

УДК 579.222:637.3

СЛИВКА І.М., аспірантка

ЦІСАРИК О.Й., д-р с.-г. наук

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

slyvka.88@ukr.net, tsisaryk_o@yahoo.com

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ КОНСТРУЮВАННЯ БАКТЕРІАЛЬНОГО ПРЕПАРАТУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БРИНЗИ

Висвітлені результати біотехнологічних досліджень конструювання нового бактеріального препарату для виробництва бринзи в промислових умовах.

Проведено скринінг 21 культури молочнокислих бактерій. У результаті цілеспрямованого відбору для включення у склад бактеріального препарату Геробактерин відібрано п'ять перспективних штамів молочнокислих бактерій: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* TW54-2, *Lactobacillus plantarum* WCFS1, *Enterococcus faecium* strain L3-2, *Leuconostoc mesenteroides* A7, *Lactococcus garvieae* JB282647 2.

Дослідження показали, що бринза, виготовлена із бактеріальним препаратом Геробактерин відповідає якісним показникам, згідно з ДСТУ 7065:2009, готового продукту, і забезпечує збільшення чисельності життєздатних молочнокислих бактерій до $5,2 \times 10^7$ КУО/1 г продукту.

Виробництво бринзи із підібраним консорціумом мікроорганізмів, який є типовою мікрофлорою для традиційного карпатського сиру бринза, дозволяє отримати безпечний та якісний харчовий продукт із геродієтичними та функціональними властивостями.

Ключові слова: бактеріальний препарат, карпатська бринза, біотехнологічні методи, молочнокислі бактерії, органолептичні показники, фізико-хімічні показники, мікробіологічні показники.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні для виробництва бринзи використовують імпортовані бактеріальні препарати, які характеризуються різним складом мікробіальних культур. Натомість немає бактеріального препарату, склад якого був би найбільш наближеним до природного складу культур молочних бактерій домінуючих у сирому овечому молоці. Як наслідок, на ринку присутні сири різної якості, які не завжди задовольняють очікування споживачів. У доступній вітчизняній літературі є лише незначна кількість повідомлень вчених про придатність застосування імпортованих культур для виробництва розсолених сирів в Україні. Більше наукових досліджень щодо впливу бактеріальних препаратів на якість розсолених сирів зустрічаються в ряді робіт закордонних авторів [1], в яких повідомляється, що для виготовлення сиру були використані поєднання мезо- і термофільних культур (у різних співвідношеннях *Lactococcus* + *Lactococcus* або *Lactococcus* + *Lactobacillus*) [2].

Сьогодні створення бактеріальних препаратів для молочної промисловості має вирішальне значення для одержання високоякісних кисломолочних продуктів та сирів, оскільки ефективність виробництва продукту визначається рівнем біологічної активності мікрофлори препарату. Використання бактеріальних препаратів, які містять спеціально підібрані штами молочнокислих мікроорганізмів з високою активністю, фагостійкістю та антагоністичною дією до технічно шкідливої мікрофлори, дає можливість попереджати передчасне псування кисломолочних продуктів [3].

Молочнокислі бактерії, як складові бактеріального препарату, забезпечують певні біохімічні перетворення у молочній сировині завдяки продукуванню ферментів, вітамінів, білків, незамінних амінокислот та бактеріоцинів, підвищуючи тим самим біологічну цінність і санітарно-епідеміологічну безпеку готового продукту [4].

Безпечність, технологічність і позитивний вплив на організм людини є основними критеріями для відбору промислових штамів молочнокислих бактерій перспективних для включення у склад бактеріальних препаратів згідно із сучасними вимогами. Відповідно проводять комплексну оцінку і всебічне вивчення властивостей. Штами бактеріальних препаратів мають бути ідентифіковані за фено- і генотиповими ознаками, мати генетичний паспорт, проявляти широкий спектр антагоністичних властивостей відносно патогенної і умовно патогенної мікрофлори та бути стабільними і відповідати технологічним вимогам [5].

