

УДК 606:637.3:637.055

Вплив рН і різних концентрацій солі та жовчі на ріст ентерококів, виділених з природних еконіш

Кушнір І.І. 

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З.Гжицького



Кушнір І.І. Вплив рН і різних концентрацій солі та жовчі на ріст ентерококів, виділених з природних еконіш. Збірник наукових праць «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2020. № 2. С. 76–81.

Kushnir I.I. Vplyv pH i riznykh koncentracij soli ta zhovchi na rist enterokokiv, vydilenyh z pryrodnyh ekonish. Zbimyk naukovykh prac' «Tehnologija vyrobnyctva i pererobky produkciij' tvarynnyctva», 2020. № 2. PP. 76–81.

Рукопис отримано: 06.05.2020р.

Прийнято: 24.05.2020р.

Затверджено до друку: 24.11.2020р.

doi: 10.33245/2310-9289-2020-158-2-76-81

Постановка проблеми. Для забезпечення нормальної життєдіяльності людини вагоме значення має використання пробіотиків, до яких ставлять певні вимоги, зокрема пробіотичні штами мають бути генетично стабільними та здатними виживати за низьких значень рН, дії жовчних кислот і травних ферментів шлунково-кишкового тракту. Крім того, вони мають бути безпечними і не здійснювати побічної дії на макроорганізм.

У статті наведено результати досліджень щодо здатності чотирьох невивчених штамів ентерококів, виділених із карпатської бринзи, виживати за різних значень рН в умовах високих концентрацій кухонної солі та жовчі.

Низьке значення рН у шлунку та жовчні кислоти, які надходять у тонкий відділ кишечника, знижують виживання бактерій, тому ефективність пробіотичних штамів значною мірою залежить від їх стійкості до цих чинників. Кухонна сіль є одним із важливих компонентів під час виробництва розсільних сирів, оскільки впливає на активність ферментів під час визрівання сиру і утворення смакоароматичних сполук, на гідратацію казеїну, а також на термін зберігання сиру. Однак високі концентрації солі мають бактеріостатичний ефект, тому стійкість мікробіальних культур заквашувальних препаратів для сирів до концентрацій солі, які передбачені технологічним процесом, має принципове значення.

Установлено, що досліджувані штами ентерококів за рН 3 не виживали і не проявляли ростових властивостей, а за показника рН 4 лише два штами – *E. durans* SB18 і *E. durans* SB20 були здатні виживати та проявляти добрі ростові властивості, на що вказувало підвищення оптичної густини середовища культивування. За рН 5 усі досліджувані штами ентерококів проявляли ростові властивості, однак штами *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20 давали суттєвіший ріст проти контролю, зокрема оптична густина середовища зростала у 9,8 та 10,8 раза ($p < 0,001$) відповідно.

Під час вивчення стійкості ентерококів до різних концентрацій жовчі встановили, що в умовах 20 % концентрації найвищий ріст проявляли два штами ентерококів – *E. durans* SB18 і *E. durans* SB20, оптична густина середовища культивування цих штамів була вищою проти контролю на 61,9 та 58,9 % ($p < 0,001$) відповідно. Усі досліджувані штами ентерококів здатні упродовж 21 доби виживати в умовах 3–6,5 % концентрації кухонної солі, що вказує на їх придатність до використання у виробництві розсільних сирів.

Ключові слова: *Enterococcus durans*, *E. faecium*, оптична густина, жовч, рН.

Активність мікрофлори бактеріального препарату залежить від багатьох чинників, зокрема фізіологічного стану, біохімічної активності та складу мікроорганізмів. Сучасна молочна промисловість для виробництва ферментованих продуктів і сирів використовує здебільшого імпортні бактеріальні препарати. Принциповою перевагою вітчизняних бактеріальних препаратів є адаптованість штамів молочнокислих бактерій до особливостей си-

ровини, технології традиційних національних продуктів та кліматичних умов. З огляду на це, сьогодні спостерігається тенденція до створення регіональних бактеріальних препаратів з метою збереження традиційних технологій та популяризації національних продуктів. Однак досі залишається невивченою мікрофлора овечого молока і традиційного карпатського розсільного сиру – бринзи.

