

AN INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL CONDITIONS OF OATMEAL ICE CREAM PRODUCTION ON THE FORMATION OF ITS STRUCTURE

O. Rybak

Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

G. Polischuk

National University of Food Technologies

Key words:

Ice cream

Structure

Homogenization

Aging

Freezing

Article history:

Received 10.03.2014

Received in revised form
22.03.2014

Accepted 05.04.2014

Corresponding author:

O.Rybak

Email:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

An influence of processing treatments of oatmeal ice cream mixes on the formation and stabilization of ice cream structure has been studied. The process of single-stage homogenization at a pressure rate from 12.5 to 15.0 MPa and a temperature from 75 to 85 °C is found to ensure the formation of stable small fat globules with average diameter less than 2.0-2.2 mm. The recommended duration of oatmeal ice cream mix aging is 8 or 12 hours at 4 °C or 6 °C, respectively. It has been determined that in order to obtain a target overrun of 70 %, calculated by weight, freezing should be done at minus 3 °C during 6 minutes or at minus 4 °C from 4 to 5 minutes in case of a batch freezer using.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА МОРОЗИВА З ВІВСЯНИМ БОРОШНОМ НА ФОРМУВАННЯ ЙОГО СТРУКТУРИ

О.М. Рибак

Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя

Г.Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено вплив технологічних режимів оброблення молочно-вівсяних сумішей на формування й стабілізацію структури морозива. Доведено, що одноступенева гомогенізація при тиску 12,5...15,0 МПа і температурі 75...85 °C забезпечує утворення стійкої дрібнодисперсної емульсії молочного жиру у складі морозива із середнім діаметром жирових кульок, що не перевищує 2,0...2,2 мкм. Встановлено, що тривалість визрівання суміші молочно-вівсяного морозива повинна становити до 8 год при температурі 4 °C і до 12 год при 6 °C. Для отримання морозива періодичним способом зі збитістю не нижче 70 % фризрування слід проводити при температурі не вище мінус 3 °C впродовж 6 хв або не вище мінус 4 °C впродовж 4...5 хв.

Ключові слова: морозиво, структура, гомогенізація, визрівання, фризерування.

Більшість харчових продуктів є дисперсними системами. Технологічні процеси, які відбуваються при їхньому виробництві здебільшого ґрунтуються на фізико-хімічних перетвореннях, які відбуваються на межі поділу фаз різного агрегатного стану [1].

Одним із різновидів вказаних систем є піни (газорідинні системи, ГДС) — дво- або багатофазні дисперсії, що складаються з бульбашок газу, розділених прошарками рідини (або твердої речовини) [1, 2]. У технологіях харчових продуктів з піноподібною структурою традиційно використовують жировмісні молочні продукти, а також концентрати білків і вуглеводів, які містять природні поверхнево-активні речовини (ПАР). Природні й синтетичні ПАР забезпечують як стабілізацію кінетично нестійких дисперсних систем, якими є піноподібні маси, так і формування комірково-плівкової структури харчового продукту. Стабілізуючу дію піноутворювачів підсилюють додаванням речовин із високими гідрофільними властивостями, таких як желатин, агар, пектин та інші рослинні гідроколоїди, які підвищують в'язкість рідкої фази і стабілізують таким чином ГДС [1—4].

Морозиво — це одна з найскладніших дисперсних систем, в якій повітряна фаза розподілена всередині досить стійких повітряних бульбашок у частково замороженому дисперсійному середовищі [5]. Стабільність повітряної фази у морозиві забезпечується шаром кристалізованого жиру навколо повітряних бульбашок і тонким прошарком вимороженої води між ними [6]. Наявність дестабілізованого жиру у кількості більше, ніж 20...25 % (від його загального вмісту), знижує здатність сумішей до збивання. Запобігти цьому дозволяє додаткове введення емульгаторів [7, 8]. Концентрування емульгуючих компонентів на поверхні розділу фаз «жир-плазма» надає жировим глобулам певної гідрофільності. У результаті гідрофільні жирові глобули здатні прикріплюватися до кристалів льоду й перешкоджати їхньому зростанню та утворенню небажаних плоских кристалічних структур у морозиві.

Автори попередньо встановили, що наявні у вівсяному борошні білки й вуглеводи здатні виявляти властивості емульгаторів і стабілізаторів у харчових дисперсних системах, у тому числі й ГДС [9]. Враховуючи органолептичні показники і фізико-хімічні властивості сумішей для виробництва морозива, було визначено рекомендований вміст зернового інгредієнту, який становить 3 % від загальної маси продукту.

Застосування у складі морозива нового компонента, який містить природні стабілізуючі й емульгуючі речовини, потребує додаткових досліджень для уточнення режимів технологічного оброблення молочно-рослинних сумішей.

