

Збагачення ацидофільного морозива харчовим волокном Fibregum



Згурський А.В.,
студент



Калініна Г.П.,
асистент



Поліщук Г.С.,
к.т.н., доцент

Антонюк М.М., к.т.н., доцент
Національний університет
харчових технологій

За сучасної екології особливо гострою є проблема раціонального харчування, яке забезпечує фізіологічну потребу людини в основних поживних речовинах з урахуванням вікових, професійних та інших чинників. Тому розроблення та впровадження технологій збагачення харчових продуктів – одна з найбільш актуальних тенденцій світового ринку харчової продукції. Збагачувати харчові продукти можна шляхом введення: пробіотиків, тобто живих мікроорганізмів, необхідних для нормального перебігу процесу травлення в організмі людини; пребіотиків – речовин, які є субстратом і енергетичним матеріалом для нормального розвитку власної мікрофлори; симбіотиків – суміші про- та пребіотиків.

В Україні до збагачених можна віднести молочні продукти з підвищеною біологічною цінністю: біо- та біо-адокефіри, вітамінізоване молоко, молочні продукти з соками, біо-йогурти (питні та звичайні) й біо-йогурт. Їх якість і біологічна цінність залежать від виду та складу мікрофлори заквасок [11].

Основні закваски для виробництва кисломолочних продуктів містять такі групи мікроорганізмів: молочнокислі бактерії, кислотопротивні бактерії, а також, в окремих випадках, оцтовокислі, пропіоновокислі бактерії, дріжджі. Найвідоміші термо- та мезофільні, до яких належать ацидофільна стартерська паличка, що є енергійним молочнокислототворювачами [5, 6, 7].

Ацидофільна паличка (*Lactobacillus acidophilus*) застосовується у виробництві аци-

дофільного молока, ацидофільного дріжджового молока та ін. Виділені слизоутворюючі й неслизоутворюючі штами ацидофільної палички. Оптимальна

температура їх культивування становить 37...39°C, а гранична кислотність субстрату досягає 180...300°Т. Ацидофільні палички є кишковими мікробами, їх можна виділити із шлунково-кишкового тракту людини, а після культивування в молоці вони здатні знову прижитися в кишечнику людини й пригнічувати шкідливу мікрофлору: сальмонели, шигели, стафілококи, ешерихії тощо. Антагоністичну дію *Lbm. acidophilum* пояснюють здатністю продукувати антибіотик лактоцидин.

Ацидофільне морозиво має високу біологічну цінність та оригінальні органолептичні властивості. Його виробляють із використанням закваски, виготовленої на чистих культурах ацидофільної палички. Закваску вносять у термоізоляційні резервуари при включених мішалках. Суміш перемішують протягом 15±2 хв. Процес сквашування суміші для морозива, залежно від кислотності початкової сировини, триває 3±5 год. за температури 38±1°C – до досягнення кислотності 90±10°Т. Таке морозиво має специфічний присмак та приємний тонізуючий ефект. Але, якщо порівнювати ацидофільне морозиво з біфідопродуктами, то у цьому продукті не нормується вміст активних одиниць закваски. Немає літературних даних щодо вмісту ацидофільної палички в готовому морозиві після загартування та зберігання [1, 2, 3, 4].

Харчові продукти збагачують пребіотиками. Такі речовини майже без змін досягають нижніх відділів кишечника. Саме за наявності в останньому достатньої кількості пребіотиків корисна мікрофлора може активно

розвиватися, тим самим унеможлививши розвиток шкідливої [11, 12].

До пребіотиків відносять харчові волокна, які можуть розщеплюватися лише в товстому кишечнику під дією мікроорганізмів. Так, целюлоза розщеплюється на 30–40%, геміцелюлоза – на 60–84%, пектинові речовини – на 35%. Практично всю вивільнену при цьому енергію бактерії використовують на власні потреби. Значна частина харчових волокон, що утворюють при розкладанні моносахариди, перетворюється на леткі жирні кислоти (пропіонову, масляну й оцтову), необхідні для регулювання функції товстого кишечника, газу (водень, метан) та ін. Вони можуть частково всмоктуватися стінками кишечника, але в організм людини надходить лише близько 1% поживних речовин, утворених при розщепленні харчових волокон [11, 12].

До групи харчових волокон належить Fibregum, на який одержано дозвіл Французького агентства санітарної безпеки продуктів для застосування в харчових продуктах. Це – харчове волокно, виготовлене фірмою Colloides Naturels International (Франція), дозволене як добавка з живильними властивостями завдяки своєму позитивному впливові на організм людини. Харчова потреба у Fibregum становить 4–10 г на добу [13].