Отже, у біотехнології створення бактеріальних препаратів актуальним є вивчення функціональних властивостей мікрофлори, виділеної із традиційної карпатської бринзи.

Аналіз останніх досліджень. Під час конструювання пробіотичних препаратів значну увагу приділяють здатності штамів мікроорганізмів виживати в умовах кислого середовища шлунка, високих концентрацій жовчі в тонкій кишці та можливості їх досягати товстого відділу кишечника і проявляти функціональні властивості [1].

Відомо, що молочнокислі бактерії, особливо лактобактерії, стійкі до кислої реакції середовища [2]. Промислові штами молочнокислих бактерій, які використовують для виготовлення пробіотичних препаратів, зазвичай можуть розвиватися за значень рН 4 та нижче [3], а ентерококи, зокрема *E. Faecalis*, здатні адаптуватися до кислих середовищ (рН 2,9) і переносять кислоту екстракту лайма, виявляючи стабільну взаємодію упродовж 12 годин [4].

Важливою характеристикою ентерококів є їх здатність рости в умовах широкого діапазону температур, за високого вмісту кухонної солі та жовчі і низького значення рН. Стійкість до жовчі травної системи є необхідною умовою для колонізації та метаболічної активності бактерій у кишечнику господаря, оскільки клітинні мембрани мікроорганізмів є дуже чутливими до жовчних кислот [5].

Дослідженнями встановлено, що жовчні кислоти, які надходять у дванадцятипалу кишку тонкого кишечника, знижують виживання бактерій, тому ефективність пробіотичних штамів значною мірою залежить від їх стійкості до жовчі [6]. Крім того, про використання ентерококами жовчі як джерела поживних речовин вказує їх здатність виживати і розмножуватися у середовищі з концентрацією жовчі 3 % [7]. Механізми, за допомогою яких пробіотичні бактерії здатні витримати стрес, спричинений жовчними солями, залишаються нез'ясованими, однак, на думку деяких дослідників, їх стійкість ґрунтується на гідролізі жовчних солей [8]. Молочнокислі бактерії також впливають на засвоєння холестеролу макроорганізмом завдяки жовчно-сольовому обміну цих бактерій [9].

Кухонна сіль є одним із важливих компонентів під час виробництва розсільних сирів, оскільки впливає на термін зберігання сиру, розмноження бактерій та активність ферментів під час визрівання, і, отже, на смак та аромат, а також на гідратацію казеїну та формування структури і консистенції сиру [10]. Кухонна сіль посилює гідролітичну здатність сичужного ферменту під час визрівання сиру, гальмує життєдіяльність гнильних бактерій, водночас (у певних концентраціях) сприяє розвитку молочнокислої мікрофлори заквашувальних препаратів і продукуванню нею ферментів [11]. Сіль впливає на розчинність білків і вміст вологи у сирі, що визначає його реологічні властивості та текстуру під час виготовлення. Заразом 5–6 % вміст кухонної солі підвищує розчинність казеїнів у сирах [12] та впливає на здатність казеїнів до зв'язування води казеїновим гелем і надання пластичної консистенції. Однак за високих концентрацій відбувається зниження гідратації казеїну, тому підвищені концентрації солі зумовлюють формування твердішої та жорсткішої структури сиру [13].

Установлено, що натрій хлорид бере участь в утворенні соляної кислоти шлункового соку і постійно наявний в макроорганізмі, тому бактерії, що входять до складу пробіотичних препаратів, мають бути резистентними до цього чинника [2, 14]. Однак дослідженнями встановлено, що не всі штами ентерококів здатні рости за наявності високих концентрацій солі, зокрема за 6,5 % концентрації [15].

Отже, актуальним завданням конструювання нових ефективних пробіотичних препаратів для виробництва сиру є відбір стійких до метаболітів травної системи та солестійких штамів мікроорганізмів.

Метою дослідження було вивчити здатність ентерококів, виділених із традиційної карпатської бринзи [16], виживати в умовах різних значень рН і різних концентрацій солі та жовчі.

