

## **ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ШТАМІВ *LACTOBACILLUS PLANTARUM*, ІЗОЛЬОВАНИХ ІЗ ТРАДИЦІЙНИХ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ РІЗНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ**

Досліджено фізіолого-біохімічні властивості 109 штамів *Lactobacillus plantarum*, ізольованих з традиційних ферментованих продуктів різних регіонів України. Показано, що 95% штамів, виділених з ферментованих овочів, на відміну від штамів *L. plantarum*, ізольованих з кисломолочних продуктів, росли при 10°C, а 23 % штамів - у середовищі, що містило 8 % NaCl. Молокозгортаюча активність при використанні штамів з кисломолочних продуктів проявлялася протягом 20±4 годин, при використанні штамів з ферментованих овочів - до 48 годин. 22 % штамів *L. plantarum* не синтезували біогенних амінів. Більшість штамів *L. plantarum* не продукували ацетоні. Проявляли чутливість до антибіотиків широкого спектру дії, яка не залежала від джерела виділення штамів *L. plantarum*.

*Ключові слова:* Фізіолого-біохімічні властивості, *Lactobacillus plantarum*, антибіотикочутливість, ферментовані продукти.

Одним із найдавніших способів зберігання продуктів рослинного та тваринного походження є їх ферментування [10]. На території України традиційно ферментованими вважають кисломолочні продукти, а також квашені овочі та фрукти. Їх вживання є корисним, оскільки притаманна їм мікрофлора виявляє оздоровчий вплив на людину.

Спонтанне бродіння є малоконтрольованим, тому якість кінцевого продукту може бути різною, залежно від сировини, умов ферментації та автохтонної мікрофлори. У цьому плані дуже важливо постійно проводити відбір штамів із покращеними біотехнологічними властивостями. Тому в останні роки є актуальним створення регіональних заквасок на основі штамів, які виділяють із природних еконіш, адже «місцеві» штами краще пристосовані до еколого-географічних умов даної кліматичної зони. Шляхом досягнення стабільності смакових якостей ферментованих продуктів є використання заквасок, до складу яких входять селекціоновані культури молочнокислих бактерій (МКБ).

Особливу увагу привертають лактобацили як складові компоненти заквасок для виготовлення ферментованих продуктів. Вони характеризуються високою біологічною активністю і найчастіше використовуються у виробництві функціональних продуктів та пробіотиків. Відомо, що одними з найпоширеніших видів лактобацил у ферментованих продуктах є *Lactobacillus plantarum*, який входить до складу заквасок [13,14].

Однією з найважливіших вимог до бактеріальних заквасок є їх безпечність для макроорганізму, а саме відсутність у штамів МКБ стійкості до антибіотиків, що кодується генами розташованими на плазмідах. Штами МКБ також не повинні продукувати біогенні аміни.

Отже, метою нашої роботи було вивчити фізіолого-біохімічні властивості штамів *L. plantarum*, ізольованих з національних ферментованих продуктів рослинного та тваринного походження, різних регіонів України, а також, дослідити їх взаємовідносини з антибіотиками та здатність продукувати біогенні аміни.

**Матеріали і методи.** Об'єктами дослідження були 109 штамів *Lactobacillus plantarum*, що ізолювали з традиційних ферментованих продуктів рослинного та тваринного походження з різних регіонів України, а саме з кисломолочних продуктів: сметани, сиру, бринзи та кислого молока – 53 штами; з ферментованих овочів та фруктів: квашеної капусти, огірків, помідор та яблук – 56 штамів лактобацил. Монокультури зберігали у 30 %-му гліцерині при – 50 °С. Перед дослідом штами активізували шляхом трьох пересівів на середовищі MRS [7].

Здатність до росту у діапазоні температур 10 °С – 45 °С та в присутності NaCl у концентраціях: 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, вивчали за методиками, описаними в монографії [14].

Молокозгортоячу та кислотоутворюючу активність досліджували у знежиреному 10 %-му відновленому молоці, яке розливали по 5 мл у пробірки, засівали 1 % інокуляту та інкубували при 30 °С. Утворення згустку в молоці визначали візуально, враховуючи швидкість його утворення та консистенцію. Титровану кислотність виражали в градусах Тернера (°Т, 1°Т відповідає 0,009 % молочної кислоти), що обчислювали за формулою:

$$^{\circ}\text{T} = \frac{V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{зразка}}} \times 100$$

де  $V_{\text{NaOH}}$  – об'єм в мл 0,1н NaOH, необхідного для нейтралізації кислоти,

$V_{\text{зразка}}$  – об'єм титрованого зразка в мл.

