



УДК 663.674:664.7

Мартич В.В.¹, аспірант (libero777@yandex.ru)

Поліщук Г.Є.¹, к.т.н., доцент (milknuft@i.ua)

Гончарук О.В.², к.х.н., ст. наук. співр. © (iscgoncharuk@meta.ua)

¹Національний університет харчових технологій, м. Київ

²Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАНУ, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ОКРЕМИХ РЕОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СУМІШЕЙ ДЛЯ МОРОЗИВА МОЛОЧНОГО ІЗ ЗАРОДКАМИ ПШЕНИЦІ

Досліджено окремі реологічні характеристики сумішей для молочного морозива із зародками пшениці. Встановлено рекомендований вміст зернового компонента, який забезпечує ефективне структурування молочних сумішей. Доведено доцільність заміни 2–3 % сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) на зародки пшениці.

Ключові слова: реологічні характеристики, суміші, морозиво, зародки пшениці/

Вступ. Морозиво являє собою багатокомпонентну полідисперсну систему, що складається з безперервного дисперсійного середовища (води) та диспергованих дрібних часточок: бульбашок повітря, жирових кульок, кристалів льоду і лактози, шматочків наповнювачів та ін. [1]. Для його формування та стабілізації необхідно використовувати спеціальне обладнання і добавки з високими функціонально-технологічними властивостями. Наявність гідроколоїдів та поверхнево-активних речовин відіграє основну роль як у формуванні структурно-механічних (реологічних) властивостей сумішей для виробництва морозива, так і в процесі їх насичення стійкими до руйнування бульбашками повітря [2].

Харчові системи коагуляційного типу можуть проявляти тиксотропну властивість – здатність до відновлення структури після її механічної руйнації внаслідок броунівського руху молекул [3, 4]. Ця характеристика дуже важлива для сумішей морозива, особливо в період між двома технологічними операціями “фризерування” та “загартування”, коли структура такої складної харчової системи змінюється від майже ньютонівської рідини (молочна суміш) до практично твердого тіла (загартоване морозиво). Саме в цей момент статичного стану у сформованій порції готового продукту частково зруйнована лопатями мішалки скребкового типу тривимірна структура, утворена макромолекулами природних полімерів (білків, полісахаридів), може частково або повністю відновлюватися, зміцнюватися і підвищувати опір таненню. Однак, інформація щодо здатності сумішей для виробництва морозива до відновлення структури обмежена і стосується лише продуктів з традиційним хімічним складом [5]. Крім того, низькокалорійне морозиво є найбільш проблемним замороженим десертом з точки зору частого виникнення такої вади

консистенції – як грубокристалічна структура. Тому при розробці нових рецептур та технологій морозива необхідно прогнозувати, а в процесі виготовлення ще й контролювати процес формування його структури.

Авторами попередньо вивчено можливість застосування зародків пшениці для додаткового зв'язування вологи, формування і стабілізації структури, а також збагачення низькожирного морозива [6]. Було встановлено, що вносена зернова добавка може по-різному впливати на структурно-механічні, в тому числі тиксотропні властивості молочних сумішей. Тому **метою** наукової роботи є дослідження окремих реологічних характеристик сумішей для виробництва молочно-пшеничного морозива, залежно від кількості внесення зародків пшениці.

Матеріали і методи досліджень.

Для досліджень було обрано суміші для виробництва молочно-пшеничного морозива наступного хімічного складу, %: сухі речовини – 24–29; сухий знежирений молочний залишок – 5–10; молочний жир – 3,5; цукор – 15,5; зародки пшениці – 1–5; вода – решта. Як контроль обрано суміш для морозива молочного класичного без стабілізатора.

Зародки пшениці, відповідно до ТУ У 45.22.014-95 “Зародок пшеничний харчовий”, перед внесенням у суміші попередньо подрібнювали до розмірів часточок не більше ніж 1 мм, підсмажували при температурі, не вище 130 °С, до 20 хв та гідратували при температурі 85 °С протягом 3 хв.

Дослідні виробки молочно-пшеничного морозива проводили за допомогою фризера періодичної дії “Ельбрус-400” ФПМ 3,5/380-50 з частотою обертів шнеку-мішалки 270 хв⁻¹ при охолодженні та 540 хв⁻¹ при фризюванні. Температуру суміші перед фризюванням підтримували в межах (4±2) °С. Збитість морозива визначали ваговим методом [7].