Матеріал і методи дослідження. З метою визначення здатності різних штамів *E. durans* SB6, *E. faecium* SB12, *E. durans* SB18, *E. durans* SB20 рости в умовах кислого середовища проводили їх культивування у рідкому МПБ. Для цього культури ентерококів культивували на твердому МРС за температури 37 °С упродовж 18–20 годин. Після цього стерильним ізотонічним розчином натрію хлориду проводили змиви і готували завись мікроорганізмів на 0,5 одиниць за стандартом McFarland. У колби із рідким живильним середовищем МПБ вносили змиви культур із розрахунку $1,5 \times 10^8$ КУО/см³.

Досліджувані проби культивували за рН від 3 до 9 одиниць, температури 37 °С упродовж 24 годин. Ріст ентерококів встановлювали за зміною оптичної густини середовища культивування та визначали за допомогою приладу КФК-3 за довжини хвилі 590 нм.

Здатність ентерококів рости за високих концентрацій жовчі встановлювали через змиви культур (із розрахунку $1,5 \times 10^8$ КУО/см³) у МПБ із 20 та 40 % концентрацією медичної жовчі. Ріст ентерококів встановлювали за зміною оптичної густини середовища культивування. Здатність ентерококів вижити в умовах високих концентрацій натрію хлориду визначали за внесення змивів культур (із розрахунку $1,5 \times 10^8$ КУО/см³) у МПБ із концентрацією солі від 3 до 6,5 %. У динаміці на 1, 2, 3, 5 та 7 доби проводили посіви для виявлення життєздатних культур.

Усі дослідження проводили у трьох повтореннях. Статистичну обробку даних проводили, використовуючи пакети програм Excel та STATISTICA 7,0. Відмінності між величинами вважали статистично значущими за $p \leq 0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення. Під час визначення здатності ентерококів рости у кислому, нейтральному та лужному значеннях живильного середовища отримали дані, наведені у таблиці 1. За рН 3 ріст дослі-

джуваних штамів ентерококів не спостерігали, оскільки оптична густина МПБ була на рівні показників контролю. За показника рН 4 лише два штами – *E. durans* SB18 і *E. durans* SB20 були здатні вижити та проявляти добрі ростові властивості. Установлено, що зі зменшенням кислотності підвищувалась оптична густина середовища культивування. Так, за значення рН 5 штами ентерококів *E. durans* SB6 та *E. faecium* SB12 проявляли добрі ростові властивості, однак штами *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20 давали суттєвіший ріст проти контролю, зокрема оптична густина цих середовищ збільшувалась у 9,8 та 10,8 раза ($p < 0,001$) відповідно. Найкращими ростовими властивостями за показника рН 6 і 7 характеризувалися штами *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20, оскільки оптична густина середовища була вищою у 19,6; 18,2; 20,5 та 20,1 раза ($p < 0,001$) відповідно проти контролю. Однак *E. durans* SB18 проти *E. durans* SB20 мав кращі ростові властивості, зокрема оптична густина середовища культивування була відповідно на 7,2 та 2 % вищою.

У лужному середовищі за рН 8 та 9 усі досліджувані штами ентерококів проявляли досить добрі ростові властивості. Однак найкращі ростові властивості проявляв штам *E. durans* SB20. Так, за рН 8 оптична густина була у 21,0 раза вищою проти контролю, однак

Таблиця 1 – Зміна оптичної густини середовища під час культивування ентерококів за різних значень рН ($M \pm m$, $n=3$)

рН од	Контроль	Штами ентерококів			
		<i>E. durans</i> SB6	<i>E. faecium</i> SB 12	<i>E. durans</i> SB18	<i>E. durans</i> SB20
3	0,012±0,0009	0,013±0,007	0,014±0,0006	0,013±0,0009	0,013±0,001
4		0,070±0,001***	0,071±0,001***	0,073±0,0003***	0,072±0,002***
5		0,033±0,0003***	0,012±0,00033	0,118±0,00033***	0,129±0,0003***
6		0,229±0,0006***	0,122±0,0003***	0,237±0,0007***	0,219±0,0009***
7		0,114±0,0003***	0,175±0,0003***	0,247±0,0009***	0,242±0,0009***
8		0,148±0,0003***	0,179±0,00066***	0,242±0,0003***	0,258±0,002***
9		0,114±0,0003***	0,147±0,0003***	0,215±0,0009***	0,237±0,002***

Примітка: *** - $p < 0,001$.

