

7. Хавкин А. И. Пробиотические продукты питания и естественный иммунитет // Лечащий врач. Медицинский научно-практический журнал. – 2009. – № 8. – С. 118 – 124.
8. Шевелева С. А. Медико-биологические требования к пробиотическим продуктам и биологически активным добавкам к пище // Инфекционные болезни. – 2004. – № 3. – С. 86 – 90.
9. Gill H. S., Guarner F. Probiotic and human health: a clinical perspective // Postgraduate Medical Journal. – 2004. – 80 (947). – P. 516 – 526.
10. Saavedra J. M., Tscherina A. Human studies with probiotics and prebiotics: clinical implication // Br. J. Nutr. – 2002. – V. 87, № 2. – P. 241 – 246.
11. Salminen S., Bouley C., Boutron-Ruault M-C. et al. Functional food science and gastrointestinal physiology and function // Br. J. Nutr. – 1998. – № 80. – P. 147 – 171.

УДК 547.458.2

ВПЛИВ БІФІДОФЛОРИ НА АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД ФЕРМЕНТОВАНИХ СИНБІОТИЧНИХ МОЛОЧНИХ НАПОЇВ

*Голуб Б.О., канд. техн. наук, **Даниленко С.Г., канд. техн. наук,

*Рудаєвська Г.Б., д-р. с.-г. наук, професор

*Київський національний торговельно-економічний університет,

**Технологічний інститут молока та м'яса УААН

У статті наведено аналіз літературних джерел щодо особливостей розвитку біфідобактерій у молоці, впливу біфідогенних чинників на інтенсивність ферментування біфідобактеріями молочної сировини. Наведені результати аналізу амінокислотного складу синбіотичних кисломолочних напоїв, отриманих за допомогою різних штамів біфідобактерій.

It was analyzed of source of information that concerned to specifics of bifidobacteria growth in milk. Also it was analyzed influence of bifidus factors to milk fermentation by bifidobacteria. It was showed results of analyze of amino acids content of synbiotic beverages, that fermented with different strains of bifidobacteria.

Ключові слова: біфідобактерії, синбіотичні молочні напої, амінокислоти, біфідогенні фактори.

Управління якістю ферментованих синбіотичних молочних напоїв передбачає використання спеціального інструментарію для керування насамперед такими складниками якості, як відповідність нормативним показникам, харчова безпечність та харчова цінність. Саме остання включає в себе ті критерії, які входять до списку першочергових для споживача. Здебільшого споживач впевнений, що продукція у місцях організованої торгівлі відповідає вимогам нормативних актів та документів. А от склад корисних компонентів, харчова цінність набирають все більшої ваги для споживацького вибору. Особливо це стосується сегменту харчових продуктів спеціального дієтичного призначення, оскільки на цьому ринку рівень освіченості споживача, усвідомлений вибір товару після ознайомлення з доступною інформацією є найбільш вираженими з-поміж інших сегментів ринку харчових продуктів. Інформативність споживчого маркування продуктів цієї групи повинна бути якнайвищою. Для еубіотичних харчових продуктів важливою частиною споживчого маркування є інформація про склад корисної пробіотичної мікрофлори. Зокрема, її склад є визначальним чинником у формуванні органолептичних та фізико-хімічних властивостей ферментованих молочних напоїв. Традиційний асортимент ферментованих молочних напоїв за шириною та глибиною нині значно поступається новітньому. Ряд мікроорганізмів введені у молокопереробне виробництво відносно недавно. І процес цей невпинно продовжується. Зрозуміло, що орієнтиром у виборі продукції з певною харчовою цінністю тепер є не найменування, а його склад. При цьому ряд не обов'язкових з точки зору стандартів характеристик харчової цінності не наводиться на маркуванні через значний обсяг чи відсутність такої традиції. Наприклад, це стосується і амінокислотного складу ферментованих молочних напоїв. Вид використовуваних заквашувальних мікроорганізмів може допомогти споживачу в оцінці харчової цінності харчового продукту, що робить завдання вивчення впливу заквашувальних культур на амінокислотний склад ферментованих продуктів актуальним.