Продукцію ацетоїну вивчали на середовищі Соултінга [1] як з додаванням 0,5 % цитрату натрію, так і без нього. Наявність ацетоїну визначали через 24 год культивування кожного штаму при 30 °С, додаючи до 1 мл культури 0,6 мл 5 %-го розчину  $\alpha$ -нафтолу та 0,2 мл 40 %-го KOH. Позитивна реакція – поява червоно-малинового кольору. Як контроль використовували незасіяні середовища.

Чутливість штамів *L. plantarum* до антибіотиків визначали диско-дифузійним методом на MRS-агарі, використовуючи комерційні диски виробництва НДІ ЕМ (Санкт-Петербург, Росія) з наступними антибіотиками: імпенем (10 мкг), меропенем (10 мкг), бензилпеніцилін (10 мкг), ампіцилін (10 мкг), піперацилін (100 мкг), цефтриаксон (30 мкг), цефазолін (30 мкг), доксициклін (10 мкг), ванкоміцин (30 мкг), тетрациклін (30 мкг), еритроміцин (15 мкг), рокситроміцин (30 мкг), азитроміцин (15 мкг), рифампіцин (5 мкг), гентаміцин (10 мкг), стрептоміцин (30 мкг), неоміцин (30 мкг), тобраміцин (10 мкг), канаміцин (30 мкг), ципрофлоксацин (30 мкг), перфлораксацин (10 мкг), норфлораксацин (10 мкг), лінкоміцин (15 мкг), кліндаміцин (2 мкг), левоміцетин (30 мкг), фузидин (10 мкг), фурадонін (300 мкг), фуразолідон (300 мкг). Штами відносили до чутливих, помірно стійких або стійких за критеріями наведеними у роботі [17].

Продукцію біогенних амінів (БА) визначали за описаною методикою [6] на середовищах з рН 5,2 з відповідними амінокислотами-попередниками (тирозин, гістидин, лізин, орнітин). Штами культивували при 30 °С протягом 72 год. Облік результатів проводили візуально, реєструючи зміну кольору середовища з жовтого (негативна реакція) на фіолетовий (позитивна реакція). Контролем слугувало середовище такого ж складу, але без вмісту амінокислот [2].

Статистичну обробку даних проводили, використовуючи пакети програм «Excel» та «STATISTICA 7,0». Відмінності між величинами вважали достовірними при  $p \leq 0,05$ .

**Результати та їх обговорення.** Аналіз основних фізіолого-біохімічних властивостей 109 штамів *Lactobacillus plantarum* виявив їх гетерогенність.

Показано, що близько 95 % штамів *L. plantarum* ізольованих з ферментованих овочів росли при 10 °С, тоді як із кисломолочних продуктів – 19 %. Слід зазначити, що у промислових умовах ферментовані овочі, як правило, отримують, використовуючи 6-8 % NaCl. Досліджувані штами по різному росли при концентрації NaCl від 2 до 8 %-у середовищі. Треба відзначити, що 2 % NaCl не впливало на життєдіяльність досліджуваних лактобацил (рис. 1).

Температура культивування та концентрація NaCl у середовищі по різному впливали на ріст штамів *L. plantarum*, ізольованих з різних джерел (табл. 1). Виявилось, що ріст при 10 °С та 8 % NaCl більшою мірою був притаманний штамам з ферментованих овочів, ніж штамам з кисломолочних продуктів.

При температурному діапазоні 10 - 45°С росли 7,3 % досліджуваних штамів *L. plantarum*. При цьому: 5,5 % з них виділені із квашеної капусти, 1 штам – із сметани та 1 штам – із сиру. 15,6 % штамів росли в середовищі з 8 % NaCl: 4 штами з них ізольовані із сметани, а решта із квашеної капусти. Слід відзначити, що 4 штами *L. plantarum* (47см, 952к, 1010к, 228к) росли при 10 °С та 45 °С, та виявились стійкими до 8 % NaCl.