Таблиця 2 – Зміна оптичної густини середовища під час культивування ентерококів за різних концентрацій жовчі ($M \pm m$, $n=3$)

Концентрація жовчі, %	Контроль	Штами ентерококів			
		<i>E. durans</i> SB6	<i>E. faecium</i> SB 12	<i>E. durans</i> SB18	<i>E. durans</i> SB20
20	0,078±0,001	0,113±0,0015***	0,120±0,0014***	0,126±0,002***	0,124±0,001***
40	0,008±0,0007	0,015±0,0003***	0,017±0,00033***	0,017±0,0003***	0,015±0,0003***

Примітка: *** - $p < 0,001$.

за підвищення рН до 9 оптична густина дещо зменшувалася та була у 19,7 раза вищою проти контролю.

Надалі було досліджено здатність ентерококів виживати в умовах високої концентрації жовчі, дані наведено у таблиці 2. Отримані дані доводять, що в умовах 20 та 40 % концентрації жовчі досліджувані штами ентерококів зберігали свою життєздатність та проявляли ростові властивості. Найвищий ріст за концентрації жовчі 20 % встановлено для двох штамів ентерококів – *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20, оптична густина середовища культивування цих штамів була вищою проти контролю на 61,9 та 58,9 % ($p < 0,001$) відповідно.

За культивування штамів *E. faecium* SB12 і *E. durans* SB18 у середовищі 40 % концентрації жовчі оптична густина була вищою у 2,2 раза ($p < 0,001$) проти контролю, а за культивування *E. durans* SB6 та *E. durans* SB20 оптична густина середовища була вищою у 2,1 та 1,9 раза ($p < 0,001$) відповідно.

Під час визначення здатності ентерококів виживати у різних (3–6,5 %) концентраціях кухонної солі встановили, що впродовж 21 доби досліджувані штами зберігали свою життєздатність.

Висновки.

1. Із досліджуваних чотирьох штамів ентерококів за рН 4 два штами – *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20 були здатні виживати та проявляти ростові властивості. За значення рН 5 оптична густина середовища за культивування штамів *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20 була вищою у 9,8 та 10,8 раза ($p < 0,001$) відповідно, порівнюючи з контролем. За значення рН 6 і 7 найкращими ростовими властивостями також характеризувалися штами *E. durans* SB18 та *E. durans* SB20, оптична густина середовища була вищою у 19,6; 18,2; 20,5 та 20,1 раза відповідно ($p < 0,001$) проти контролю.

2. Встановлено, що за 20 та 40 % концентрації жовчі досліджувані штами ентерококів зберігали свою життєздатність та проявляли ростові властивості. За культивування ентерококів у 20 % концентрації жовчі найкращий ріст виявляли у штамів *E. durans* SB18 і *E. durans* SB20, оптична густина середовища була вищою проти контролю, відповідно, на 61,9 та 58,9 % ($p < 0,001$). В умовах 40 % концентрації жовчі оптична густина за культивування штамів *E. faecium* SB 12 та *E. durans* SB18 була вищою проти контролю у 2,2 раза ($p < 0,001$).

3. Досліджувані штами ентерококів здатні тривалий час виживати у високих концентраціях кухонної солі, зокрема за концентрації від 3 до 6,5 % упродовж 21 доби.