Детальне вивчення молочнокислих бактерій з природних еконіш, які ще не використовуються у виробництві, дозволить вибирати найперспективніші штами.

Для створення бактеріального препарату для виробництва бринзи в промислових умовах важливим є підбір культур молочнокислих бактерій, які є характерними для певного географічного регіону. Молочнокисла мікрофлора, що бере участь у традиційному виробництві сиру може проявляти унікальні властивості та бути прийнята за основу для конструювання бактеріальної композиції мікроорганізмів.

Метою роботи було створення бактеріального препарату для виробництва бринзи в промислових умовах на основі виділених та ідентифікованих штамів молочнокислих бактерій із бринзи, що виготовляється у непромислових умовах Карпатського регіону України.

Матеріал та методика досліджень. У дослідженнях використано культури молочнокислих бактерій виділені із бринзи, що виготовляється із овечого молока у непромислових умовах Карпатського регіону України. Культури бактерій ідентифіковано на штамовому рівні із використанням сучасних молекулярно-генетичних методів, а саме визначення нуклеотидних послідовностей гена 16S рРНК.

Відбір штамів молочнокислих бактерій для включення у склад бактеріального препарату Геробактерин проводили за комплексом технологічних властивостей, які включали кислотоутворювальну активність ферментації молока, стійкість до високих концентрацій NaCl та температурні оптимуми культивування штамів бактерій, а також за функціональними властивостями.

Здатність культур лактобактерій розвиватись за певних концентрацій NaCl визначали за 2 %, 4 % і 6,5 % її концентрації.

Кислотоутворювальну активність оцінювали за зниженням рН молока, сквашеного відповідним бактеріальним штамом. Бактерії інкубували в стерильному знежиреному молоці без внесення додаткових компонентів, яке розливали у 5 мл пробірки, засівали 1% інокуляту та інкубували за 30 °С у термостаті протягом 3, 6, 9, 24 год. Титровану кислотність молока визначали за ГОСТ 3624-92 «Молоко і молочні продукти. Титрометричні методи визначення кислотності».

Живильне середовище, яке використовували для нарощення біологічної маси молочнокислих бактерій, включало: дріжджовий екстракт – 4,00 г/л, як стимулятор росту лактобактерій, сухе знежирене молоко – 8,00 г/л, лактоза і глюкоза – по 8 г/л, пептон К – 10,00 г/л, глюкоза – 20,00 г/л, триамоній цитрат – 2,00 г/л, K_2HPO_4 – 2,00 г/л, ацетат натрію – 5,00 г/л, $MgSO_4$ – 0,20 г/л, $MnSO_4$ – 0,05 г/л, Твін 80 – 1,00 мл/л. Культивування мікроорганізмів проводили протягом 24 год. Одержану біомасу клітин відокремлювали від культуральної рідини на суперцентрифузі при 15000 об/хв фірми *Thermo Scientific*.

Захисне середовище, яке використовували для біомаси клітин, містило сахарозу (10 %), цитрат натрію (5 %) та сухе знежирене молоко (30 %). Співвідношення біомаси клітин до захисного середовища становило 1:2. Суспензії бактеріальних клітин заморожували і сушили методом сублімації протягом (18±2) год. Початкова температура сушіння – 25 °С, при закінченні +36 °С.

Дозу бактеріального препарату для ферментації молока (25 г/л т молочної основи) встановлено в експериментальних умовах. Підбір дози проведено з розрахунку кінцевого виходу чисельності молочнокислих бактерій у кількості не менше 1×10^7 КУО/1 г.

Аналіз готового продукту проводили згідно з ДСТУ 7065:2009 (Бринза. Загальні технічні умови).

Результати досліджень та їх обговорення. Відбір культур молочнокислих бактерій для конструювання бактеріального препарату Геробактерин проводили за комплексною оцінкою їх властивостей. Загалом, проведено скринінг 21 культури молочнокислих бактерій.