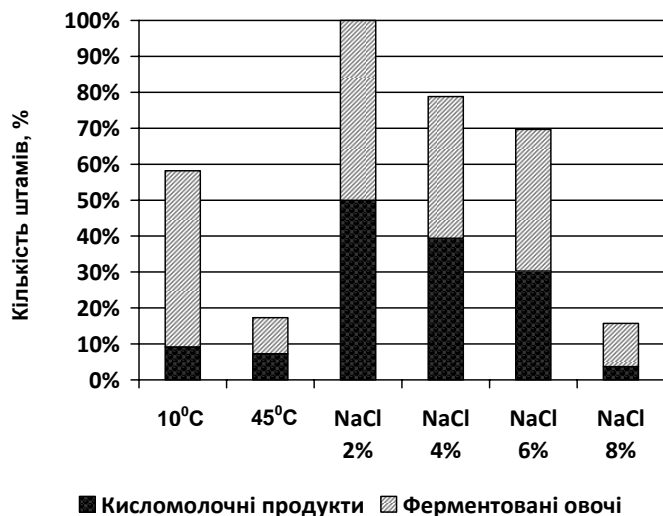


Рис. 1. Ріст штамів *Lactobacillus plantarum* за різної температури та різної концентрації NaCl залежно від джерела їх виділення

Таблиця 1

Порівняння ростових характеристик штамів *Lactobacillus plantarum* залежно від їх джерела виділення

Джерело виділення штамів	Ріст при		Ріст при		
	10°C	45°C	4% NaCl	6% NaCl	8% NaCl
Кисломолочні продукти (n=53)	19 %	8 %	81 %	62 %	8 %
Ферментовані овочі (n=56)	95 %	11 %	77 %	77 %	23 %

Швидкість сквашування молока та кількість утвореної молочної кислоти залежали від джерела виділення лактобацил. Досліджувані штами сквашували молоко протягом 12-48 годин, титрована кислотність згустку коливалася в діапазоні від 60 °Т до 120 °Т. Більшість штамів з кисломолочних продуктів сквашували молоко за добу, тоді як ізольовані з ферментованих овочів згортали його значно довше – до 48 год. Також слід відмітити, що жоден штам з ферментованих овочів не згортав молока за 12±4 годин. Не було встановлено залежності між титрованою кислотністю молока та джерелом виділення штамів *L. plantarum* (табл. 2).

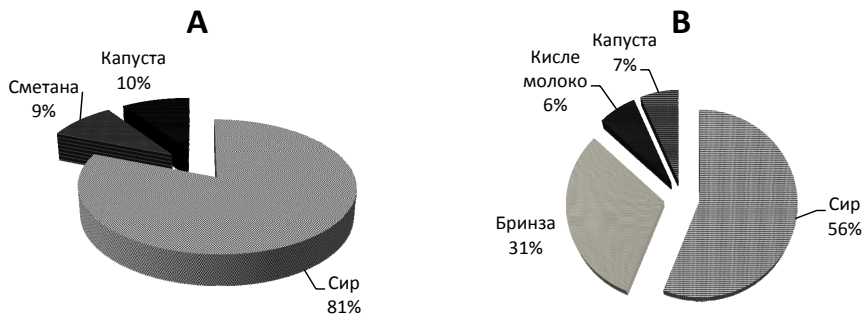
Таблиця 2

Кислотність та швидкість утворення згустку в молоці штамми *Lactobacillus plantarum* залежно від джерела виділення

Джерело виділення штамів	Швидкість утворення згустку, год	Кількість штамів, %	Кислотність, °Т	Кількість штамів, %	% молочної кислоти
Кисломолочні продукти (n=53)	12±4	7,5	≤60-80	22,6	≤ 39-59
	20±4	51,0	≤90-100	52,8	≤ 69-79
	>24	41,5	≤100-120	24,6	≤ 79-89
Ферментовані овочі (n=56)	12±4	0,0	≤60-80	37,5	≤ 39-59
	20±4	21,4	≤90-100	41,0	≤ 69-79
	>24	78,6	≤100-120	21,5	≤ 79-89