Надалі доцільно вивчати токсико-біологічні властивості штамів ентерококів, виділених із традиційної карпатської бринзи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Даниленко С. Г. Дослідження впливу різних факторів на життєздатність молочнокислих бактерій. Продовольчі ресурси. Технічні науки. 2014. № 3. С. 130–134.
2. Похилько Ю.М., Кравченко Н.О. Стійкість бактерій роду *Lactobacillus* до метаболітів травної системи. Мікробіологія і біотехнологія. 2017. № 2. С. 101–111. Doi: [http://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.2\(38\).105019](http://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.2(38).105019).
3. Marhamatizadeh M. H. Mining of lactic acid bacteria from traditional yogurt (Mast) of Iran for possible industrial probiotic use. Italian Journal of Animal Science. 2019. Vol. 18. Issue 1. P. 663–667. Doi: <http://doi.org/10.1080/1828051x.2018.1552541>.
4. Zaki Mubarak., Cut Soraya. The acid tolerance response and pH adaptation of *Enterococcus faecalis* in extract of lime *Citrus aurantiifolia* from Aceh Indonesia. Version 1; referees: awaiting peer review. F1000 Research. 2018. 7. 287 p. Doi:<https://doi.org/10.12688/f1000research.13990.1>.
5. Consequences of bile salt biotransformations by intestinal bacteria/ Ridlon J. M. et al. Gut microbes. 2016. Vol. 7 (1). P. 22–39. Doi:<https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1127483>.
6. Survival of commercial probiotic strains to pH and bile/ Sahadeva R.P.K. et al. International Food Research Journal. 2011. Vol. 18 (4). № 4. P. 1515–1522.
7. Interspecies diversity, safety and probiotic potential of bacteriocinogenic *Enterococcus faecium* isolated from dairy food and human faeces World / Arun Bhardwaj et al. J. Microbiol. Biotechnol. 2011. № 27. P. 591–602.
8. The Tolerance of *Lactobacillus paracasei* and *Lactobacillus curvatus* Originated From Bovine Colostrum Towards Acidity and Bile Salts as Probiotics Candidate/ Safitri et al. Advance Journal of Food Science and Technology. 2016. № 11 (1). P. 60–63.
9. Ruiz L. Bile resistance mechanisms in *Lactobacillus* and *Bifidobacterium*. Frontiers in Microbiology. 2013. № 4 (396). P. 1–8.
10. Emerging Innovations to Reduce the Salt Content in Cheese; Effects of Salt on Flavor, Texture, and Shelf Life of Cheese; and Current Salt Usage: A Review. / Inhyu Bae et al. Korean J. Food Sci. An. Resour. 2017. Vol. 37 (6). P. 793–798. Doi:<https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.6.793>.
11. Jay Russell Bishop., Marianne Smukowski. Storage temperatures necessary to maintain cheese safety. Food Product Trends. 2006. Vol. 26. № 10. P. 714–724.
12. El-Bakny M. Sodium in different cheese types; Role and strategies of reduction In: Foster R.D., editor. Cheese: Types, nutrition and consumption. Nova Science Publishers, Inc.; NY: 2011. P. 105–118.
13. Tomas T. D., Pearce K. N. Influence of salt on lactose fermentation and proteolysis in Cheddar cheese. J. Dairy Sci. 1985. Vol. 19. P. 561–572.
14. Enrica Pessione Interactive probiotics. Department of Life Sciences and Systems Biology University of Torino – Italy: CRC Press. 2014. 274 p. Doi:<https://doi.org/10.1201/b16439>.
15. Charles M.A., Franz P., Holzapfel Wilhelm H., Stiles Michael E. Enterococci at the crossroads of food safety?

International Journal of Food Microbiology. 1999. Vol. 47 (1-2). P. 1–24.

16. Slyvka I.M., Tsisaryk O.Y., Dronyk G.V., Musiy L.Y. Strains of lactic acid bacteria isolated from traditional Carpathian cheese. Regul. Mech. Biosyst. 2018. Vol. 9 (1). P. 62–68. Doi: <http://doi.org/10.15421/021808>.

REFERENSEC

1. Danilenko, S.G. (2014). Doslidzhennja vplyvu riznyh faktoriv na zhyttjezdarnist' molochnokyslyh bakterij [The influence of various factors on the viability of lactic acid bacteria]. Prodovol'chi resursi [Food resources]. Seriya: Tekhnichni nauki [Series: Technical Sciences]. no. 3, pp. 130–134.

2. Pohil'ko, Ju.M., Kravchenko, N.O. (2017). Stijkist' bakterij rodu Lactobacillus do metabolitiv travnoi sistemi [Resistance of bacteria of the genus Lactobacillus to metabolites of the digestive system]. Mikrobiologija i biotehnologija [Microbiology and biotechnology]. no. 2, pp. 101–111. Available at: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.2\(38\).105019](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2017.2(38).105019).