Нами було поставлено за мету дослідити вплив біфідофлори на перебіг процесів перетворення азотистих сполук та формування амінокислотного складу готових синбіотичних напоїв. Об'єктом було обрано ферментовані молочні синбіотичні напої з використанням водного екстракту цикорію та різним складом біфідофлори. Для ферментації нами були обрані чисті монокультури біфідобактерій *Bifidobacterium*

longum та *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis*, Обрані види біфідобактерій є одними з найбільш розповсюджених пробіотиків, які використовуються у виробництві ферментованих молочних продуктів профілактичної дії. Монокультура *Bifidobacterium longum* виділена спеціалістами Технологічного інституту молока та м'яса УААН (паспорт культури ІМВ В 7165, в подальшому у тексті МК1). Монокультура *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (*Bifidobacterium bb-12*, в подальшому у тексті МК2) є закваскою прямого внесення, яка використовується для виробництва кисломолочних напоїв (сублімована закваска АВТ-10, виробник CHR Hansen). Також проводилась інкубація змішаної культури з вищезгаданих біфідобактерій у рівній пропорції. Культивування біфідобактерій проводили відповідно до Методичних вказівок «Визначення кількості біфідобактерій у кисломолочних продуктах» та чинних стандартів. Для ферментації використовувалось стерилізоване коров'яче молоко жирністю 3,2 %. Як синбіотичний складник використовували водний екстракт з обсмажених частинок коренеплодів цикорію кореневого. Вміст амінокислот визначався методом рідинної хроматографії [1, 2, 3].

Штам *Bifidobacterium bb-12* був спеціально селекціонований Chr. Hansen для виробництва ферментованих пробіотичних молочних продуктів. Ця культура широко використовується для виготовлення харчових продуктів для дитячого харчування як пробіотичний збагачувач ферментованих і неферментованих харчових продуктів. Даний штам має помірну толерантність до кисню, що створює можливість розвитку у коров'ячому молоці, хоча згідно зі специфікаціями виробника штам повільно розвивається у молоці. Виробником рекомендується вводити закваску у рецептуру продукту з розрахунку КУО (колонієутворювальні одиниці), близького до бажаного у готовому продукті. Однак наші дослідження показали можливість виготовлення ферментованих молочних продуктів на цій монокультурі з підвищенням кількості життєздатних КУО в готовому продукті на порядок [4].

Штам *Bifidobacterium longum* VKPM S-1514, виділений спеціалістами Технологічного інституту молока та м'яса УААН, депонований у Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАНУ, призначений для використання як у складі бактеріальних концентратів, так і для безпосереднього ферментування і виробництва кисломолочних продуктів. Штам характеризується помірною стійкістю до кисню.

Біфідобактерії нині є одним з найбільш використовуваних та рекомендованих пробіотиків. Але на томість вони досить рідко використовуються як єдина заквашувальна культура або основний її інгредієнт. Більша частина виділених штамів, які визнані пробіотиками, проявляють низьку ферментувальну активність у молоці. Це пояснюється впливом ряду чинників, зокрема незначною кількістю доступних джерел азоту. Ряд досліджень вказують на недостатню кількість вільних амінокислот та низькомолекулярних поліпептидів у молоці для розвитку біфідобактерій [5, 6, 7].

Штами біфідобактерій характеризуються різною стійкістю до високої кислотності та агресивного впливу жовчних кислот. Ці чинники слід обов'язково враховувати при доборі пробіотичних штамів. Найбільш стійкими на даний час вважаються *B. longum*, *B. pseudolongum* та *B. animalis*. Наприклад, *B. longum* може існувати навіть з концентрації жовчних кислот 4 %. Саме тому їх найчастіше вводять до складу рецептури ферментованих еубіотичних молочних продуктів. Крім того, надходження біфідобактерій до організму аліментарним шляхом у складі ферментованих молочних напоїв позитивно впливає на виживання клітин під дією висококислотного шлункового соку. У складі кисломолочних напоїв біфідобактерії певний час адаптуються до кислого середовища за відносно неагресивного значення рН (4,5-5,5). Така адаптація може збільшити число життєздатних колонієутворювальних одиниць після дії шлункового соку у 100 разів. Адаптивність біфідобактерій пов'язана з підвищеним синтезом гідрофобного фактора на поверхні клітинної стінки. Висока стійкість та адаптивність названих видів біфідобактерій обумовила наш вибір щодо заквашувальних культур для виробництва ферментованих синбіотичних молочних напоїв.