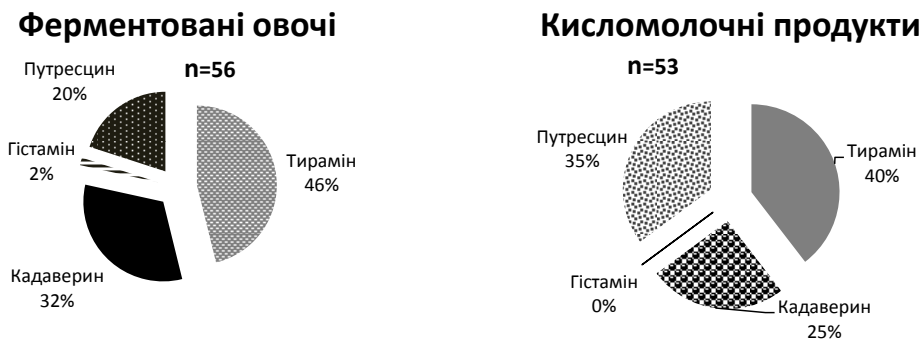
Здатність до продукції ацетоїну є однією з важливих властивостей лактобацил, оскільки він надає харчовим продуктам приємного аромату. Більшість досліджуваних штамів, виділених як з ферментованих овочів, так і з кисломолочних продуктів домашнього приготування, не синтезували ацетоїн. Штами *L. plantarum* (98 %), ізольовані з ферментованих овочів, не утворювали даної сполуки при вирощуванні на середовищі з цитратом натрію і без нього. Щодо штамів з кисломолочних продуктів, то на середовищі без цитрату ацетоїн продукували 20 % штамів *L. plantarum*. При додаванні його у середовище кількість ацетоїн-продукуючих

штамів збільшилась до 30 %. Серед лактобацил, що продукували ацетоїн, значна частина була ізольована з сиру, у штамів *L. plantarum*, виділених з бринзи, виявилась здатність до утворення ацетоїну лише на середовищі з цитратом (рис. 2). За присутності цитрату натрію у середовищі культивування й при його вилученні ацетоїн продукували штами з сиру: *L. plantarum* 695, *L. plantarum* 560, *L. plantarum* 321, *L. plantarum* 562 та один штамп, виділений з квашеної капусти – *L. plantarum* 199.



**Рис. 2. Розподіл штамів *Lactobacillus plantarum* за здатністю продукувати ацетоїн (%):**  
**А – на середовищі без цитрату натрію; В – на середовищі з цитратом натрію**

В харчових продуктах внаслідок ферментативної діяльності мікроорганізмів з вільних амінокислот можуть утворюватися біогенні аміни, що у великій кількості є небезпечним для здоров'я людини. Нами досліджено синтез біогенних амінів, таких як гістамін, тирамін, кадаверин та путресцин, штамами *L. plantarum* [11]. Було показано, що 22 % штамів не продукували біогенні аміни, жоден із досліджуваних штамів не синтезував одночасно усі досліджувані біогенні аміни. Встановлено, що більшість ізолятів утворювали тирамін. Лише 1 штамп *L. plantarum* 1189к, ізольований з ферментованих овочів, синтезував гістамін та не утворював інших амінів. Лактобацили, виділені з кисломолочних продуктів, не мали такої властивості (рис. 3).