Активний інгредієнт Fibregum – це смола акації (акація сенегальська й акація сеяльська), натуральне розчинне у воді волокно, не засвоюване верхніми відділами шлунково-кишкового тракту людини. Смола акації – натуральний полісахарид, що складається з ланцюгів галактози з бічними ланцюгами галактози й арабінози, які закінчуються молекулами рамнози й глюкуронової кислоти. За номенклатурою смола акації класифікується як комплексний арабіногалактан. Fibregum являє собою білий порошок без запаху та смаку, добре розчинний у воді, з нейтральним смаком.

Інша важлива властивість Fibregum – висока харчова цінність. Полісахариди смоли акації зв'язуються з багатьма мікронутрієнтами, мінералами, поліфенолами та іншими біологічно активними речовинами. Ефект цих мікронутрієнтів накладається на ефект полісахаридів смоли і в такий спосіб підвищується сприятливий вплив на організм. Шлунковий тракт людини не виділяє травних ферментів, здатних гідролізувати полісахариди смоли акації. Таким чином Fibregum без змін проходить через шлунок і тонкий кишечник і лише в обвідній кишці повністю ферментується бактеріями без виділення в калові маси. Ця властивість Fibregum аналогічна властивостям таких розчинних полісахаридів, як лактулоза або фрукто-олігосахариди та пектинові речовини [13].

У товстому кишечнику Fibregum є енергетичним субстратом для сахаролітичних бактерій, зокрема, для лактобацил і біфідобактерій, які є частиною кишкової мікрофлори, що стимулює ріст біфідобактерій в обвідній кишці людини і збільшує їх концентрацію на 300%.

Fibregum стимулює продукування коротколанцюгових жирних кислот, які є енергетичним субстратом для клітин епітелію слизової оболонки обвідної кишки, тобто посилює «бар'єрний ефект» і таким чином сприяє зміцненню цілісності слизової оболонки цієї кишки. Окрім цього, коротколанцюгові жирні кислоти мають багато інших біологічних ефектів, таких, як стимуляція абсорбції води й мінералів, збільшення кишкової моторики або стимуляція механізму видалення ушкоджених клітин. Fibregum також сприяє детоксикації, шляхом стимулювання мікробної сахаролітичної активності й окиснення вмісту обвідної кишки [13].

Отже, з огляду на зростаючу популярність молочних продуктів, що містять живі мікроорганізми та необхідні для їх нормального розвитку поживні елементи у вигляді харчових волокон, особливий інтерес представляють дослідження, спрямовані на створення умов для збереження активних одиниць мікрофлори закваски після фризирования та загартування морозива. Нині в Україні немає технології виробництва морозива з пробіотичними властивостями, оскільки вона має певні особливості – міну-

сові температури виготовлення та зберігання.

Завдання – розробити технологію виготовлення морозива з симбіотичними властивостями, визначити оптимальну дозу внесення харчового волокна Fibregum та довести можливість його використання як технологічної добавки з метою удосконалення технології виготовлення ацидофільного морозива.

Розв'язання проблеми

Беручи до уваги рекомендовану добову потребу в Fibregum [13] та економічну доцільність, обрано наступні дози внесення харчового волокна: 2, 4 та 6%. Як контрольний зразок взяли морозиво молочне – 2,3% (рецептура, розроблена фірмою «Danisco» (Данія)).

На першому етапі роботи було розроблено базові рецептури молочного морозива з різним вмістом харчового волокна Fibregum, за якими виготовляли дослідні проби морозива й визначали його основні властивості.

При внесенні будь-яких добавок у суміші морозива зміна кислотності може відбуватися під впливом дії їх складових, фізико-хімічних змін у процесі технологічних операцій чи хімічної взаємодії між складовими суміші та обраної добавки.

Як видно на рис. 1, активна та титрована кислотність досліджуваних проб морозива змінюються з підвищенням вмісту волокна Fibregum. Так, активна кислотність знижується в межах від 6,48 до 6,12 од. рН, а титрована – збільшується від 28 до 36°Т, що може негативно впливати на

