

УДК 663.674 : 664.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОЇ ФАЗИ СУМІШЕЙ ТА МОРОЗИВА З НАТУРАЛЬНИМИ СТРУКТУРУЮЧИМИ КОМПОНЕНТАМИ

*Поліщук Галина Євгенівна д.т.н., доцент  
Національний університет харчових технологій*

*Семко Тетяна Василівна к.т.н., ст. викладач  
Вінницький національний аграрний університет*

**Polischuk G.**

*Vinnitsia National Agrarian University*

**Semko T.**

*Kiev National University of Food Technologies*

**Анотація:** в статті науково уточнено та модифіковано розрахунковий метод визначення точки замерзання сумішей морозива за еквівалент сахарози, що дозволить корегувати рецептурний склад морозива з більшою точністю.

**Ключові слова:** суміші, морозиво, кріоскопічна температура сироп стабілізатор.

### Вступ

Кріоскопічна температура ( $t_{кр}$ ) зумовлює закономірності кристалізації водної фази у морозиві. За даними М. L. Herrera та ін. [1] кріоскопічна температура сумішей з фруктозою і цукрозою не залежить від присутності гідроколідів. Інші вчені довели, що збільшення вмісту гідроколіду зменшує теплоту плавлення води у гідроколідально-водних сумішах внаслідок її більшого зв'язування [2]. Наявна у науково-технічній літературі інформація щодо  $t_{кр}$  різних за хімічним складом сумішей морозива досить суперечлива, а її розраховані значення за методиками, запропонованими рядом науковців [3] для однакових за складом сумішей, дають суттєві розбіжності.

Авторами розроблено нові види морозива молочного з натуральними структуруючими компонентами. Завважаючи на це, **метою** досліджень є вивчення впливу натуральних компонентів на кріоскопічну температуру і вміст вимороженої води у складі сумішей молочного морозива.

### Матеріали і методи досліджень

Кріоскопічну температуру сумішей визначали на вимірювальному комплексі, розробленому науковцями кафедри теплоенергетики та холодильної техніки НУХТ (рис. 1) [4]. До складу комплексу входять: пристрій для контролю температури з комплектом мідь-константанових термоелектричних перетворювачів (термопар) типу Т з похибкою вимірювань не більше 0,05 °С, блок вимірювання ICP i7018 та блок перетворення сигналу стандарту RS-485–RS-232 марки ICP i7520.

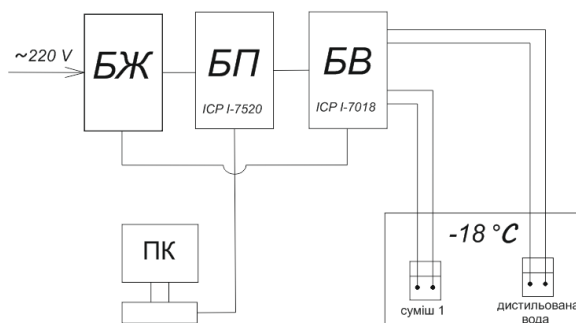


Рис. 1. Схема дослідної установки

Умовні позначення: БЖ – блок живлення (від мережі); БП – блок перетворення стандарту RS-485 – RS-232; БВ – блок вимірювання з 8 термопарами; ПК – реєстрація даних (під'єднання за допомогою RS-232 – USB); суміші у металевих бюксах поміщено у камеру заморожування.

Реєстрацію значень температури здійснювали на персональному комп'ютері за допомогою програми NDCONUTIL v.3xx. Спаї термопар діаметром 0,2 мм розміщували всередині зразка, що знаходився у металевій бюксі об'ємом 50 см<sup>3</sup> та вміщували до морозильної камери марки SAMSUNG з холодоагентом хладоном R134a та температурою робочої камери –25 °С. Автоматичний запис зміни температури до файла проводили через однакові проміжки часу (1 с). Особливістю методу є можливість одночасного вимірювання температури до 16-ти зразків. Для підвищення точності, вимірювання для кожного зразка проводили водночас за допомогою трьох термопар. Для компенсації можливих коливань показів контролера одночасно з сумішами трьома контрольними термопарами проводили вимірювання температури у бюксі з дистильованою водою, що має температуру 0 °С впродовж усього часу замерзання. До показів термопар, що вимірювали температуру сумішей вводили поправку на усереднену величину показів контрольних термопар, що збільшувало точність вимірювань до 0,05 °С.