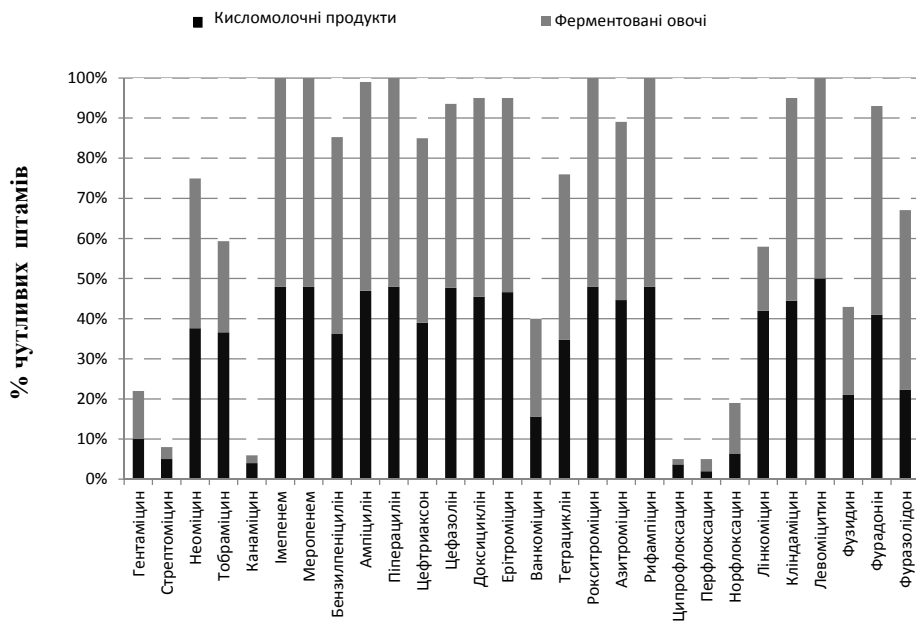


**Рис. 3. Розподіл штамів *Lactobacillus plantarum*, що продукують біогенні аміни, (%)**

Вивчення чутливості до антибіотиків з різним механізмом дії 109 штамів *L. plantarum*, виділених з традиційних ферментованих продуктів, показало, що більшість з них, а саме штами, ізольовані з ферментованих овочів, порівняно з штамами, виділеними з кисломолочних продуктів, проявили чутливість до тетрациклінів,  $\beta$ -лактамів, а також до азитроміцину та фурадоніну (рис. 4). Майже 100 % штамів, виділених як з ферментованих овочів, так і з кисломолочних продуктів, були чутливими до імпенему, меропенему та піперациліну. Чутливість до інгібіторів синтезу білка проявили 70 % штамів лактобацил. Понад 90% лактобацил виявились чутливими до інгібіторів ДНК-залежної РНК полімерази та синтезу білка.

Штами *L. plantarum* проявили стійкість до фторхінолонів та аміноглікозидних антибіотиків, що зумовлено переважно їх анаеробним типом метаболізму. У деяких штамів виявлена помірна стійкість до антимікробного препарату аміноглікозидного ряду – неоміцину.

Таким чином, вивчення фізіолого-біохімічних властивостей 109 штамів *L. plantarum* показало, що 95 %, виділених з ферментованих овочів, на відміну від штамів з кисломолочних продуктів (19 %), росли при 10°C та при високому вмісті солі в середовищі, 8 % та 23 % відповідно, що відмічено й в роботах деяких авторів [13, 14]. Ця властивість є однією з вимог до стартерних культур молочнокислих бактерій, які використовуються для ферментування овочів і деяких видів кисломолочних продуктів [8].



**Рис. 4. Розподіл штамів *Lactobacillus plantarum*, виділених з різних джерел за чутливістю до різних груп антибіотиків**

Було виявлено, що більшість штамів *L. plantarum* не продукували ацетоїн, незалежно від джерела їх виділення, що корелює з даними представленими в літературі [12, 4].

Нами не було встановлено залежності між титрованою кислотністю молока та джерелом виділення штамів *L. plantarum* [9].

При вивченні синтезу біогенних амінів було показано, що 61 % досліджуваних штамів *L. plantarum* продукував хоча б один із них. Разом із тим, 22 % штамів *L. plantarum* не продукували жодного з БА. Здатність до їх синтезу є небажаною ознакою лактобацил, оскільки висока декарбоксилазна активність може призвести до їх накопичення у продуктах харчування та стати причиною інтоксикації організму [3].

Слід зазначити, що стійкість до антибіотиків у промислових мікроорганізмів сама по собі не є негативним фактором, але при застосуванні таких культур у ферментованих продуктах можливе перенесення генів антибіотикостійкості до мікрофлори хазяїна, що небажано. Серед досліджуваних штамів *L. plantarum* більшість виявилися чутливими до широкого спектру антимікробних препаратів, такі штами надалі можуть бути використані як стартерні культури у складі бактеріальних заквасок. Стійкість до аміноглікозидів та фторхінолонів зумовлена відсутністю у лактобацил мішені дії антибіотиків [5]. Було виявлено чутливість досліджуваних штамів *L. plantarum* до антибіотиків широкого спектру дії, що показано у роботах інших авторів [15,16].

Нами було відібрано 13 штамів *L. plantarum*, що відповідають критеріям безпечності, а саме не продукують БА та є стійкими до таких антибіотиків, як пеніцилін, ампіцилін, кліндаміцин, еритроміцин, левоміцетин, цифтріаксон, доксициклін, а також 4 штами лактобацил, що ростуть при 10 - 45°C та стійкі до 8 % NaCl. Штами 47 см та 848к відповідають критеріям безпечності та задовольняють промислові вимоги й за рахунок цих властивостей є перспективними стартерними культурами для промислового використання.

