

## СЕКЦІЯ ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 663.674.

Наталія Бреус, Людмила Маноха, Оксана Басс, Галина Поліщук

Національний університет харчових технологій

## ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ МОРОЗИВА МОЛОЧНОГО З КРОХМАЛЬНОЮ ПАТОКОЮ

Natalia Breus, Lyudmila Manoha, Oksana Bass, Galina Polishchuk

## OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF MILK ICE-CREAM WITH STARCH SYRUP

Однією з основних фізичних характеристик сумішей, які впливають на процеси формування і стабілізації складної полідисперсної структури морозива, є криоскопічна температура ( $t_{кр.}$ ). Ця фізична характеристика є температурою початку виморожування вільної води з сумішей під час їх фризювання в температурному діапазоні від  $-2$  до  $-6$  °С. Саме  $t_{кр.}$  впливає на ефективність виморожування води і під час процесу загартування м'якого морозива ( $-20...-40$  °С), але у дещо меншій мірі.

Цукор як основний підсолоджувач і джерело сухих речовин у складі морозива на молочній основі у кількостях не менше 14 % (для вершкового та пломбіру) і не менше 15,5 % (для молочного) є основним криопротектором. Саме цукор запобігає утворенню грубокристалічної структури морозива через високу вологозв'язувальну здатність, що, у свою чергу, й обумовлює  $t_{кр.}$  сумішей перед їх низькотемпературним обробленням. Тому, у разі заміни цукру на інші підсолоджувачі, за базу порівняння обирали  $t_{кр.}$  контрольного зразка традиційного хімічного складу.

В Україні виготовляють дешеві функціонально-технологічні підсолоджувачі – патоки крохмальні різного ступеня оцукрювання. Залежно від ступеня гідролізу крохмалю кукурудзяного, вони характеризуються різними значеннями декстрозного еквіваленту (ДЕ) і, відповідно, різним технологічним ефектом. Патоки з низьким ДЕ дещо підвищують  $t_{кр.}$  (порівняно з цукром), що неприпустимо, але позитивно впливають на опір морозива таненню. Патоки з високим ДЕ – навпаки, знижують  $t_{кр.}$ , але суттєво погіршують здатність морозива чинити опір дії позитивних температур. Звідси виникає задача визначити допустимий діапазон вмісту паток у морозиві залежно від їх декстрозного еквіваленту, який дозволяє одержувати суміші з  $t_{кр.}$  не вищою за таку для контрольного зразка. Досліджували суміші морозива молочного з вмістом патоки в діапазоні 0...15,5 % з декстрозним еквівалентом в межах від 34 до 98.

Суміш морозива молочного класичного з масовою часткою жиру 3,5 % характеризується криоскопічною температурою  $-2,56$  °С, що було прийнято за критерій оптимальності ( $t_{кр.} \leq -2,56$  °С).

На першому етапі проведено двовимірну апроксимацію (підбір апроксимуючої площини у вигляді двовимірного полінома другого степеня) і встановлено емпіричну функцію:

$$t_{кр.}(x,y) = -0.001xy - 0.002y^2 + 0.009y - 0.015x + 0.001x^2 - 0.23$$

де  $x$  – декстрозний еквівалент,  $y$  – кількість патоки.

Далі було виведено формулу, враховуючи оптимальну умову для криоскопічної температури у вигляді нерівності:

$$-0.001xy - 0.002y^2 + 0.009y - 0.015x + 0.001x^2 - 0.23 \leq -2,56.$$

Проведено відповідні розрахунки і виведено оптимальні співвідношення ДЕ та патоки для  $t_{кр.}$

На другому етапі проведено двохфакторний аналіз експериментальних даних:

$$t_{кр}(x_1, x_2) = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2$$

$$t_{кр}(x_1, x_2) = 0,338 - 0,15x_1 - 0,14x_2$$

де:  $t_{кр}$  – криоскопічна температура.