Як дослідні були використані зразки морозива з МЧЖ – 3,5 %, цукру – 15,5 %, СЗМЗ – 10,0 %. У якості контрольних зразків обрано морозиво з вмістом 0,6 % стабілізаційної системи Cremodan SE 406 та 2,0 % пшеничного борошна.

### *Результати досліджень та їх обговорення*

Експериментально встановлені значення  $t_{кр}$  порівнювали з даними, які одержували за наведеною нижче схемою розрахунку депресії температури замерзання досліджуваних сумішей, відповідно до [5].

Спочатку визначали еквівалент цукрози (ЕС) за формулою, г/100 г суміші:

$$ЕС = (СЗМЗ \times 0,545) + С + (\Phi \times 1,9) \quad (1)$$

де: С – сахароза або інші дицукри, %;

Φ – фруктоза або інші моноцукри, %.

Потім розраховували еквівалентну концентрацію сахарози у воді (ЕС/100 г):

$$ЕС_{в} = ЕС \times 100 / В \quad (2)$$

де: ЕС<sub>в</sub> – еквівалентна концентрація цукрози у воді г/г;

ЕС – еквівалент цукрози, г/100 г суміші;

В – вода, %.

Зниження точки замерзання розчину цукрози ( $ЗТЗ_{ес}$ ), г/100 г води, визначали за табличними даними [6].

Внесок солей у зниження точки замерзання визначали за формулою:

$$ЗТЗ_{с} = СЗМЗ \times 2,37 / В \quad (3)$$

Зниження точки замерзання суміші морозива ( $ЗТЗ_{заг}$ ) рахували за формулою:

$$ЗТЗ_{заг} = ЗТЗ_{ес} + ЗТЗ_{с} \quad (4)$$

За виміряними значеннями  $t_{кр}$  розраховували вміст вимороженої води ( $\omega$ , %) при заданій температурі ( $t$ , °С) за формулою (6).

Приклад одержуваних за допомогою вимірювального комплексу термограм наведено на рис. 2.

Термограми підтвердили існування характерного переохолодження для дистильованої води ( $\geq 4$  °С) [338]. Переохолодження сумішей було значно меншим – усього на 0,5...2,0 °С, що можна пояснити наявними у їх складі мінеральними солями, моно- та дицукрами, які сприяють гетерогенній енуклеації та пришвидшують процес зародження кристалів. З підвищенням вмісту жиру від 3,5 до 15,0 % переохолодження сумішей зменшувалося, а  $t_{кр}$  знижувалася від –2,71 до –3,08 °С. Термограми зі збільшенням вмісту жиру і відповідним зменшенням вмісту у зразках води набували згладженого характеру, а час кристалізації води (горизонтальна лінія після початку кристалізації і

перед охолодженням) суттєво скорочувався. Діапазон депресій  $t_{кр}$  сумішей молочного морозива знаходився у межах значень від  $-2,30$  до  $-2,75$  °С. Кріоскопічну температуру досліджуваних сумішей наведено у табл. 1.