У результаті цілеспрямованого відбору для включення у склад бактеріального препарату Геробактерин було відібрано п'ять штамів лактобактерій: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides* та *Lactococcus garvieae*.

Під час відбору штамів молочнокислих бактерій за технологічними властивостями важливо враховувати ступінь і швидкість кислотоутворення бактеріальних мікроорганізмів, оскільки це безпосередньо впливає на смак продукту, його фізичні якості, швидкість отримання готового продукту, його збереження і взаємодію з іншими компонентами бактеріального препарату.

Активна кислотність (pH), особливо сиру прямо пов'язана з вмістом у ньому і формою кальцію. Повільніше утворення кислоти знижує швидкість переходу однієї форми казеїну, що знаходиться в комплексі з двома іонами кальцію, в іншу форму, що утворює комплекс з одним іоном кальцію (dicalcium para-casein в monocalcium para-casein), що призводить до зниження тягучості кінцевого продукту. Якщо pH молочного згустку продовжує падати до значень 5,1–5,3, то втрачається більше кальцію, згусток стає менш щільним [7]. Активна кислотність (pH) для свіжого молока становить 6,47–6,67. Така кислотність сприятлива для стійкості колоїдної системи молока і розвитку молочної мікрофлори [6]. Кислотоутворювальна здатність слугує критерієм відбору штамів для використання у виробництві ферментованих молочних продуктів та сирів.

Кислотоутворювальну активність штамів щодо зброджування молока вимірювали кількісно. Результати динаміки змін титрованої і активної кислотності молока (pH і °T) за культивування в ньому культур лактобактерій представлені в таблиці 1.

За здатністю бактерій до утворення молочної кислоти найкращими кислотоутворювачами були дві культури C2 і C22 – штами *Lactococcus lactis subsp. lactis* – із енергією кислотоутворення 98 і 97 °T відповідно. Менш виражена кислотоутворювальна здатність відзначалась для виду *Lactococcus garvieae* культури B19 – 65 °T та C28 – 45 °T.

Обов'язковою операцією у процесі виробництва бринзи є її соління. Стійкість лактобактерій до високих концентрацій NaCl – 5 % (для виробництва бринзи з овечого пастеризованого молока) та 7 % (для виробництва бринзи з овечого сирого молока) є одним із важливих критеріїв у підборі культур для виробництва бринзи.