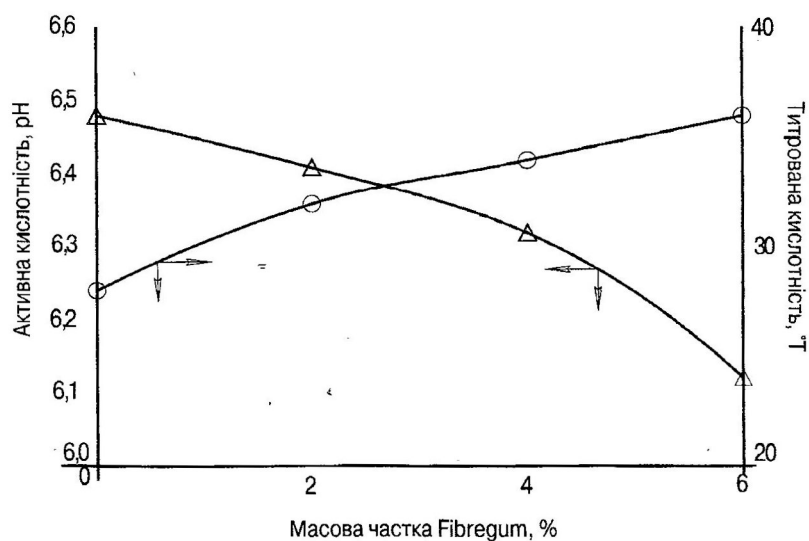


Рис. 1. Зміна кислотностей сумішей молочного морозива з різним вмістом Fibregum

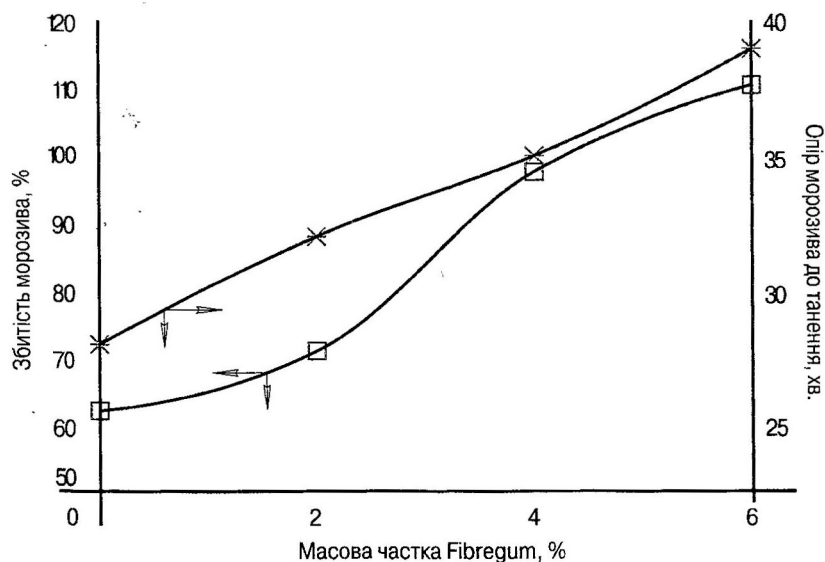


Рис. 2. Залежність збитості та опору до танення молочного морозива від вмісту Fibregum

фізико-хімічні та органолептичні показники готового продукту, тому що кислотність при внесенні волокна Fibregum додаватиметься до кислотності ацидофільного морозива. У середньому за збільшення вмісту Fibregum на кожні 2% кислотність сумішей збільшується на 11%. Цей ефект можна пояснити хімічним складом харчового волокна, оскільки на кінцях його хімічних ланцюгів є глюкуронова кислота [13].

Під час пастеризації молочних сумішей з різним вмістом харчового волокна було виявлено коагуляцію білків молока. Це відбувається внаслідок зниження кислотності, тому Fibregum рекомендовано вносити в охолоджену молочну суміш після пастеризації перед її визріванням.

За вмісту в сумішах волокна Fibregum у кількості 6% порівняно з контролем збитість збільшується від 62 до 110%, а опір морозива до танення – від 28 до 39 хв. Це можна пояснити структуроутворенням у досліджуваних сумішах за рахунок підвищення в'язкості водної фази та, відповідно, високої вологостримуючої здатності харчового волокна, що є особливо важливим, зважаючи на показники збитості та опору до танення морозива, які є визначальними характеристиками його якості.

Характерною особливістю даної закономірності є стрімке зростання збитості морозива від 71 до 117,6% за вмісту Fibregum 4%, що майже вдвічі більше, ніж за вмісту Fibregum 2 та 6%. З огляду на цю залежність можна передбачити: саме 4% Fibregum є оптимальною дозою у виробництві морозива на молочній основі, що було підтверджено оцінкою органолептичних показників морозива з різним вмістом Fibregum порівняно з морозивом без наповнювача.