Біфідобактерії не досить широко використовуються у виробництві молочних продуктів. Це пов'язано з фізико-хімічними властивостями молока та його складом. Казеїн, основний білок коров'ячого молока, є малодоступним джерелом азоту для біфідобактерій. Розповсюдженим способом їх стимулювання при одноосібному культивуванні у молоці є додавання дріжджових екстрактів або гідролізатів молочних білків у молоко під час ферментації. Іншим шляхом є спільне культивування з активними протеолітами, зокрема бактеріями *Streptococcus thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* [8].

Крім того, біфідобактерії характеризуються вираженою потребою у різноманітних чинниках росту. Зокрема, більшість штамів, виділених з феєс людини, проявляють вимогливість щодо вмісту у субстраті тіаміну, піридоксину, фолієвої кислоти, ціанкобаламіну, нікотинової кислоти. Крім того, для росту вони потребують магнію, марганцю, заліза. При цьому потреба у різних формах останнього залежить від рН середовища. У кислому середовищі переважно використовується двовалентне залізо, у нейтральному – тривалентне. Також виявлена залежність інтенсивності розвитку біфідобактерій від наявності у середовищі N-ацетилглюкозаміну. При цьому чутливість до цього чинника найбільш виражена у *Bifidobacterium bifidum*. При цьому вирізняють чутливі і нечутливі до цього чинника штами. *Bifidobacterium longum*

чутливі до так званого термолабільного біфідогенного чинника BL, який за припущенням відноситься до поліпептидів. Обидва вищезазначені види чутливі до наявності у середовищі сірковмісних залишків казеїну. Цим пояснюється стимулююча активність гідролізату казеїну на ріст біфідобактерій [9, 10, 11].

Біфідобактерії також чутливі і до вмісту ряду речовин рослинного походження, деякі з котрих використовуються як пребіотики. Найбільшого розповсюдження набули олігосахариди, зокрема фруктоолігосахариди. Пребіотики-полісахариди та олігосахариди активізують життєдіяльність мікроорганізмів, слугуючи останнім джерелом енергії. Їх перевагою є те, що вони практично не розщеплюються ферментами травного каналу людини і тому надходять до товстої кишки, основного резервуара кишкової мікрофлори, у значній кількості. Ці речовини найактивніше ферментуються молочнокислими бактеріями та біфідобактеріями, таким чином забезпечуючи їм конкурентну перевагу відносно інших складових мікробіоценозу кишечника. Разом з лактулозою вони є основними пребіотиками. Пребіотична активність фруктоолігосахаридів залежить від ступеня полімеризації полісахаридного ланцюга.

Природним джерелом фруктоолігосахаридів є ряд рослин, з яких в Україні промислове значення мають лише топінамбур *Helianthus tuberosus* та кореневий цикорій *Cichorium intybus*. Вміст інуліну у вітчизняних сортах кореневого цикорію Уманський 90, Уманський 95, Уманський 96, Уманський 97, Уманський 99 сягає (13-16) %. Екстрагування теплою водою дозволяє вилучити практично всі розчинні та умовно розчинні вуглеводи з цикорію. Вміст суми інуліну та фруктоолігосахаридів в екстракті становить (17-18) % [12].