3. Marhamatzadeh, M.H., Sayyadi, S. (2019). Mining of lactic acid bacteria from traditional yogurt (Mast) of Iran for possible industrial probiotic use. Italian Journal of Animal Science. Vol. 18, Issue 1, pp. 663–667. Available at: <https://doi.org/10.1080/1828051x.2018.1552541>.

4. Zaki, Mubarak., Cut, Soraya. (2018). The acid tolerance response and pH adaptation of Enterococcus faecalis in extract of lime Citrus aurantiifolia from Aceh Indonesia. Version 1; referees: awaiting peer review. F1000Research. 7, 287 p. Available at: <https://doi.org/10.12688/f1000research.13990.1>.

5. Ridlon, J.M. (2016). Consequences of bile salt biotransformations by intestinal bacteria. Gut microbes. Vol. 7 (1), pp. 22–39. Available at: <https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1127483>.

6. Sahadeva, R.P.K., Leong, S.F., Chua, K.H., Tan, C.H., Chan, H.Y., Tong, E.V., Wong, S.Y.W., Chan, H.K. (2011). Survival of commercial probiotic strains to pH and bile. International Food Research Journal. Vol. 18 (4), no.4, pp. 1515–1522.

7. Bhardwaj, Arun., Kaur, Gurpreet., Gupta, Hittu., Vij, Shilpa., Malik, Ravinder K. (2011). Interspecies diversity, safety and probiotic potential of bacteriocinogenic Enterococcus faecium isolated from dairy food and human faeces World. J. Microbiol. Biotechnol. no. 27, pp. 591–602.

8. Safitri, R. (2016). The Tolerance of Lactobacillus paracasei and Lactobacillus curvatus originated from bovine colostrum towards acidity and bile salts as probiotics andidate. Advance journal of food science and technology. no. 11 (1), pp. 60–63.

9. Ruiz, L., Margolles, A., S6nchez, B. (2013). Bile resistance mechanisms in Lactobacillus and Bifidobacterium. Frontiers in microbiology. no. 4 (396), pp. 1–8.

10. Inhyu, Bae., Jong-Hyun, Park., Hee-Young, Choi., Hoo-Kil, Jung. (2017). Emerging Innovations to Reduce the Salt Content in Cheese; Effects of Salt on Flavor, Texture, and Shelf Life of Cheese; and Current Salt Usage: A Review. Korean J. Food Sci. An. Resour. Vol. 37 (6), pp. 793–798. Available at: <http://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.6.793>

11. Jay Russell, Bishop., Marianne, Smukowski. (2006). Storage temperatures necessary to maintain cheese safety. Food Product. Trends. Vol. 26, no. 10, pp. 714–724.

12. El-Bakny, M. (2011). Sodium in different cheese types; Role and strategies of reduction In: Foster R.D., editor. Cheese: Types, nutrition and consumption. Nova Science Publishers, Inc.; NY. pp. 105–118.

13. Tomas, T.D., Pearce, K.N. (1985). Influence of salt on lactose fermentation and proteolysis in Cheddar cheese. J. Dairy Sci. Vol. 19, pp. 561–572.

14. Enrica, Pessione. (2014). Interactive probiotics. Department of Life Sciences and Systems Biology University of Torino – Italy: CRC Press. 274 p. Available at: <https://doi.org/10.1201/b16439>.

15. Franz, Charles M.A.P., Holzapfel, W.H., Stiles, M.E. (1999). Enterococci at the crossroads of food safety? International Journal of Food Microbiology. Vol. 47 (1–2), pp.1–24.

16. Slyvka, I.M., Tsisaryk, O.Y., Dronyk, G.V., Musiy, L.Y. (2018). Strains of lactic acid bacteria isolated from traditional Carpathian cheese. Regul. Mech. Biosyst. Vol. 9 (1), pp.62–68. Available at: <https://doi.org/10.15421/021808>.

Влияние pH и разных концентраций соли и желчи на рост энтерококков, выделенных с природных экосистем

Кушнир И.И.