Реологічні характеристики сумішей для морозива визначали за допомогою ротаційного віскозиметра Реотест 2.1 (Німеччина) з використанням системи співвісних циліндрів S/N в діапазоні швидкостей зсуву від 3 до 1312,2 с⁻¹ при прямому і зворотному ході. Реограми реєстрували за допомогою аналогово-цифрового перетворювача, з'єданого з комп'ютером. Реологічні дослідження проводили при температурі 20 °С [8].

Результати дослідження та їх обговорення.

За результатами проведених вимірювань було побудовано логарифмічні залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву для молочних сумішей з різним вмістом зародків пшениці при частковій заміні СЗМЗ (рис. 1) та при нашаруванні (рис. 2), порівняно з контролем. Стрілки вказують напрями прямого (вниз – в режимі збільшення швидкості зсуву) та зворотного (вверх – в режимі зменшення швидкості зсуву) вимірювань.

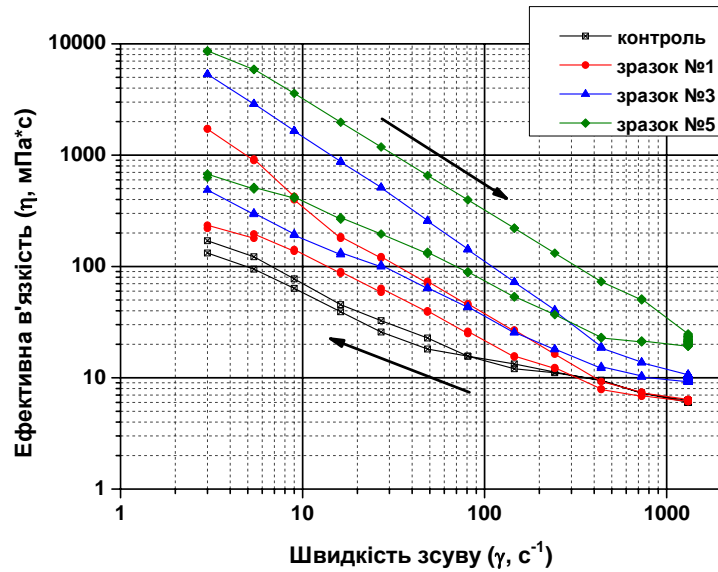


Рис. 1. Логарифмічні залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву для молочних сумішей із зародками пшениці при частковій заміні СЗМЗ та контрольного зразка

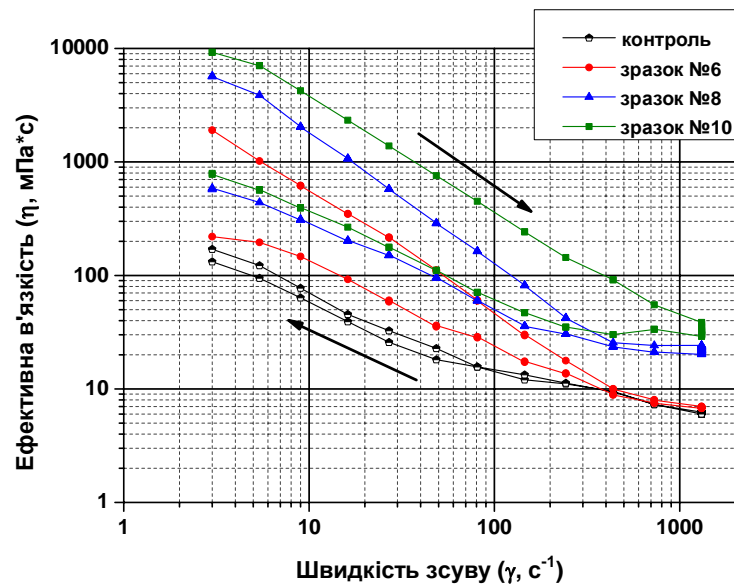


Рис. 2. Логарифмічні залежності ефективної в'язкості від швидкості зсуву для молочних сумішей із зародками пшениці при вмісті СЗМЗ 10 % та контрольного зразка