Метою дослідження є вивчення впливу технологічних параметрів гомогенізації, визрівання і фризерування на формування структури морозива та встановлення рекомендованих режимів оброблення молочно-вівсяних сумішей.

Зразки сумішей піддавали одно- та двоступеневій гомогенізації. Контрольний зразок було виготовлено без застосування гомогенізації. Гомогенізацію здійснювали на гомогенізаторі клапанного типу марки APV. Згідно з рекомендаціями

[10], тиск для одноступеневої гомогенізації було встановлено у діапазоні 12,5...15,0 МПа, для двоступеневої — 15...20 МПа і 5,0 МПа, відповідно, на першому й другому ступенях. Температура гомогенізації: 65 ± 2 , 75 ± 2 і 85 ± 2 °C.

У дослідних зразках оцінювали дисперсність (середній діаметр жирових глобул, індекс мутності) і ступінь дестабілізації жирової фази. Розміри жирових кульок визначали мікроскопіюванням зі збільшенням не менше, ніж у 400...600 разів. Ступінь дестабілізації молочного жиру визначали за методом Н.В. Фастової [10]. Для цього попередньо визначали масову частку жиру у зразку та при його 10-кратному розведенні. Індекс мутності встановлювали розрахунковим методом шляхом вимірювання при довжині хвилі 500 мкм за допомогою ФЕКа оптичної густини розведених у 500 разів дистильованою водою сумішей морозива [10].

Для вивчення зміни збитості м'якого морозива при різних умовах оброблення дослідні зразки фризрували на фризери періодичної дії "Ельбрус-400" ФПМ 3,5/380-50. Температуру фризрування змінювали від мінус 2 до мінус 6 °C шляхом різного ступеня охолодження на попередньому етапі оброблення (режим 1 у даній моделі фризера). Час насичення повітрям варіювали від 1 до 7 хв.

При аналізі результатів за критерій ефективності диспергування було прийнято максимально можливе значення середнього розміру жирових кульок — на рівні 2 мкм [10]. Середній діаметр жирових глобул у дослідних зразках наведено у табл.1.

Таблиця 1. Середній діаметр жирових глобул у морозиві, мкм

Умови проведення гомогенізації	Температура, °C		
	65	75	85
Без гомогенізації	11,67 $\pm$ 0,16		
Одноступенева	2,67 $\pm$ 0,07	2,23 $\pm$ 0,06	2,04 $\pm$ 0,02
Двоступенева	2,60 $\pm$ 0,03	2,19 $\pm$ 0,09	2,00 $\pm$ 0,03

Згідно з даними табл. 1, зниження температури гомогенізації у заданих межах впливає на дисперсність жирової фази морозива.

Відповідно до цієї закономірності, за температури 85 °C індекс мутності становив близько 75, тоді як при 65 °C — 40 (рис. 1), що пояснюється зростанням середнього діаметру жирових кульок та їх агломерацією. Наприклад, середній діаметр жирових кульок при зниженні температури гомогенізації від 85 до 65 °C зростав від 2,04 до 2,67 мкм. Вказані фактори спричинювали зменшення загальної площі поверхні жирових часточок, а отже, й зменшення оптичної густини та індексу мутності.

Зниження індексу мутності нижче 20 супроводжувалося утворенням неоднорідної крупинчастої консистенції досліджуваного зразка, характерної для контрольного зразка без застосування гомогенізації, індекс мутності якого знаходився на межі мінімально допустимого значення. Для гомогенозованих сумішей цей показник є задовільним.

Наявність вільного жиру у суміші під час її фризрування підвищує стабільність повітряної фази, збільшуючи збитість та опір до танення морозива [5, 8]. Але при значній кількості дестабілізованого жиру (понад 30 %) можливе «цементування» окремих жирових кульок у досить великі агломера-

ти, що спричинює неоднорідну і «маслянисту» структуру морозива. За результатами досліджень (рис. 2) у жодному із дослідних зразків, підданих гомогенізації, не спостерігали вказаної вади. Проте у морозиві, виготовленому без гомогенізації, ступінь дестабілізації жиру становив 45 %, що знижувало якісні показники готового продукту.