В статье приведены результаты исследования способности четырех неизученных штаммов энтерококков, выделенных из карпатской брынзы, выживать при различных значениях pH в условиях высоких концентраций поваренной соли и желчи.

Низкое значение pH в желудке и желчные кислоты, которые поступают в тонкий отдел кишечника, снижают выживаемость бактерий, поэтому эффективность пробиотических штаммов в значительной степени зависит от их устойчивости к этим факторам. Поваренная соль является одним из важных компонентов при производстве рассольных сыров, поскольку влияет на активность ферментов во время созревания сыра и образования вкусоароматических соединений, на гидратацию казеина, а также на сроки хранения сыра. Однако высокие концентрации соли обладают бактериостатическим эффектом, поэтому устойчивость микробных культур заквасочных препаратов для сыров к концентрациям соли, предусмотренных технологическим процессом, имеет принципиальное значение.

Установлено, что исследуемые штаммы энтерококков при pH 3 не способны выживать и проявлять ростовые свойства, а при показателе pH 4 только два штамма – E. durans SB18 и E. durans SB20 были способны выживать и обладают хорошими ростовыми свойствами, на что указывало повышение оптической плотности среды культивирования. При pH 5 все исследуемые штаммы энтерококков обладали ростовыми свойствами, однако штаммы E. durans SB18 и E. durans SB20 имели существенный рост по сравнению с контролем, в частности оптическая плотность среды возросла, соответственно, в 9,8 и 10,8 раза ($p < 0,001$).

При изучении устойчивости энтерококков к различным концентрациям желчи установили, что в условиях 20 % концентрации высокий рост проявляли два штамма энтерококков – E. durans SB18 и E. durans SB20, оптическая плотность среды культивирования этих штаммов была выше по сравнению с контролем на 61,9 и 58,9 %

($p < 0,001$) відповідно. Все досліджувані штами ентерококків здатні в течение 21 днів вижити в умовах 3–6,5 % концентрації поваренної солі, що свідчить про їх придатність для використання в виробництві рассольних сири.

Ключевые слова: Enterococcus durans, E. faecium, оптична густина, желчь, pH.

The influence of the pH and various concentrations of salt and bile on the growth of enterococci isolated from natural ecosystems

Kushnir I.

The article presents the results of the studies on ability of four unexplored strains of enterococci isolated from the traditional Carpathian cheese to survive at different pH values under high concentrations of salt (sodium chloride) and bile.

The low pH in the stomach and bile acid which entering to the small intestine reduce the survival of bacteria, so the effectiveness of probiotics strains depends on a large extent on the resistance to the sefactors. Salt is one of the main components in the production of brinecheeses, as it influence on the enzymes activity during cheese ripening and the formation of flavoring compounds, on the hydration of casein, and also on the shelf life of cheese. However, high concentrations of salt exhibit a bacteriostatic effect, so the resistance of microbial cultures to salt concentrations, which a

repredicted by the technological process for brinecheeses, is really important.

The results of the studies established, that the tested strains of enterococci are not able to survive and exhibit growth properties at the value of pH 3 units. At the value of pH 4 units, only two strains E. durans SB18 and E. durans SB20 were able to survive and exhibit good growth properties, as indicated by the increase in the optical density of the culture medium. At the value of pH 5, all the tested strains of enterococci showed growth properties, however, E. durans SB18 and E. durans SB20 strains showed more significant growth than the control samples, in particular, the optical density of the medium increased, respectively, 9,8 and 10,8 times ($p < 0.001$).

During the studying the resistance of enterococci to different concentrations of bile, it was found out that at 20% concentration the highest growth was shown by two strains of enterococci - E. durans SB18 and E. durans SB20, the optical density of the culture medium of the strains were higher compared to the control on 61,9 and 58,9% ($p < 0.001$), respectively. All the tested strains of enterococci were able to survive at the concentration of 3-6,5% sodium chloride for 21 days, indicating their suitability in using the method of production of brinecheeses.

Key words: Enterococcus durans, E. faecium, optical density, bile, pH.



Copyright: Кушнір І.І. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



Кушнір І.І.

ID: <https://orcid.org/0000-0003-3620-1210>