. В., Точилина А. Г., Новикова Н. А., Белова И. В. и др.



Изучение биологических свойств новых штаммов рода *Lactobacillus* // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 2 (2). С. 462–468.

11. Фабіянська І. В. Розробка технології препаратів лактобацил і їх використання для виготовлення сировокопчених ковбас: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Одеса, 2008. – 21 с.

12. Федорова О. В. Юнусова З. С. Шурбина М. Ю. Валеева Р. Т. Пробиотические препараты: характеристика, критерии, требования к ним // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 7. – С. 142–145.

13. Унгуряну Т. Н., Гржибовский А. М. Сравнение трех и более независимых групп с использованием непараметрического критерия Краскела – Уоллиса в программе STATA // Экология человека. – 2016. – № 6. С. 55–58.

14. Gandhi A., Shah N. P. Effect of salt on cell viability and membrane integrity of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium longum* as observed by flow cytometry // Food Microbiology. – 2015. – Vol. 49. – P. 197–202.

15. Giraffa G., Chanishvili N., Widyastuti Y. Importance of lactobacilli in food and feed biotechnology // Res Microbiol. – 2010. – V. 161, N 6. – P. 480–487.

16. Neysens P., Messens W., De Vuyst L. Effect of sodium chloride on growth and bacteriocin production by *Lactobacillus amylovorus* DCE 471 // International Journal of Food Microbiology. – 2003. – Vol. 88. – P. 29–39.

17. Saarela M., Morgensen G., Fondén R., Mättö J., Mat-tila-Sandholm T. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties // Journal of Biotechnology. – 2000. – Vol. 84. – P. 197–215.

18. Succi M., Tremonte P., Reale A., Sorrentino E. et al. Bile salt and acid tolerance of *Lactobacillus rhamnosus* strains isolated from Parmigiano Reggiano cheese // FEMS Microbiology Letters. – 2005. – V. 244 (1). – P. 129–137.

References

1. Danilenko SG. Investigation of the influence of various factors on the viability of lactic acid bacteria. Food resources. Series: Technical Sciences. 2014; 3: 130 -134 (In Ukrainian).

2. Kitaevskaya SV. Current trends in the selection and identification of probiotic strains of lactic acid bacteria. Bulletin of Kazan Technological University. 2012; 15 (17):184 – 188 (In Russian).

3. Kushugulova AR, Saduahasova SA, Sinyavsky YuA, Kalamkarova LI. et al. Screening of representatives of the normoflora of the gastrointestinal tract by probiotic activity. Vestnik KazNU. Biological Series. 2013; 2 (58):122- 128 (In Russian).

4. Medic VA, Tokmachev MS. Mathematical statistics in medicine: textbook. allowance. Moscow: Finance and Statistics. 2007. 800 (In Russian).

5. Netrusov AI, Egorova MA, Zakharchuk LM. Workshop on Microbiology: a manual for students of higher institutions. Moscow: Academy. 2005. 467 – 478 (In Russian).

6. Ramonova EV. Isolation and identification of local strains of lactic acid microorganisms and their use as probiotics. Abstract. diss ... cand. biol. sciences.



Vladikavkaz. 2011. 19 (In Russian).

7. Romakin VV. Computer analysis of data. Kyev: Petr Mogila MSU. 2006. 150 (In Ukrainian).

8. Rzhetskaya VS, Oturina IP, Teplitskaya LM. The study of the biological properties of lactic acid bacteria strains. Scientific notes of V.I. Vernadsky Tavricheskiy National University. 2014; 27 (1):145 – 160 (In Russian).

9. Sidelev SI. Mathematical methods in biology and ecology: introduction to elementary biometrics: Textbook. Yaroslavl: Yaroslavl State University, 2012. 140 (In Russian).

10. Solovyova IV, Tochilina AG, Novikova NA, Belova IV et al. Study of the biological properties of new strains of the genus *Lactobacillus*. Bulletin of N. I. Lobachevsky Nizhny Novgorod University. 2010; 2 (2): 462 – 468 (In Russian).

11. Fabianskaya IV. Development of technology of lactobacilli preparations and their use for the production of smoked sausages. Abstract. diss ... cand. tech. sciences. Odesa. 2011. 21 (In Ukrainian).

12. Fedorova OV, Yunusova ZS, Shurbina Myu, Valeeva RT. Probiotic preparations: characteristics, criteria, requirements for them. Bulletin of the Technological University. 2016; 19 (7): 142 – 145 (In Russian).

13. Unguryanu TN, Grzhibovsky AM. Comparison of three or more independent groups using the non-parametric Kruskal-Wallis test in the STATA program. Human ecology. 2016; 6: 55–58 (In Russian).

14. Gandhi A, Shah NP. Effect of salt on cell viability and membrane integrity of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* and *Bifidobacterium longum* as observed by flow cytometry. Food Microbiology. 2015; 49: 197– 202.

15. Giraffa G, Chanishvili N, Widyastuti Y. Importance of lactobacilli in food and feed biotechnology. Res Microbiol. 2010; 161 (6); 480 – 487.

16. Neysens P, Messens W, De Vuyst L. Effect of sodium chloride on growth and bacteriocin production by *Lactobacillus amylovorus* DCE 471. International Journal of Food Microbiology. 2003; 88: 29–39.

17. Saarela M, Morgensen G, Fondén R. Mättö J, Mat-tila-Sandholm T. Probiotic bacteria: safety, functional and technological properties. Journal of Biotechnology. 2000;84: 197–215.

18. Succi M, Tremonte P, Reale A, Sorrentino E et al. Bile salt and acid tolerance of *Lactobacillus rhamnosus* strains isolated from Parmigiano Reggiano cheese. FEMS Microbiology Letters. 2005; 244 (1): 129 – 137.

Стаття надійшла до редакції 11.07.2019 р.