Таблиця 1 – Кислотоутворювальна активність культур молочнокислих бактерій

№ п/п	№ культури	Назва штаму	3 год		6 год		9 год		24 год	
			pH	°T	pH	°T	pH	°T	pH	°T
1	A1	<i>Lactobacillus plantarum</i> strain RU26303	6,28	38,0	6,00	44,5	5,85	50,0	5,15	75,0
2	A2	<i>Enterococcus faecium</i> strain L11	6,46	36,0	6,32	40,0	5,69	55,0	5,12	79,0
3	A5	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> strain IMAU32258	6,29	39,0	5,90	45,0	5,38	65,0	4,90	94,0
4	A8	<i>Enterococcus faecium</i> strain IMAU9421	6,90	34,0	6,15	41,0	5,50	56,0	5,01	83,0
5	A10	<i>Lactobacillus plantarum</i> WCFS1	6,21	41,0	5,97	47,5	5,76	54,0	5,14	81,0
6	A11	<i>Lactococcus garvieae</i> strain Visse 08/519-15	6,70	33,0	6,35	40,0	5,95	46,5	5,45	60,0
7	A13	<i>Lactobacillus plantarum</i> strain KLDS 1.0728	6,26	40,0	5,99	46,0	5,88	52,0	5,02	84,0
8	A15	<i>Leuc. mesenteroides</i> strain SWU99202	6,35	39,0	6,00	42,0	5,80	52,0	5,41	63,0
9	A17	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> strain A7	6,40	38,0	6,05	41,0	5,76	53,0	5,30	67,0
10	A22	<i>Leuc. pseudo-mesenteroides</i> strain 4-3	6,67	31,0	6,62	32,0	6,27	37,0	6,02	46,0
11	A23	<i>Leuc. pseudo-mesenteroides</i> strain 3-11	6,56	32,0	6,31	36,0	6,18	39,0	5,89	51,0
12	A24	<i>Lactobacillus plantarum</i> strain C11(5)	6,34	37,0	6,12	41,0	5,96	49,0	5,28	72,0
13	B7	<i>Enterococcus faecium</i> strain Shahedfarahani	6,66	33,0	6,34	40,0	5,89	50,0	5,39	68,0
14	B17	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> II1403	6,34	37,0	5,98	42,0	5,30	64,0	4,99	92,0
15	B19	<i>Lactococcus garvieae</i> strain JB282647 2	6,65	33,0	6,30	42,0	5,86	49,0	5,33	65,0
16	C2	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> strain TW54-2	6,15	43,0	5,79	48,0	5,18	71,0	4,81	98,0
17	C11	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> strain Gh1	6,37	38,0	5,88	44,0	5,15	69,0	4,93	94,0
18	C22	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> strain CCMMB1057	6,30	36,0	5,90	42,0	5,00	76,0	4,87	97,0
19	C28	<i>Lactococcus garvieae</i> strain 11.909-3	6,68	30,0	6,63	32,0	6,28	37,0	6,02	45,0
20	C29	<i>Enterococcus faecium</i> strain L3-23	6,61	34,0	6,17	42,0	5,67	54,0	4,93	87,0
21	C31	<i>Enterococcus durans</i> strain FMA8	6,58	34,0	6,15	42,5	5,87	50	5,18	74,0

Результати активності росту культур бактерій за різних концентрацій NaCl наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристика культур бактерій до здатності рости і розвиватись за різних концентрацій NaCl

№ п/п	№ культури	Назва штаму	P_{cm} за 2 % NaCl	P_{cm} за 4 % NaCl	P_{cm} за 6,5 % NaCl
1	A1	<i>Lactobacillus plantarum</i> RU26303	+	+	+
2	A2	<i>Enterococcus faecium</i> L11	+	+	+
3	A5	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> IMAU32258	+	+	-

4	A8	<i>Enterococcus faecium</i> IMAU9421	+	+	+
5	A10	<i>Lactobacillus plantarum</i> WCFS1	+	+	+
6	A11	<i>Lactococcus garvieae</i> Visse 08/519-15	+	+	+
7	A13	<i>Lactobacillus plantarum</i> KLDS 1.0728	+	+	-
8	A15	<i>Leuc. mesenteroides</i> SWU99202	+	-	-
9	A17	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> A7	+	+	-
10	A22	<i>Leuc.pseudomesenteroides</i> 4-3	+	-	-
11	A23	<i>Leuc. pseudomesenteroides</i> 3-11	+	-	-
12	A24	<i>Lactobacillus plantarum</i> C11(5)	+	+	-
13	B7	<i>Enterococcus faecium</i> Shahedfarahani	+	+	+
14	B17	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> II1403	+	+	-
15	B19	<i>Lactococcus garvieae</i> JB282647 2	+	+	+
16	C2	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> TW54-2	+	+	+
17	C11	<i>Lactococcus lactis</i> Gh1	+	+	-
18	C22	<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> CCMMB1057	+	+	-
19	C28	<i>Lactococcus garvieae</i> strain 11.909-3	+	+	+
20	C29	<i>Enterococcus faecium</i> strain L3-23	+	+	+
21	C31	<i>Enterococcus durans</i> strain FMA8	+	+	+

Найстійкішими до високих концентрацій NaCl, за своєю біологією, відзначено культури роду *Enterococcus* A2, A8, B7, C29, C31 та вид *Lactococcus garvieae* A11, B19 та C28.