$x_1$  – декстрозний еквівалент.

$x_2$  – кількість патоки.

За допомогою побудованих багатофакторних регресійних моделей, які є адекватними наявним розрахунковим даним та мають високі ступені значимості оцінених параметрів, зроблено висновок щодо впливу кожного фактору на відгук ( $t_{кр}$ ).

Графічну залежність  $t_{кр}$  сумішей від ДЕ паток та їх вмісту в морозиві наведено на рисунку.

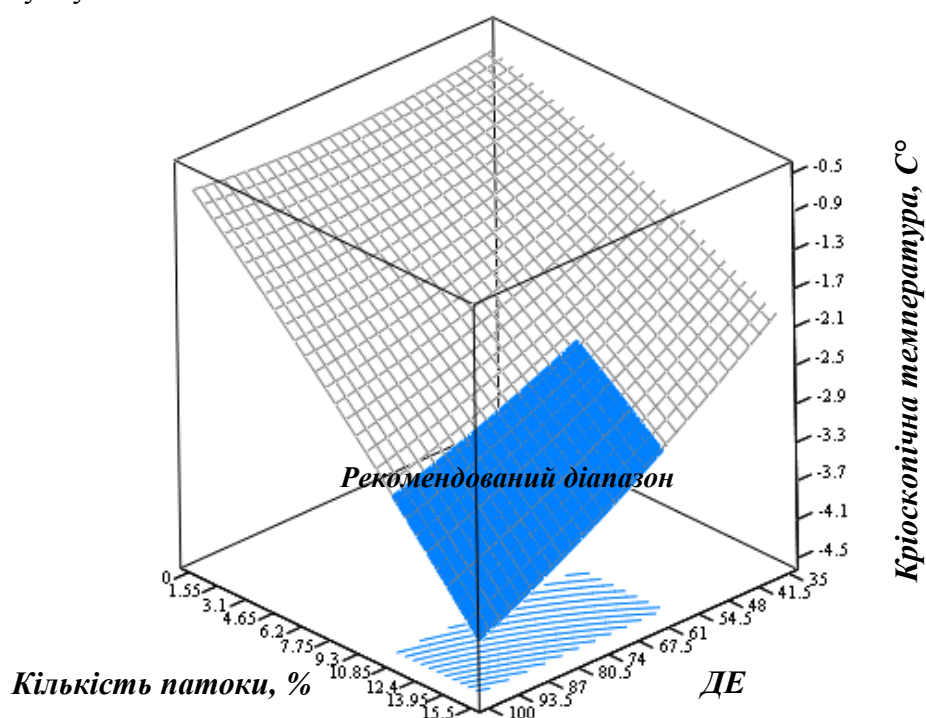


Рисунок – Графічна залежність криоскопічної температури (°С) від декстрозного еквіваленту паток та їх кількості (%) в сумішах морозива молочного

Одержані моделі дають змогу здійснювати прогнозування зміни змодельованого технологічного процесу в результаті зміни одного чи більше його факторів.

Так, моделювання складу сумішей морозива молочного дозволило визначити оптимальні діапазони вмісту паток та їх декстрозного еквіваленту для забезпечення криоскопічної температури, не вищої за  $-2,56$  °С, а саме:

$$59,6 \leq \text{ДЕ} \leq 97,7$$

$$10,85 \% \leq \text{КП} \leq 15,5 \%$$

Отже, патоки низького ступеня оцукрювання з декстрозним еквівалентом нижче 59,6 застосовувати у складі морозива, яке піддають загартуванню у промислових умовах, не рекомендовано. Патоки низькооцукрювані слід використовувати лише для м'якого морозива.

Одержані результати мають практичне значення для технологів у виробничих умовах і можуть бути застосовані для розрахунку рецептур. Оптимізація складу сумішей морозива дозволить цілеспрямовано керувати формуванням належних показників якості готового продукту.