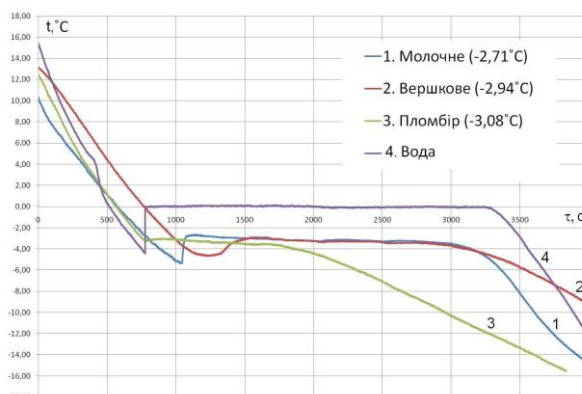


Рис. 2. Термограми дистильованої води і сумішей морозива

Таблиця 1

Хімічний склад та кріоскопічна температура сумішей морозива

Морозиво	Склад суміші, %							$t_{кр}$ °С вимір./ $t_{кр}$ °С розрах./ $\Delta t$ °С
	СЗМЗ	цукор	інв. сироп	крем одан	вода	СРР К**	жир	
молочне з Cremodan SE 406	10,0	15,5	-	0,6	70,5	-	3,5	- 2,81/- 2,18/0,63
вершкове з Cremodan SE 406	10,0	14,0	-	0,5	65,6	-	10,0	- 2,94/- 2,20/0,74
пломбір з Cremodan SE 406	10,0	14,0	-	0,4	60,6	-	15,0	- 3,08/- 2,36/0,72
молочне без стабілізатора	10,0	15,5	-	-	71,0	-	3,5	- 2,16/0- 2,16
молочне з пшеничним борошном	10,0	15,5	-	-	69,0	2,0	3,5	- 2,38/- 2,22/0,16
молочне з пшеничним борошном	10,0	15,5	-	-	68,0	3,0	3,5	- 2,42/- 2,26/0,16
молочне з вівсяним борошном	10,0	15,5	-	-	68,0	3,0	3,5	- 2,30/- 2,26/0,04
молочне із зародками пшениці	10,0	15,5	-	-	68,0	3,0	3,5	- 2,38/- 2,26/0,12
молочно-гарбузове	10,0	15,5	-	-	66,0	5,0	3,5	- 2,75/- 2,33/0,42
молочно-яблучне	10,0	15,5	-	-	66,0	5,0	3,5	- 2,76/- 2,33/0,43
молочно-гарбузове	10,0	15,5	-	-	68,0	3,0	3,5	- 2,62/2,26/0,36
молочно-яблучне	10,0	15,5	-	-	68,0	3,0	3,5	- 2,65/2,26/0,39
молочне з НСК-1	10,0	15,5	-	-	68,0	3,0	3,5	- 2,70/- 2,26/0,44
молочне з НСК-2	10,0	15,5	-	-	67,5	3,5	3,5	- 2,75/- 2,28/0,47
молочне з пшеничним борошном та інвертним сиропом (25%)*	10,0	11,63	3,88	-	68,0	3,0	3,5	- 2,82/- 2,56/0,18
молочне з пшеничним борошном та інвертним сиропом (50%)*	10,0	7,75	7,75	-	68,0	3,0	3,5	- 2,92/- 2,89/0,03
молочне з пшеничним борошном та інв.сиропом (75%)*	10,0	3,88	11,63	-	68,0	3,0	3,5	- 3,16/- 3,20/0,04
молочне з пш. борошном та інвертним сиропом (100 %)*	10,0	-	15,5	-	68,0	3,0	3,5	- 3,61/- 3,57/0,04
молочне з НСК-1 та інвертним сиропом (25%)*	10,0	11,63	3,88	-	68,0	3,0	3,5	- 2,85/2,56/0,29
молочне з НСК-2 та інвертним сиропом (25 %)*	10,0	11,63	3,88	-	67,5	3,5	3,5	- 2,91/2,57/0,34

\* Ступінь заміни цукру на сухі речовини інвертного сиропу

\*\* Сухі речовини рослинного компонента

Інвертний сироп значно знижував  $t_{кр}$  молочних сумішей – від  $-2,42$  до  $-3,16$  °С, залежно від ступеня заміни цукру. Для морозива із зернопродуктами найнижча  $t_{кр}$  сумішей з пшеничним ( $-2,4$  °С) і вівсяним ( $-2,30$  °С) борошном та з пшеничними зародками ( $-2,38$  °С).  $T_{кр}$  морозива молочно-гарбузового та молочно-яблучного нижча, порівняно із морозивом з зернопродуктами, що обумовлено присутністю моноцукрів у складі рослинної сировини.

Стабілізатор незначно впливав на  $t_{кр}$  молочної суміші, порівняно із сукупним впливом на цей показник лактози, мінеральних речовин і цукру. Стабілізаційна система як ефективніша за пшеничне борошно додатково знижувала кріоскопічну температуру на  $0,34$  °С. Підвищення же вмісту у сумішах пшеничного борошна на  $1\%$  - не надає суттєвого впливу на  $t_{кр}$ . Серед зернових інгредієнтів у складі сумішей найбільше впливають на  $t_{кр}$  зародки пшениці.

За підвищення вологоутримуючої здатності структуруючих компонентів (від зернопродуктів до стабілізуючої системи) різниця між вимірними та розрахованими значеннями  $t_{кр}$  теж суттєво підвищувалася. Так, розбіжність значень при застосуванні зернопродуктів складала від  $0,04$  °С (борошно вівсяне) і  $0,12...0,16$  °С (зародки пшениці, пшеничне борошно) до  $0,36...0,39$  °С (плодоовочеві пюре) і до  $0,53...0,74$  °С (Cremodan SE 406), що свідчить про суттєву неточність розрахункового методу визначення  $t_{кр}$ , особливо за застосування ефективних вологозв'язувальних компонентів. Для підвищення точності розрахунків слід враховувати зв'язану воду, яка не є розчинником. З метою перевірки цього твердження проведено розрахунок, наведений нижче.