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШТАММОВ  
*LACTOBACILLUS PLANTARUM*, ИЗОЛИРОВАННЫХ С  
ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ РАЗНЫХ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ**

**Резюме**

Исследовано физиолого-биохимические свойства 109 штаммов *Lactobacillus plantarum*, изолированных из традиционных ферментированных продуктов Украины. Показано, что 95 % штаммов выделенных из ферментированных овощей росли при 10°C, а 23 % штаммов в среде, содержащей 8 % NaCl, в отличие от штаммов *L. plantarum* изолированных из кисломолочных продуктов. Молоко-свертывающая активность при использовании штаммов из кисломолочных продуктов проявлялась в течение 20 ± 4 часа, при использовании штаммов из ферментированных овощей значительно дольше – до 48 часов. 22 % штаммов *L. plantarum* не синтезировали биогенных аминов. Большинство штаммов не продуцировали ацетон. Проявляли чувствительность к антибиотикам широкого спектра действия, которая не зависела от источника выделения *L. plantarum*.

*Ключевые слова:* *Lactobacillus plantarum*, физиолого-биохимические свойства, ферментированные продукты, антибиотикоустойчивость.

*O.M. Vasulyk, I.L. Garmasheva, N.K. Kovalenko*

*Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

**PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF THE  
*LACTOBACILLUS PLANTARUM* STRAINS, ISOLATED FROM TRADITIONAL  
FERMENTED PRODUCTS OF UKRAINE**

**Summary**

Physiological and biochemical properties of the 109 lactobacillus strains, isolated from traditional fermented products of Ukraine, has been investigated. Was showed that the 109 strains isolated from fermented vegetables grew at 10°C, and 23% strains in the medium with 8% NaCl in contrast to the strains of *L. plantarum* isolated from dairy products. Formation of milk-clot, using strains of the dairy products, occurs within 20 ± 4 hours, when using strains of the fermented vegetables considerably longer to 48 hours. 22% of strains of *L. plantarum* did not synthesize biogenic amines. Most of the strains did not produce acetoin, and were sensitive to broad-spectrum antibiotics. Antibiotic resistance of the tested strains did not depend of the source of *L. plantarum* strains isolation.

*Key words:* *Lactobacillus plantarum*, physiological and biochemical properties, fermented products, Antibiotic resistance.

1. Квасников Е.И., Нестеренко О.А. Молочнокислые бактерии и пути их использования. – Москва: – Наука, 1975. – 392 с.
2. Bover-Cid S., Holzapfel W.H. Improved screening procedure for biogenic amine production by lactic acid bacteria // Int. J. Food Microbiol. – 1999. – 53. –N 5. – P. 33–41.
3. Brink B.T., Damink C., Joosten H.J., Huis in 't Veld J. Occurrence and formation of biologically active amines foods // Int. J. Food Microbiol. – 1990. – 11. – N 01. – P. 73–84.
4. Chammas G.I., Saliba R., Corrieu G., Béal C. Characterisation of lactic acid bacteria isolated from fermented milk “laban” // Int. J. Food Microbiol. – 2006. – 110. – P. 52–61.
5. Charteris P.W., Kelly M.P., Morelli L., Collins K.J. Antibiotic susceptibility of potentially probiotic *Lactobacillus* species // J Food Protect. – 1998. – 61(12). – P. 1636–1643.
6. Day A.M., Sandoe J.A.T., Cove J.H., Phillips-Jones M.K. Evaluation of a biochemical test scheme for identifying clinical isolates of *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium* // Lett. Appl. Microbiol. – 2001. – Vol. 33, N 5. – P. 392–396.