Таблиця

Окремі реологічні характеристики сумішей для морозива

| Досліджувані зразки | № зразка | Хід вимірювань | Вміст зернодобавки, % | В'язкість, мПа·с | | Міцність, Па | | |
|--|----------|----------------|-----------------------|------------------|----------|--------------|----------|-------|
| | | | | η_0 | η_m | R_{K1} | R_{K2} | R_m |
| Контрольний зразок | | прямий | 0 | 170,13 | 6,12 | 0,51 | 1,10 | 8,03 |
| | | зворотній | | 132,00 | | 0,40 | 0,88 | |
| Зразки з заміною СЗМЗ на зародки пшениці | 1 | прямий | 1 | 1730,67 | 6,35 | 5,19 | 3,84 | 8,33 |
| | | зворотній | | 214,67 | | 0,70 | 2,11 | |
| | 2 | прямий | 2 | 3856,34 | 9,06 | 12,25 | 9,63 | 10,14 |
| | | зворотній | | 389,45 | | 0,86 | 2,78 | |
| | 3 | прямий | 3 | 5309,33 | 9,80 | 16,02 | 11,62 | 12,86 |
| | | зворотній | | 486,93 | | 1,01 | 3,52 | |
| | 4 | прямий | 4 | 6832,67 | 16,43 | 20,43 | 16,55 | 19,52 |
| | | зворотній | | 573,19 | | 1,44 | 4,97 | |
| | 5 | прямий | 5 | 8653,33 | 21,76 | 25,65 | 32,12 | 28,56 |
| | | зворотній | | 674,67 | | 2,02 | 7,26 | |
| Зразки із зародками пшениці при вмісті СЗМЗ 10 % | 6 | прямий | 1 | 1906,67 | 6,84 | 5,72 | 4,93 | 8,98 |
| | | зворотній | | 220,00 | | 0,76 | 2,33 | |
| | 7 | прямий | 2 | 4271,84 | 15,28 | 13,58 | 8,31 | 18,04 |
| | | зворотній | | 437,24 | | 1,24 | 3,18 | |
| | 8 | прямий | 3 | 5646,67 | 21,84 | 17,15 | 13,29 | 28,66 |
| | | зворотній | | 586,67 | | 1,76 | 4,88 | |
| | 9 | прямий | 4 | 7548,26 | 26,49 | 22,41 | 19,22 | 35,19 |
| | | зворотній | | 647,57 | | 1,98 | 4,13 | |
| | 10 | прямий | 5 | 9254,67 | 34,64 | 27,76 | 36,43 | 44,62 |
| | | зворотній | | 792,00 | | 2,38 | 5,76 | |

Умовні позначення: η_0 – найбільша в'язкість практично незруйнованої системи (при $\gamma = 3 \text{ c}^{-1}$); η_m – найменша в'язкість практично зруйнованої системи (при $\gamma = 1312,2 \text{ c}^{-1}$); R_{K1} – статична межа здатності до течії (при $\gamma = 3 \text{ c}^{-1}$); R_{K2} – динамічна межа здатності до течії; R_m – напруження практично зруйнованої структури ($\gamma = 1312,2 \text{ c}^{-1}$).

З рисунків видно, що суміш для морозива без стабілізатора є неньютонівською рідиною з коагуляційним типом структури, яка утворюється шляхом взаємодії дисперсійних частинок (цукру, білків молока, жирових кульок) через їх тонкі прошарки з дисперсійним середовищем (водою).

Відповідно до табличних даних очевидним є те, що зі збільшенням внесеного зернового компонента тиксотропні властивості сумішей для морозива зростають як при частковій заміні СЗМЗ, так і при додаванні зародків на фоні сталого вмісту СЗМЗ. Пояснити такий ефект можна наступним. Завдяки значній кількості білків (30,0–33,5 %) зародки пшениці проявляють високі піноутворювальні та емульгувальні властивості стабілізацією жирової фази, а за рахунок високого вмісту полісахаридів (28,5–46,0 %) ще й ефективно зв'язують вільну вологу. За вмісту від 2 % і вище зерновий компонент забезпечує

очікувану стабілізацію структури. Але при підвищенні його кількості до 5 % суміші стають надмірно в'язкими і, як наслідок, готовий продукт матиме грубокристалічну структуру, низьку збитість та високу стійкість за рахунок домінуючої стабілізуючої ролі клейстеризованого пшеничного крохмалю.