За підсумком технологічних параметрів для конструювання бактеріального препарату було відібрано 5 штамів лактобактерій: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* TW54-2, *Lactobacillus plantarum* WCFS1, *Enterococcus faecium* strain L3-2, *Leuconostoc mesenteroides* A7, *Lactococcus garvieae* JB282647 2.

Для культур, перспективних для включення до складу бактеріального препарату, до уваги брали стійкість до NaCl 6,5 %. Штам *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* TW54-2- C2 проявляв більшу стійкість до NaCl та обраний як основний кислотоутворювач у складі бактеріального препарату.

Lactobacillus plantarum WCFS1 використаний як функціональний штам [8]. Його кислотоутворювальна здатність у процесі культивування є помірною, однак він є стійким до високих концентрацій NaCl.

Для бактеріального препарату Геробактерин відібрано штам *Enterococcus faecium* strain L3-23 із енергією кислотоутворення 87 °T на 24 год культивування та стійкістю до концентрації NaCl 6,5 %.

Включення *Enterococcus faecium* обґрунтовано тим, що його штами становлять значну частку від загальної кількості мікроорганізмів. За своєю біологією ентерококи володіють високою здатністю до виживання. Здатність до високих концентрацій солі та високих температур створює можливості використання їх у різних технологічних процесах. Особливо важливим є те, що *Enterococcus faecium* проявляє геродіетичні властивості [9].

Використання ентерококів за виготовлення традиційних національних сирів може бути обґрунтовано їх важливими технологічними і біологічними властивостями.

Нещодавно у торгову мережу України надійшов функціональний кисломолочний напій – Геролакт. Продукт отриманий на основі бактеріального препарату із включенням *Streptococcus thermophilus*, як сильного кислотоутворювача та *Enterococcus faecium*, як функціонального мікроорганізму. Технологію виробництва Геролакту було розроблено ще у 1984 р. вітчизняними науковцями Інституту продовольчих ресурсів, Інституту геронтології, Інституту мікробіології і вірусології із застосуванням спеціального бактеріального концентрату на основі традиційних молочнокислих бактерій та культури *Enterococcus faecium*, характерної для довгожителів Абхазії [10].

Штам *Leuconostoc mesenteroides* A7 залучений до бактеріального препарату, як ароматоутворювальний вид, але із зниженою стійкістю до NaCl – 4 %.

Lactococcus garvieae JB282647 2 відібраний як типовий штам. За технологічними властивостями він характеризувався низькою здатністю до кислотоутворення – 65 °T, але високою стійкістю до NaCl – 6,5 %. Включення штамів *Lactococcus garvieae* у склад бактеріального препарату для виробництва бринзи в промислових умовах має на меті збереження типового природного бактеріального заселення і їх відповідальності за типові сенсорні

властивості традиційного сиру. Штами *Lactococcus garvieae* можна вважати важливою частиною мікробіального складу бринзи, пов'язаного із природною ферментацією [11].

Таким чином, у складі бактеріального препарату Геробактерин відтворена природна популяція молочнокислих мікроорганізмів, що беруть участь в процесі виробництва сиру бринза, який виготовляється з овечого молока у непромислових умовах Карпатського регіону України.

Бактеріальний препарат Геробактерин створений на міжвидовій, багатощтамовій основі з використанням бактерій родів *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* та *Enterococcus*. Процес отримання препарату Геробактерин проводили за загальною схемою: підготовка живильних середовищ для нагромадження біомаси, підготовка посівного матеріалу, охолодження та відокремлення біомаси від культуральної рідини та змішування із захисним середовищем. Кожний етап мав свої особливості, які визначалися індивідуальними властивостями культур мікроорганізмів.

На підставі збереження природної популяції молочнокислих бактерій традиційної карпатської бринзи склад бактеріального препарату Геробактерин представлений у такому співвідношенні культур бактерій: *Lactococcus lactis subsp. lactis* – 50 %, *Lactobacillus plantarum* – 15 %, *Enterococcus faecium* – 20 %, *Leuconostoc mesenteroides ssp. mesenteroides* – 10 % та *Lactococcus garvieae* – 5 %.