Як вже було відзначено вище, молоко є не самим сприятливим середовищем для розвитку біфідобактерій. Основними гальмівними чинниками є недостатня кількість органічних сполук-джерел азоту, наявність кисню і як наслідок високий окисно-відновний потенціал. Крім того, склад молока може змінюватись у значних межах щодо вмісту означених вище біфідогенних факторів, мікроелементного складу. Сукупний вплив цих чинників позначається на гальмуванні росту біфідобактерій, зміні морфологічних та культуральних властивостей (переважання паличкоподібних форм над розгалуженими, збільшення розміру клітин, неповне відділення клітин при поділі, утворення колоній неспецифічної форми), подовженні терміну ферментації молока. Нами було проведено ферментацію молока за температури 37 °С. Утворення згустку спостерігалось у різний час для різних штамів. Найшвидше (впродовж 6-7 год) згусток утворився при ферментуванні молока культурою МК-1. При ферментуванні культурою МК-2 згусток утворився впродовж 9-10 год. Двокомпонентна культура з названих штамів викликала утворення згустку впродовж 8-9 год. При цьому згусток, утворений МК-1, характеризувався нерівномірністю, дряблістю, інтенсивним відділенням сироватки. Додавання екстракту цикорію дозволило прискорити процес утворення згустку на (15-20) % та зменшити відділення сироватки.

Особливостями амінокислотного складу ферментованих молочних продуктів є накопичення підвищеної кількості тих амінокислот, котрі помірно або зовсім не використовуються у метаболізмі мікроорганізмів заквашувальних культур. Зокрема, у кисломолочних напоях спостерігається посилене накопичення глутамінової кислоти, проліну, у меншій мірі аланіну та серіну. Біфідобактерії характеризуються здатністю використовувати як джерело азоту неорганічні сполуки, наприклад солі амонію. Ряд біфідобактерій (*B. suis*, *B. magnum*, *B. choerinum*, *B. cuniculi*) розвиваються лише за наявності азоту у складі органічних сполук. Решта відомих видів біфідобактерій у присутності азоту органічних сполук посилюють продукування амінокислот. Так, *B. bifidum* накопичує підвищену кількість аланіну, валіну, аспарагінової кислоти у присутності пептидів та вільних амінокислот у субстраті. Ключова роль в обміні амінокислот у біфідобактерій належить ферментам глутамінсинтетази та глутаматдегідрогенази.

Проведена нами оцінка амінокислотного складу ферментованих біфідовмісних молочних напоїв з додаванням екстракту цикорію та без нього показали істотний вплив пребіотичного компоненту та видового складу заквашувальних культур на кількісний і видовий склад амінокислот готового продукту (табл. 1). В цілому при додаванні екстракту цикорію спостерігалась подібна динаміка у збільшенні кількості незамінних на замінних амінокислот. Це пояснюється тим, що олігофруктози не впливають на окремі ферментні системи біфідобактерій, а слугують додатковим енергетичним джерелом для них, таким чином зумовлюючи загальну активізацію метаболізму. Кількість утворених амінокислот збільшилась на (25-27) %. Водночас спостерігалось зменшення вмісту загального білка, що пояснюється посиленням протеолітичної активності біфідобактерій та прискореним засвоєнням інших азотистих сполук молока.

Слід відзначити підвищену активність штаму МК-2 в утворенні амінокислот порівняно зі штамом МК-1. Подібна тенденція збереглась і у змішаній культурі. Штам МК-1 характеризується прискореним енергетичним метаболізмом, перетворенням вуглеводів, накопиченням кислот. Натомість азотний обмін у нього повільніший, ніж у МК-2. Штам МК-2 характеризувався також підвищеним синтезом окремих амінокислот – аланіну, аргініну, аспарагінової кислоти, гістидину. Особливо виражена різниця між штамми в утворенні глутамінової кислоти та проліну – близько 580 % та 340 % відповідно. Змішана культу-

ра показала ще істотніше збільшення – близько 620 % та 350 % відповідно, що свідчить про синергетичний вплив штамів при спільному культивуванні.

Натомість вплив видового складу закваски на профіль незамінних амінокислот менш виражений. Так, спостерігається лише відносно активніше утворення штамом МК-2 метіоніну та валіну. Водночас кількість лізину навіть менша, ніж у напоях, ферментованих МК-1. Також динаміка залишається і у напоях, ферментованих змішаною культурою.