7. De Man J.D., Rogosa M., Sharpe M.E. Medium for the cultivation of lactobacilli // J. Appl. Bacteriol. – 1960. – 23. – P. 130–135.
8. Elizete D.F., Carlos R.S. Biochemical characterization and identification of probiotic Lactobacillus for swine // B.CEPPA, Curitiba. – 2005. – 23. – P. 299–310.
9. Guizani N., Kasapis S., Al-Ruzeiki M. Microbial, chemical and rheological properties of laban (cultured milk) // Int. J. Food Sci. Technol. – 2001. – 36. – P. 199–205.
10. Holzapfel W.H. Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries // Int J Food Microbiol. – 2002. – 75. – P.197–212.
11. Onal A. review: Current analytical methods for the determination of biogenic amines in foods // Food Chem. – 2007. – 103. – N 4. – P. 1475–1486.
12. Ott A., Fay L.B., Chaintreau A. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor // J. Agr. Food Chem. – 1997. – 45. – P. 850–858.
13. Panagou E.Z., Katsaboxakis K.Z. Effect of different brining treatments on the fermentation of Conservolea green olives processed by the Spanish-method // Food Microbiol. – 2006. – 23. – P.199–204.
14. Sanchez I., Palop L., Ballesteros C. Biochemical characterization of lactic acid bacteria isolated from spontaneous fermentation of “Alamgro Eggplants” // Int J Food Microbiol. – 2000. – 59. –P.9–17.
15. Temmerman R., Pot B., Huys G., Swings J. Identification and susceptibility of bacterial isolates probiotic products // Int J Food Microbiol. – 2003. – 81. – P.1–10.
16. Zhou J.S., Pillidge C.J., Gopal P.K., Gill H.S. Antibiotic susceptibility profiles of new probiotic Lactobacillus and Bifidobacterium strains // Int J Food Microbiol. – 2005. – 98. – P.211–217.
17. William P.C., Phillip M.K., Lorenzo M. Antibiotic Susceptibility of Potentially Probiotic Lactobacillus Species // J. of Food Protection.- 1998. – 61. – N 12. – P.1636-1643.

Отримано 30.10.2013

УДК 577.15:577.152.3

**О.В. Гудзенко, Л.Д. Варбанець**

*Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України,  
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ МСП, ДОЗ680, Україна*

## **КОМПОНЕНТНИЙ СКЛАД $\alpha$ -L-РАМНОЗИДАЗ *CRYPTOCOCCUS ALBIDUS* І *EUPENICILLIUM ERUBESCENS***

*Досліджено компонентний склад  $\alpha$ -L-рамнозидаз *Cryptococcus albidus* і *Eupenicillium erubescens*. Показано, що ензими мають мономерну структуру. Молекулярні маси  $\alpha$ -L-рамнозидаз *C. albidus* і *E. erubescens* склали 50 і 40 кДа, відповідно. Ферментні препарати *C. albidus* та *E. erubescens* схожі за якісним, проте відрізняються за кількісним амінокислотним складом. У складі  $\alpha$ -L-рамнозидази *C. albidus* більший вміст гістидину, проліну, цистеїну, метіоніну порівняно з  $\alpha$ -L-рамнозидазою *E. erubescens*.  $\alpha$ -L-Рамнозидаза *E. erubescens*, на відміну від  $\alpha$ -L-рамнозидази *C. albidus*, містить більше лізину, аргініну, треоніну, аланіну, ізолейцину, лейцину, тирозину, фенілаланіну. Показано, що в очищених препаратах  $\alpha$ -L-рамнозидаз *C. albidus* та *E. erubescens* присутні вуглеводи, вміст яких складає 5 та 1 % від маси препаратів, відповідно. Ферментні препарати відрізнялись за кількісним вмістом і якісним моносахаридним складом. Обидва препарати містили рамнозу, ксилозу, манозу, галактозу і глюкозу. Поряд із цим, в  $\alpha$ -L-рамнозидази *C. albidus* виявлена фукоза, в той час як в  $\alpha$ -L-рамнозидази *E. erubescens* - рибоза і арабіноза. Значний відсоток гідрофобних амінокислот, який складає 31 та 34 % від загального вмісту, а також наявність вуглеводного компоненту сприяє стабілізації структури ферментів.*

*Ключові слова:*  $\alpha$ -L-рамнозидази *Cryptococcus albidus* і *Eupenicillium erubescens*, молекулярна маса, амінокислотний та моносахаридний склад.

$\alpha$ -L-Рамнозидаза ( $\alpha$ -L-рамнозид-рамногідролаза – К.Ф. 3.2.1.40) –гідролітично відщеплює кінцеві невідновлені  $\alpha$ -1,2-,  $\alpha$ -1,4- та  $\alpha$ -1,6-зв’язані залишки L-рамнози в  $\alpha$ -L-рамнозидах. Їх найпростішими природними субстратами є  $\alpha$ -L-рамнозовмісні полімери: похідні флавоноїдів – рутин, неогесперидин, гесперидин, нарингін, кверцитрин; сапоніни – гінзенозиди; терпенові глікозиди – авенакозиди.

© О.В. Гудзенко, Л.Д. Варбанець, 2014