Аналіз результатів досліджень реологічних характеристик досліджуваних сумішей морозива свідчить про те, що порівняно з контрольним зразком пластична в'язкість їх збільшується від 0,0164 до 0,025 Па·с за максимального вмісту Fibregum, завдяки високій розчинності волокна та здатності зв'язувати вологу. Слід зазначити, що зв'язування вологи відбувається без значного зниження в'язкості розчину, що можна пояснити утворенням хімічно зв'язаної води за рахунок повного розчинення Fibregum. Така особливість харчового волокна

Fibregum є досить позитивною у виробництві ацидофільного морозива, оскільки ацидофільна паличка утворює згусток без тиксотропно-оборотних зв'язків, який добре відділяє сироватку, тобто утворений згусток не може самочинно відновлювати структуру після впливу механічної дії.

Аналіз реограм підтвердив раніше встановлений оптимальний вміст у молочному морозиві Fibregum, а саме – 4%. Таким чином, враховуючи органолептичні показники молочного морозива з різним вмістом Fibregum (2...6%) порівняно з контролем, без вмісту Fibregum, та зважаючи на встановлені раніше фізико-хімічні показники сумішей для морозива, для подальших експериментальних досліджень було обрано дозу внесеного харчового волокна – 4%.

Нині за традиційною технологією для виробництва ацидофільного морозива використовують рецептуру, згідно з якою кількість виробничої закваски становить 5% [1, 2, 3, 4]. У зв'язку з цим для проведення досліджень взяли наступні дози закваски на знежиреному молоці: 2, 5 та 8%. Були використані бакконцентрати нових штамів ацидофільної палички, розроблені Технологічним інститутом молока та м'яса УААН та виготовлені на Державному підприємстві бактеріальних заквасок. Застосування таких заквасок відповідає сучасному рівню розвитку молочної промисловості.

Рецептури молочного ацидофільного морозива з різною кількістю ацидофільного препарату наведено в таблиці 1.

На підставі спостережень, котрі проводились у процесі заквашуван-

ня, сквашування та фризирования суміші, відзначено, що характеристики суміші та готового морозива не зазнають змін за різної кількості внесеної закваски, змінюється лише час сквашування суміші: 2% – 10–16 год.; 5% – 3–5 год.; 8% – 1–2 год. Отже, залежно від вмісту закваски можна корегувати час сквашування суміші та інтенсифікувати технологічний процес.

Термін зберігання ацидофільного морозива становить 6–8 місяців. Тому на заключному етапі експериментальних досліджень визначали зміну біологічної цінності ацидофільного морозива впродовж зберігання в морозильній камері за температури мінус 18±2°C. З цієї метою зробили мікробіологічні посіви ацидофільного морозива м'якого (температура у фризере мінус 6°C) та загартованого (температура в морозильній камері). У досліджуваних пробах проводили контроль за кількістю активних одиниць ацидофільної палички.

При приготуванні сумішей для морозива за оптимальну кількість було прийнято рецептуру з вмістом 5% закваски. Тривалість сквашування сумішей становила 3...5 год. за температури 38±1°C. За цей час суміш, що містила 2% закваски, ще не набула необхідного показника кислотності, а суміш, де було 8% закваски, вже переросла його.

Через місяць зберігання в ацидофільному морозиві активних одиниць ацидофільної палички залишилося 34% від загальної кількості, через два місяці – 17%, а через три місяці активних одиниць закваски не було виявлено. Таким

Таблиця 1
Рецептури досліджуваних проб молочного ацидофільного морозива

Рецептурні компоненти	Контроль	Рецептури			
		Вміст закваски, %			
		2	5		8
			Без волокна	Вміст Fibregum 4%	
Молоко знежирене (СЗМЗ 8,5%)	845	825	795	795	765
Сухе знежирене молоко (СЗМЗ 96%)	22,08	22,08	22,08	22,08	22,08
Цукор-пісок	150	150	150	150	150
Стабілізатор	5	5	5	5	5
Закваска	–	20	50	50	80
Fibregum	–	–	–	40	–
Усього, кг	1000	1000	1000	1000	1000
Характеристика готового продукту, %					
Сухих речовин, % не менше:	25	25	29	25	25
з них СЗМЗ:	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5

чином, для того щоб звичайне ацидофільне морозиво не втратило свою біологічну цінність, рекомендований термін його зберігання має не перевищувати двох місяців, за температури мінус $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Але, з огляду на отримані дані (табл. 2), можна подовжити термін зберігання ацидофільного морозива з Fibregum ще на місяць за рахунок того, що вихідна кількість живих мікроорганізмів у цьому зразку морозива була на порядок вищою (рис. 3).