Таблиця 1 – Амінокислотний склад ферментованих біфідобактеріями молочних синбіотичних напоїв, мг/100 г (M±m, n=5)

Амінокислоти	МК-1			МК-2			МК-1+МК-2		
	без екстракту цикорію	з екстрактом цикорію	% збільшення	без екстракту цикорію	з екстрактом цикорію	% збільшення	без екстракту цикорію	з екстрактом цикорію	% збільшення
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Треонін	648±5,2	832±6,2	28	701±5,3	909±7,8	30	632±6,1	772±7,8	22
Валін	227±4,3	311±4,7	37	641±6,1	855±8,8	33	569±5,4	693±7,2	22
Метіонін	71±0,2	88±0,3	27	128±0,6	178±1,3	39	92±1,9	121±1,1	32
Ізолейцин	274±1,9	347±3,1	27	397±3,4	531±5,9	34	369±4,9	493±5,5	33
Лейцин	1445±21,3	1867±22,5	29	1744±28,1	2290±34,2	31	1710±22,4	2301±34,5	35
Лізин	1031±15,4	1270±24,9	23	971±7,2	1202±9,1	24	1014±15,7	1190±18,9	17
Фенілаланін	1013±19,1	1270±25,7	25	1388±22,4	1551±25,6	12	1194±19,4	1321±22,1	11
Триптофан	сл.	сл.		сл.	сл.		сл.	сл.	
Сума незамінних амінокислот	4709	5985	27	5970	7516	26	5580	6891	23
Аланін	173±6,2	213±7,8	23	895±11,1	1170±18,6	31	787±7,1	1036±11,2	32
Аргінін	446±7,1	540±8,3	21	774±7,7	1015±16,8	31	307±4,2	364±8,9	18
Аспарагінова кислота	191±5,1	248±6,3	30	482±11,3	611±9,3	27	464±6,5	643±10,2	39
Гістидин	251±5,4	345±5,9	38	650±6,7	856±14,1	32	565±6,1	721±10,1	28
Гліцин	193±7,3	259±8,8	34	313±9,3	398±12,1	27	322±4,8	440±7,2	37
Глутамінова кислота	300±9,2	355±10,2	18	1745±29,9	2241±33,3	28	1855±28,1	2311±39,1	25
Пролін	323±9,2	400±10,2	24	1105±21,4	1378±21,1	25	1140±19,8	1390±25,7	22
Серін	343±9,3	469±12,1	37	371±10,2	433±5,7	17	401±4,8	548±5,3	37
Тирозин	1830±22,5	2345±26,8	28	1995±31,5	2316±39,1	16	1953±29,3	2604±45,1	33
Цистин	сл.	сл.		сл.	сл.		сл.	сл.	
Сума замінних амінокислот	4050	5174	28	8330	10418	25	7794	10057	29
Загальна сума амінокислот	8759	11159	27	14300	17934	25	13374	16948	27
Загальний вміст білка, %	3,03±0,002	2,96±0,003		2,99±0,002	2,91±0,002		2,93±0,001	2,89±0,001	

Отримані результати корелюють з дослідженнями органолептичних властивостей готових кисломолочних напоїв. Як відомо, вільні амінокислоти мають істотний вплив на формування смаку та запаху кисломолочних продуктів. Вони беруть активну участь у реакції меланоїдиноутворення, сірковмісні амінокислоти посилюють специфічний смак та запах ферментованих молочних продуктів. Напої, утворені внаслідок ферментації молока штамом МК-1, характеризувались більш вираженим кислим та простим смаком і ароматом. Натомість напої, отримані внаслідок життєдіяльності МК-2 та змішаної культури характеризувались збалансованим гармонійним смаком і ароматом, притаманним кисломолочним напоєм.

Висновки

Результати досліджень свідчать про значний вплив пребіотичних компонентів-фруктооологосахаридів на інтенсивність азотного обміну біфідобактерій та утворення амінокислот. Стимулюючий вплив не має вибіркового характеру. В середньому застосована кількість пребіотичного компонента збільшила продукування амінокислот на (25-30) %.