Отже, при виробництві молочного морозива із зародками пшениці можна рекомендувати вміст зернового компонента 3–4 %, а для сумішей із вмістом СЗМЗ 10 % – 2–3 %.

Для перевірки цього припущення було виготовлено дослідні зразки морозива молочно-пшеничного, що містили 3 % зародків пшениці, та морозива молочного зі стабілізаційною системою Cremodan Ice Pro ("Danisco", Данія) у кількості 0,6 %. Збитість морозива із зародками з вмістом СЗМЗ 10 % становила 79–83 %, а морозива зі зниженим вмістом СЗМЗ – 77–82 %. Ці показники є цілком задовільними, якщо їх порівнювати зі збитістю морозива, що містить стабілізаційну систему (83–85 %), до складу якої входять ефективні піноутворювачі й емульгатори – моно- та дигліцериди жирних кислот. Окрім того, висновок щодо достатньо вираженої технологічної ефективності зародків пшениці можна зробити, зважаючи на те, що збитість молочного морозива має становити 60–80 % [7].

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні можливості комбінування зародків пшениці з іншими видами рослинної сировини з метою подальшого удосконалення складу морозива молочного.

Висновки.

Структуруюча здатність і тиксотропність найбільш виражені у сумішах для морозива, що містять зародки пшениці в кількості від 2 до 4 %.

З метою зниження собівартості готового продукту без зміни його якісних споживчих властивостей рекомендовано виготовляти морозиво зі зерновим компонентом при частковій заміні до 3 % СЗМЗ.

Одержано достатній технологічний ефект при застосуванні зародків пшениці у складі молочного морозива, порівняно з традиційно застосовуваною стабілізаційною системою.

Література

1. Marshall R.T. Ice Cream / R.T. Marshall, H.D. Goff and R.W. Hartel. – [6th Edn.] – New York: Kluwer Academic, ISBN 0-306-47700-9, 2003. – 366 p.
2. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers / S. Adapa, H. Dingeldein, K.A. Schmidt, T.J. Herald (Dept of Animal Sciences and Industry Kansas State University, Manhattan 66506, USA) // Journal Dairy Science. – 2000. – № 83 (10) October. – P. 24-29.
3. Dickinson E. Advances in food Colloids / E. Dickinson, D.J. McClements. – Chapman & Hall, 1996. – 333 p.
4. Зимон А.Д. Коллоидная химия: Учеб. для вузов / А.Д. Зимон, Н.Ф. Лещенко. – [3-е изд., доп. и испр.] – М.: АГАР, 2001. – 320 с.
5. Косой В.Д. Инженерная реология в производстве мороженого / В.Д. Косой, Н.И. Дунченко, А.В. Егоров. — М.: ДеЛи принт, 2008. – 196 с.

6. Поліщук Г.Є. Дослідження фізико-хімічних властивостей зернових інгредієнтів як структуроутворювачів у виробництві морозива / Г.Є. Поліщук, В.В. Мартіч [та ін.] // Хранение и переработка зерна. – 2011. – № 6. – С. 56 – 58.

7. Оленев Ю.А. Справочник по производству мороженого / Ю.А. Оленев, А.А. Творогова, Н.В. Казакова, Л.Н. Соловьева – М.: ДеЛи принт, 2004. – 798 с.

8. Косой В.Д. Контроль качества молочных продуктов методами физико-химической механики / В.Д. Косой, М.Ю. Меркулов, С. Б. Юдина. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 208 с.

Summary

Martich V.V., Polischuk G.E., Goncharuk E.V.

RESEARCH OF SOME RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MIXTURES FOR AN DAIRY ICE CREAM WITH WHEAT GERM

Research of some rheological characteristics of mixtures for dairy ice cream with wheat germ. Established the recommended contents of grain entering the component that provides efficient structuring of infant formula. The expediency of replacing 2-3% of dry skimmed milk residue (DSMR) on wheat germ.

Key words: *rheological properties, mixes, ice cream, wheat germ.*

Рецензент – к.т.н., доцент Турчин І.М.