Вихід сухого бактеріального концентрату складав $9,1 \times 10^{11}$ КУО/г. Одержаний препарат має вигляд однорідної маси світло-жовтого кольору без запаху. Чисельність мікроорганізмів та активність препарату Геробактерин наведена у таблиці 3.

Основним призначенням новоствореного бактеріального препарату Геробактерин є його використання як заквашувального препарату у виробництві розсольного сиру – бринзи.

Вибір молочнокислих культур та їх співвідношення дає підстави очікувати, що використання їх у складі бактеріального препарату для виробництва бринзи забезпечить як стабільність перебігу технологічного процесу, так і високу якість готового продукту.

Із використанням бактеріального препарату Геробактерин зроблено дослідну партію бринзи, виготовленої із овечого молока за класичною технологією. До уваги брали органолептичні показники виготовленої бринзи, фізико-хімічні та мікробіологічні.

Таблиця 3 – Характеристика бактеріального концентрату Геробактерин

Показник	Кількість життєздатних клітин
Загальна чисельність МКБ, $\times 10^{11}$ КУО/г, в тому числі	9,1 \pm 0,8
<i>Lactococcus lactis subsp. lactis</i>	4,5 \pm 0,3
<i>Lactobacillus plantarum</i>	1,35 \pm 0,3
<i>Enterococcus faecium</i>	1,81 \pm 0,3
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	0,91 \pm 0,3
<i>Lactococcus garvieae</i>	0,46 \pm 0,3
Активність (1г/л молока, 30°C):	
Кислотність через 3 год	32 \pm 2
За терміном згортання молока, год	6,0 \pm 0,5
Вологість, %	5,0

Виготовлена бринза відзначалась добрими органолептичними характеристиками, притаманними бринзі, що відповідали вимогам ДСТУ. Зокрема, характерною для розсольних сирів щільністю і достатньо пластичною консистенцією, вираженим смаком, запахом і рисунком. Масова частка жиру в сухій речовині становила 44,2 %, масова частка води 53,1 % і вміст NaCl – 5,1 %. Патогенна мікрофлора, в т. ч. сальмонела не виявлені.

В готовому продукті кількість молочнокислих бактерій на 20-ту добу дозрівання бринзи становила $5,2 \times 10^7$ КУО/1 г, що є вищим на два порядки щодо чисельності лактобактерій в бринзі, виготовленій у непромислових умовах ($4,4 \times 10^5$ КУО/1 г, підрахунок проведено попередньо за виділення та ідентифікації молочнокислих бактерій).

На підставі цього стверджуємо, що використання препарату Геробактерин має позитивний вплив на якість виготовленого продукту – бринзи, не лише щодо органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників (згідно з ДСТУ 7065:2009), але й щодо кількості життєздатних молочнокислих бактерій.

Геробактерин – бактеріальний препарат, що вперше створений в Україні для виробництва бринзи на основі штамів молочнокислих мікроорганізмів, ідентифікованих за їх генетичними властивостями. Він є чинником збереження природної бактеріальної системи традиційного овечого сиру – бринзи (яка виготовляється у непромислових умовах Карпатського регіону України), роль яких, безпосередньо, пов'язана із природною ферментацією молока.

Висновки та перспективи дальших досліджень. 1. За комплексом технологічних та функціональних властивостей відібрано 5 перспективних штамів молочнокислих бактерій для конструювання бактеріального препарату Геробактерин для виробництва бринзи у промислових умовах.

2. Використання консорціуму мікроорганізмів *Lactococcus lactis subsp. lactis* TW54-2, *Lactobacillus plantarum* WCFS1, *Enterococcus faecium* strain L3-2, *Leuconostoc mesenteroides* A7, *Lactococcus garvieae* JB282647 2, що є типовою мікрофлорою для традиційного карпатського сиру бринза, дозволяє отримати безпечний та якісний харчовий продукт із геродієтичними та функціональними властивостями.