а)



б)

Рис. 3. Мікробіологічні посіви морозива ацидофільного з додаванням 4% Fibregum, розведення $1 \cdot 10^4$ а) м'якого морозива, температура у фризери мінус 6°C ; б) після зберігання в морозильній камері. Тривалість зберігання – два місяці, температура в морозильній камері – мінус 18°C

Спираючись на результати науково-дослідної роботи, можна дійти таких висновків:

1. Харчове волокно Fibregum змінює кислотність сумішей для морозива. Так, за підвищення дози волокна до 6% активна кислотність знижується від 6,48 до 6,12 од. рН, а титрована – збільшується від 28 до 36°T , що унеможливує подальше теплове оброблення сумішей. Цей ефект є підставою рекомендувати внесення волокна у суміші після пастеризації перед їх визріванням.

2. Збільшення вмісту Fibregum у сумішах до 6% суттєво збільшує збитість та опір молочного морозива до танення: від 62 до 110% та від 28

Таблиця 2
Кількість активних одиниць ацидофільної палички в досліджуваних пробах сумішей після сквашування

Кількість внесеної закваски	Кількість життєздатних клітин ацидофільної палички, КУО/гр.		Втрати, %
	у м'якому морозиві	в загартованому морозиві	
2%	$1,5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^5$	20
5%	Без волокна	$2,5 \cdot 10^6$	16
	4% Fibregum	$20 \cdot 10^6$	12,5
8%	$2,0 \cdot 10^6$	$3,5 \cdot 10^5$	17,5

до 39 хв. відповідно. Середній розмір повітряних бульбашок при цьому не перевищує рекомендовані значення (60–80 мкм).

3. За результатами визначення фізико-хімічних, технологічних та органолептичних показників морозива встановлено оптимальний вміст Fibregum – 4%.

4. У процесі досліджень реологічних характеристик морозива з різним вмістом харчового волокна Fibregum виявлено, що вміст 4% добавки забезпечує високу якість та хорошу структуру продукту.

5. З'ясовано, що час сквашування суміші визначається дозою закваски, що дозволяє корегувати тривалість технологічного процесу.

6. Встановлено, що після двох місяців зберігання за температури мінус $18 \pm 2^\circ\text{C}$ в ацидофільному морозиві без додавання харчового волокна кількість активних одиниць мікроорганізмів становить лише 17%. Біологічна цінність ацидофільного морозива з харчовим волокном залишається високою впродовж трьох місяців.

Література

1. Азов Г.М., Бурмакин А.Г., Гисин И.Б., Дезент Г.М. Справочник по производству мороженого. – М.: Пищевая пром-сть, 1970. – 432 с.
2. Мороженое и замороженные десерты / Маршалл Р.Т., Гофф Г.Д., Гартел Р.У. – Перев. с англ. под ред. В.И. Василевского. – С-Пб.: «Профессия», 2005. – 376 с.
3. Мороженое с использованием кисломолочных продуктов / А.А. Творогова, Н.В. Казакова, В.Н. Иванов, Е.Г. Барабашина // Молочная промышленность. – 1998. – № 4. – С. 13-14.
4. Оленев Ю.А., Творогова А.А., Ка-

закова Н.В., Соловьева Н.В. Справочник по производству мороженого. – М.: ДеЛи, 2004. – 798 с.

5. Горбачова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая и пищевая промышленность. – 1984.
6. Богданов В.М. Микробиология молока и молочных продуктов. – М.: Пищевая промышленность. – 1969. – 367 с.
7. Микробиологические основы молочного производства: Справочник / Л.А. Банникова, Н.С. Костина, В.Ф. Семехина; под ред. Я.И. Костина. – Уропромиздат, 1990. – 192 с.
8. Оленев Ю.А. Физические свойства смесей мороженого. Молочная промышленность. 2003. – № 10. – С. 53-54.
9. Мачихин Ю.А., Горбатов А.Е. Метрия пищевого сырья и продуктов. – М. 1990 (издательство «Химия»).
10. Егоров А.В., Косой В.Д. Определение консистенции мороженого по реологическим характеристикам // Молочная промышленность. – 2001. – № 10. – С. 41-42.
11. Рудавська Г.Б., Тищенко Е.В., Притульська Н.В. Наукові та практичні аспекти асортименту продуктів спеціального призначення: монографія. – К.: Київ. Нац. торг.-екон. ун-т. – 2002. – 371 с.
12. Сарафанова Л.А. Производство пищевых добавок. Технические рекомендации. – С-Пб.: «Профессия», 2003. – 160 с.
13. Літературні матеріали, надані фірмою «Ковчег» офіційним представником української компанії Colloides International.