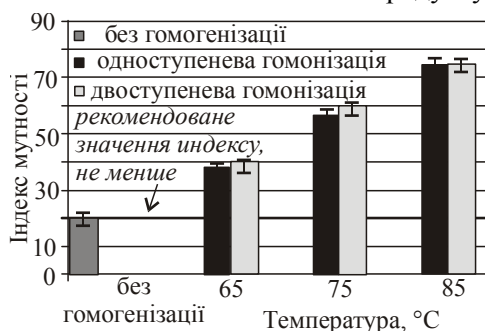


Рис. 1. Індекс мутності у морозиві, виготовленому за різних режимів гомогенізації

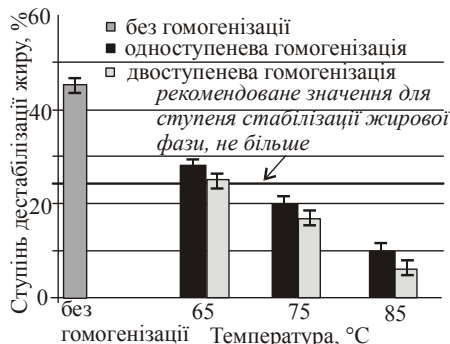


Рис. 2. Ступінь дестабілізації жирової фази морозива

За результатами проведених досліджень можна стверджувати, що механічне оброблення сумішей морозива молочно-вівсяного в температурному діапазоні 75...85 °C є найефективнішим і забезпечує високу дисперсність жирової фази та її стабілізацію. Помітного ефекту при застосуванні двоступеневої гомогенізації не відмічено.

Під час визрівання гомогенізованих сумішей для виробництва морозива проходить їх структурування, що є необхідною передумовою формування кремоподібної структури морозива. Підвищена в'язкість дисперсійного середовища сприяє отриманню готового продукту із дрібнодисперсною повітряною фазою за рахунок зростання механічного фактору стійкості ГДС. Утворена у такий спосіб зв'язнодисперсна коагуляційна структура перешкоджає легкому звітрюванню повітряних бульбашок або їх коалесценції в морозиві.

У табл. 2 наведено коефіцієнти динамічної в'язкості за різних умов визрівання.

Таблиця 2. Коефіцієнт динамічної в'язкості сумішей (мПа·с) морозива

	Температура визрівання, °C				
		0	2	4	6
Тривалість визрівання, год	1	119,72±1,14	117,16±3,86	118,94±3,72	114,37±1,51
	2	127,35±2,76	124,24±1,02	123,13±2,90	121,05±2,93
	4	139,51±1,52	139,07±1,09	130,55±1,55	124,84±3,87
	8	139,74±3,26	140,81±2,65	139,95±3,15	130,92±1,03
	12	140,93±1,79	141,33±2,42	140,88±1,83	139,90±1,03
	24	142,85±2,03	141,36±1,19	141,40±2,60	140,48±2,94

Рекомендовані Ю. О. Оленевим та ін. [10] значення в'язкості (140...145 мПа·с) спостерігалися при визріванні сумішей морозива молочно-вівсяного протягом не менше 8 год за температури 4 °C та не менше 12 год за температури 6 °C. Отже, для зменшення тривалості процесу до 4 год температуру визрівання слід знижувати до 0...2 °C.

Насичення морозива повітряною фазою відбувається у процесі фризирования на апаратах безперервної або періодичної дії. З метою отримання збитого продукту високої якості потрібно забезпечити дрібнодисперсний і рівномірний розподіл повітряної фази по всьому об'єму. Збитість морозива, згідно із рекомендаціями науковців, повинна бути не нижчою, ніж 70 % [5, 8]. На рис. 3. представлено показники збитості молочно-вівсяного морозива за різних умов фризирования.