Подальші дослідження будуть спрямовані на з'ясування впливу нового бактеріального препарату для виробництва бринзи на її амінокислотний склад та терміни зберігання продукту.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Karakuş M. Effect of starter composed of various species of lactic acid bacteria on quality and ripening of Turkish white pickled cheese / M. Karakuş // Dairy J. – 2002. – Vol. 12. – P. 635–648.
2. Hayaloglu A.A. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish white cheese «Beyaz Peynir» / A.A. Hayaloglu, M. Guven, P.F. Fox // Int. Dairy J. – 2002. – Vol. 12. – P. 635–648.
3. Подгорский В.С. Продукты функционального питания на основе молочнокислых бактерий / В.С. Подгорский, Н.К. Коваленко // Биотехнология – состояние и перспективы развития: материалы 1-го Междунар. конгресса, Москва, 14–18 октября, 2002 г. – М., 2002. – 338 с.
4. Наumenko O.B. Розробка технології бактеріальних препаратів із залученням *Lactobacillus casei* ssp. для виробництва функціональних молочних напоїв: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / О.В. Наumenko. – К., 2005. – 22 с.
5. Иркитова А.Н. Эколого-биологическая оценка штаммов *Lactobacillus acidophilus*, используемых в производстве пробиотических продуктов: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук: спец. 03.02.03 «Микробиология» / А.Н. Иркитова. – Пермь, 2012. – 22 с.
6. Дідух Н.А. Наукові основи розробки технології молочних продуктів функціонального призначення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук / Н.А. Дідух. – Одеса, 2008. – 28 с.
7. Siegmundfeldt H. Dynamic changes of intracellular pH in individual lactic acid bacterium cells in response to a rapid drop in extracellular pH / H. Siegmundfeldt, K.B. Reclinger, M. Jakobsen // Appl. Environ. Microbiol. – 2000. – Vol. 66, № 6. – P. 2330–2335.
8. The prophage sequences of *Lactobacillus plantarum* strain WCFS1 / M. Ventura, C. Canchaya, M. Kleerebezem [et al.] // Virology. – 2003. – Vol. 316. – P. 245–255.
9. Чагаровський О.П. Функціональні кисломолочні продукти геродієтичного призначення / О.П. Чагаровський, Н.А. Дідух // Проблеми старіння і довголіття. – К., 2011. – Т. 20, № 2. – С. 214–222.
10. Геролакт – ферментированный молочный продукт для продления активного долголетия / Н.К. Коваленко, С.А. Касумова, Т.Н. Головач [и др.] // Медицинские аспекты микробной экологии. – М., 1993/1994. – Вып. 7, ч. II. – С. 197–202.
11. Phenotypic typing, technological properties and safety aspects of *Lactococcus garvieae* strains from dairy environments / M.G. Fortina, G. Ricci, R. Foschino [et al.] // J. of Applied Microbiology. – 2007. – Vol. 103. – P. 445–453.