Видовий склад заквашувальних культур істотно впливає на амінокислотний профіль кисломолочних синбіотичних напоїв. Спостерігається посилення продукування замінних амінокислот, зокрема глутамінової кислоти та проліну. Кількість утворених незамінних амінокислот змінюється мало. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що застосування досліджених штамів менше впливає на біологічну цінність напоїв, але істотно змінює органолептичні властивості продукції.

Література

1. МВК 10.10.2.2.-119-2005 Визначення кількості біфідобактерій у кисломолочних продуктах. Методичні вказівки.
2. Мікробіологія харчових продуктів та кормів для тварин. Готування досліджуваних проб, вихідної суспензії та десятикратних розведень для мікробіологічного досліджування. Частина 1. Загальні правила готування вихідної суспензії та десятикратних розведень (ISO 6887-1:1999, IDT) : ДСТУ ISO 6887-1:2003. – [Чинний від 1.10.2004]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с. (Національні стандарти України).
3. Молоко і молочні продукти. Визначення кількості мікроорганізмів. Метод підрахування колоній за температури 30 °С (IDF 100В:1991) ДСТУ IDF 100В:2003. – [Чинний від 1.01.2005]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 10 с. (Національні стандарти України).
4. Голуб Б.О. Пребіотична активність природних джерел полісахаридів / Голуб Б.О., Даниленко С.Г., Рудавська Г.Б. // Товари і ринки. – 2009. – № 1. – С. 21-27.
5. Gomes A.M.P. Growth enhancement of *Bifidobacterium lactis* Bo and *Lactobacillus acidophilus* Ki by milk hydrolysates / Gomes A.M.P., Malcata F.X., Klaver F.A.M., // Journal of Dairy Science. – 1998. – № 81. – С. 2817–2825/
6. Klaver F.A.M. Growth and survival of bidobacteria in milk / Klaver F.A.M., Kingma F., Weerkamp A.H. // Netherlands Milk Dairy Journal. – 1993. – № 47. – С. 151–164.
7. Heller K.J. Probiotic bacteria in fermented foods: product characteristics and starter organisms / Heller K.J. // American Journal of Clinical Nutrition. – 2001. – № 73. – С. 374–379.
8. Viability and Diversity of Probiotic Lactobacillus and Bifidobacterium Populations Included in Commercial Fermented Milk / Miguel Gueimonde, Susana Delgado, Baltasar Mayo [та ін.] // Food Research International. – 2004. – № 37 (9). – С. 839-850.
9. Modler H.W Bifidobacteria and bifidogenic factors / Modler H.W., McKellar R.C., Yaguchi M. // Canadian Institute of Food Science and Technology Journal. – 1990. – №23 (1). – С. 29–41.
10. Petschow B.W. Growth promotion of Bifidobacterium species by whey and casein fractions from human and bovine milk / Petschow B.W., Talbott R.D. // Journal of Clinical Microbiology. – 1990. – №28. – С. 287–292.
11. Poch M. Growth-enhancing supplements for various species of the genus Bifidobacterium / Poch M., Bezkorovainy A. // Journal of Dairy Science. – 1988 – №71. – С. 3214–3221.
12. Гументик Н.Я. Підвищення продуктивності цикорію та зменшення втрат коренеплодів при збиранні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / М.Я. Гументик. – Київ, 2004. – 20, [1] с.

УДК 664.78:613.3

ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРЕН ВІВСА, ПРОСА ТА ЛЬОНУ В ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ХАРЧОВОЇ КОМПОЗИЦІЇ ДЛЯ СМУЗИ РАДІОЗАХИСНОЇ ДІЇ

**Пересічний М.І., д-р. техн. наук, професор, Неїленко С.М., аспірант
Київський національний торговельно-економічний університет, м. Київ**

Розроблено основи для смузі з використанням вівса, проса, льону. Досліджено їх хімічний склад та органолептичну оцінку. Розроблено харчові композиції для смузі радіозахисного призначення.