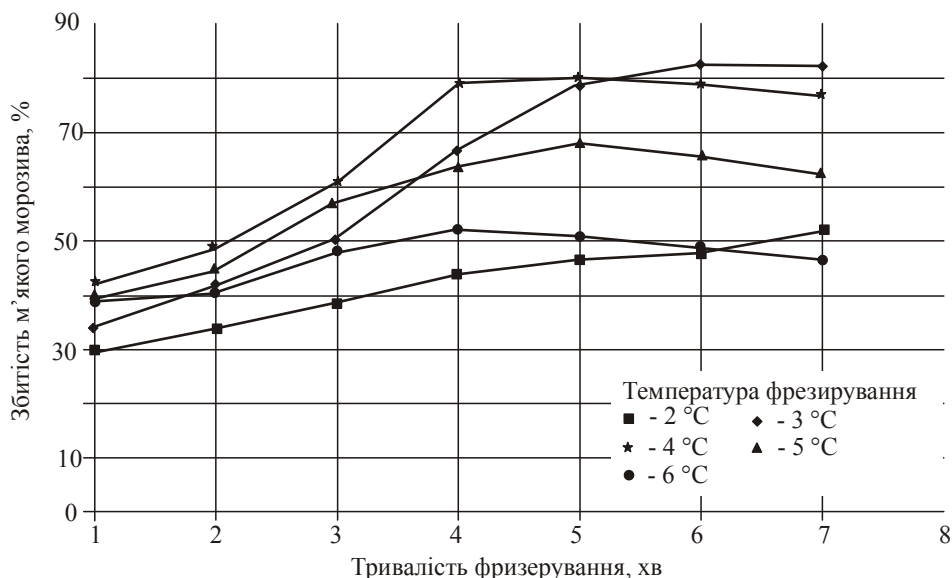


Рис. 3. Збитість морозива за різних режимів фризирования

Встановлено, що збитість морозива зростає із збільшенням тривалості фризирования лише за температур, нижчих за мінус 3 °C. Виявлено, що за температурних режимів мінус 4 і 5 °C збитість морозива зменшувалася після 5 хв фризирования, за температури мінус 6 °C — після 4 хв. Причиною цього є різке підвищення в'язкості системи після охолодження до кріоскопічної температури (близько мінус 2,31 °C). Зрозуміло, що для кристалізації вільної вологи, яка наявна у розчині, за нижчих температур необхідно значно менше часу, і тому система зі зв'язнодисперсної з коагуляційним типом структури швидше переходить у систему з конденсаційно-кристалізаційним типом структури. За температури мінус 2 °C, яка вища за кріоскопічну, ступінь насичення морозива повітряною фазою не відповідав рекомендованим значенням, а готовий продукт характеризувався в'язкою і тягучою консистенцією.

Висновки

При виробництві морозива молочно-вівсяного з метою запобігання утворення агломератів жиру та зниження збитості слід застосовувати одноступеневу гомогенізацію за температури не нижче 75 °C та тиску 12,5...15,0 МПа. Визрівання сумішей морозива молочно-вівсяного рекомендовано проводити або при температурі 4...6 °C упродовж 8...12 год, або при 0...2 °C не довше 4 год.

Для ефективного насичення повітрям суміші молочно-вівсяні слід фризирувати або за температури мінус 3 °С протягом 6 хв, або при мінус 4 °С упродовж 4...5 хв.

Література

1. *Walstra P.* Physical Chemistry of Food / P. Walstra — New York: Marcel Dekker, Inc, 2003 — 807 p.
2. *Murray B.S.* Stabilization of bubbles and foams / B. S. Murray // Current Opinion in Colloid & Interface Science — 2007 — Vol. 12(4-5) — P. 232-241.
3. *Dickinson E.* Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems / E. Dickinson // Food Hydrocolloids — 2003 — Vol. 17(1) — P. 25-39.
4. *Остроумова Т.Л.* Использование стабилизационных систем в технологии пенообразных продуктов / Т. Л. Остроумова, О. С. Жуков // Молочная промышленность. — 2006. — № 12. — С. 46—48.
5. *Маршал Р.* Мороженое и замороженные десерты / Р. Маршал, Г. Гофф, Р. Гартел; пер. с англ. В.И. Василевського. — Спб.: Профессия, 2005. — 376 с.
6. *Chang Y.* Stability of Air Cells in Ice Cream during Handening and Storage / Y. Chang, R.W.Hartel // Journal of Food Engineering. — 2002. — Vol. 55, № 11. — P. 59—70.
7. *Roland A.M.* Effects of Fat Conect on the Sensory Properties, Melting, Color and Hardness of Ice Cream / A.M. Roland, L.G. Philips, K.J. Boor // Journal of Dairy Science. — 1999. — Vol.82, № 1. — P. 32—38.
8. *Арсеньева Т.П.* Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.4. Мороженое. / Т.П. Арсеньева. — СПб: ГИОРД, 2002. — 184 с.
9. *Рибак О.М.* Технологічні властивості зернових добавок / О. М. Рибак, Г. С. Поліщук, Т. І. Янюк // Харчова та переробна промисловість. — 2007.— № 8—9. — С. 20—23.
10. *Справочник по производству мороженого* / [Оленев Ю.А., Творогова А.А., Казакова Н.В., Соловьева Л.Н.]. — М.: ДеЛи принт, 2004. — 798 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА МОРОЖЕНОГО С ОВСЯНОЙ МУКОЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЕГО СТРУКТУРЫ

О.Н. Рыбак

Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя

Г.Е. Полищук

Национальный университет пищевых технологий

В статье исследовано влияние технологических режимов обработки молочно-овсяных смесей на формирование и стабилизацию структуры мороженого. В качестве стабилизирующего и эмульгирующего ингредиента была использована овсяная мука. Доказано, что однократная гомогенизация при давлении 12,5...15,0 МПа и температуре 75...85 °С обеспечивает образование стабильной

мелкодисперсной жировой эмульсии, при этом средний диаметр жировых шариков не превышал 2...2,2 мкм. Установлено рекомендованную продолжительность созревания смеси молочно-овсяной мороженого в течение 8 или 12 ч при температуре 4 и 6 °С, соответственно. Определено, что для получения мороженого периодическим способом со взбитостью более 70 % фризирование следует проводить при температуре не выше минус 3 °С в течение 6 мин или не выше минус 4 °С в течение 4 ... 5 мин.

Ключевые слова: мороженое, структура, гомогенизация, созревание, фризирование.