REFERENCES

1. Karakuş M. Effect of starter composed of various species of lactic acid bacteria on quality and ripening of Turkish white pickled cheese / M. Karakuş // Dairy J. – 2002. – Vol. 12. – P. 635–648.
2. Hayaloglu A.A. Microbiological, biochemical and technological properties of Turkish white cheese «Beyaz Peynir» / A.A. Hayaloglu, M. Guven, P.F. Fox // Int. Dairy J. – 2002. – Vol. 12. – P. 635–648.
3. Podgorskij V.C. Produkty funkcional'nogo pitaniya na osnove molochnokislykh bakterij / V.C. Podgorskij, N.K. Kovalenko // Biotehnologija – sostojanie i perspektivy razvitija: materialy 1-go mezhdunar. kongressa, Moskva, 14–18 oktjabrja, 2002 g. – М., 2002. – 338 s.
4. Naumenko O.V. Rozrobka tehnologii bakterial'nih preparativ iz zaluchennjam *Lactobacillus casei* ssp. dlja virobniectva funkcional'nih molochnih napoiv: avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk / O.V. Naumenko. – К., 2005. – 22 s.
5. Irkitova A.N. Jekologo-biologicheskaja ocenka shtammov *Lactobacillus acidophilus*, ispol'zuemyh v proizvodstve probioticheskix produktov: avtoref. dis. na soiskanie uchenoj stepeni kand. biol. nauk: spec. 03.02.03 «Mikrobiologija» / A.N. Irkitova. – Perm', 2012. – 22 s.

6. Diduh N.A. Naukovi osnovy rozrobky tehnologii' molochnyh produktiv funkcional'nogo pryznachennja: avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja d-ra tehn. nauk / N.A. Diduh. – Odesa, 2008. – 28 s.
7. Siegmundfeldt H. Dynamic changes of intracellular pH in individual lactic acid bacterium cells in response to a rapid drop in extracellular pH / H. Siegmundfeldt, K.B. Reclinger, M. Jakobsen // Appl. Environ. Microbiol. – 2000. – Vol. 66, № 6. – P. 2330–2335.
8. The prophage sequences of *Lactobacillus plantarum* strain WCFS1 / M. Ventura, C. Canchaya, M. Kleerebezem [et al.] // Virology. – 2003. – Vol. 316. – P. 245–255.
9. Chagarovs'kyj O.P. Funkcional'ni kyslomolochni produkty gerodijetychnogo pryznachennja / O.P. Chagarovs'kyj, N.A. Diduh // Problemy starenija i dolgoletija. – K., 2011. – T. 20, № 2. – S. 214–222.
10. Gerolakt – fermentirovannyj molochnyj produkt dlja prodlenija aktivnogo dolgoletija / N.K. Kovalenko, S.A. Kasumova, T.N. Golovach [i dr.] // Medicinskie aspekty mikrobnaj jekologii. – M., 1993/1994. – Vyp. 7, ch. II. – S. 197–202.
11. Phenotypic typing, technological properties and safety aspects of *Lactococcus garvieae* strains from dairy environments / M.G. Fortina, G. Ricci, R. Foschino [et al.] // J. of Applied Microbiology. – 2007. – Vol. 103. – P. 445–453.

Биотехнологические аспекты конструирования бактериального препарата для производства брынзы

И.Н. Сливка, О.И. Цисарык

Приведены результаты биотехнологических исследований конструирования нового бактериального препарата для производства брынзы в промышленных условиях. Проведен скрининг 21 культуры молочнокислых бактерий. В результате целеустремленного отбора для включения в состав бактериального препарата Геробактерин отобраны пять перспективных штаммов молочнокислых бактерий: *Lactococcus lactis subsp. lactis* TW54-2, *Lactobacillus plantarum* WCFS1, *Enterococcus faecium* strain L3-2, *Leuconostoc mesenteroides* A7, *Lactococcus garvieae* JB282647 2.

Исследования показали, что брынза, изготовленная с бактериальным препаратом Геробактерин отвечает качественным показателям, согласно ДСТУ 7065:2009, готового продукта, и обеспечивает увеличение численности жизне-способных молочнокислых бактерий до $5,2 \times 10^7$ КОЕ / 1 г продукта.

Производство брынзы с подобранным консорциумом микроорганизмов, который является типичной микрофлорой для традиционного карпатского сыра брынза, позволяет получить безопасный и качественный пищевой продукт из геродиетическими и функциональными свойствами.

Ключевые слова: бактериальный препарат, карпатская брынза, биотехнологические методы, молочнокислые бактерии, органолептические показатели, физико-химические показатели, микробиологические показатели.

Надійшла 14.04.2015