Для одержання значення  $ЗТЗ_{ec}$  розрахунок  $EC_B$  (2) прийматиме наступний вигляд:

$$EC_B = EC \times 100 / (B - B_{зв}) \quad (6)$$

де:  $EC_B$  – еквівалентна концентрація сахарози у воді,  $EC/100$  г води;

$EC$  – еквівалент сахарози, г/100 г суміші;

$B$  – маса води, г/100 г суміші;

$B_{зв}$  – маса зв'язаної води, г/100 г суміші.

Для розрахунку внеску солей у зниження температури замерзання формула (3) прийматиме такий вигляд:

$$ЗТЗ_c = СЗМЗ \times 2,37 / (B - B_{зв}) \quad (7)$$

Вміст зв'язаної води може бути обрахований за даними табл. 1 і 2.

Приклад розрахунку  $ЗТЗ$  і  $B_{зв}$  суміші молочної зі стабілізаційною системою Cremodan SE 406 наведено нижче.

Вміст зв'язаної води, г/100 г суміші:

$$B_{зв} = 1,98 \times 0,6 \text{ (внесок Cremodan)} + 10 \times 0,971 \text{ (внесок СЗМЗ)} + 0,98 \times 15,5 \text{ (внесок цукор)} = 1,188 + 9,71 + 15,19 = 26,09$$

За даними Ю. О. Оленєва [18], до однієї треті зв'язаної води є слабозв'язаною і може приймати участь у процесах розчинення, тому для визначення вмісту води, яку не враховують, слід ввести коефіцієнт  $0,66$ , г/100 г суміші:

$$B_{зв'} = B_{зв} \times 0,66 = 17,22$$

Тоді вміст води-розчинника приймаємо наступним, г/100 г суміші:

$$B_B = B - B_{зв'} = 70,5 - 17,22 = 53,28$$

$$EC = (СЗМЗ \times 0,545) + 15,5 = 20,95$$

$$EC_B = 20,95 \times 100 / 53,28 = 39,32$$

Зниження температури замерзання за еквівалентом сахарози, °С:

$$ЗТЗ_{ec} = 39,32 \times 2,40 / 39 = 2,4$$

Зниження температури замерзання з врахуванням вмісту солей, °С:

$$ЗТЗ_c = 2,37 \times 10 / 53,28 = 0,45$$

Зниження температури замерзання розраховане, °С :

$$ЗТЗ = 2,4 + 0,44 = 2,84$$

Різниця між вимірним та розрахованим значеннями  $t_{кр}$  складає, °С:

$$\Delta t_{кр} = (-2,84) - (-2,81) = 0,03$$

Одержане значення суттєво підвищує точність розрахунку і знижує похибку між вимірним і розрахованим значеннями від 0,63 до 0,03 °С.

Отже, для одержання точних значень  $t_{кр}$  сумішей морозива, необхідно безпосереднього вимірювати цю величину в умовах дослідних лабораторій або застосовувати розрахунковий метод, відповідно до наведеної вище схеми.

За формулою (7) розраховано вміст вимороженої води у морозиві у температурному діапазоні  $-5...-40$  °С (табл. 2) та виявлено зразки з її найменшим вмістом: морозиво зі стабілізаційною системою, з плодовоочевими пюре, з НСК-1, НСК-2, з інвертним сиропом.

Таблиця 2

## Вміст вимороженої води у морозиві

Морозиво	Температура, °С							
	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40
молочне з Cremodan SE 406	43,8	71,8	81,3	85,9	88,8	90,6	92,0	93,0
вершкове з Cremodan SE 406	41,2	70,6	80,4	85,3	88,2	90,2	91,6	92,65
пломбір з Cremodan SE 406	38,4	69,2	79,5	84,6	87,7	89,7	91,2	92,3
молочне без стабілізатора	56,8	78,4	85,6	89,2	91,4	92,8	93,8	94,6
молочне з пшеничним борошном	52,4	76,2	84,1	88,1	90,5	92,1	93,2	94,1
молочне з пшеничним борошном	51,6	75,8	83,9	87,9	90,3	91,9	93,1	94,0
молочне з вівсяним борошном	54,0	77,0	84,7	88,5	90,8	92,3	93,4	94,3
молочне із зародками пшениці	52,4	76,2	84,1	88,1	90,5	92,1	93,2	94,1
молочно-гарбузове	45,2	72,6	81,7	86,3	89,0	90,9	92,2	93,2
молочно-яблучне	44,8	72,4	81,6	86,2	89,0	90,8	92,1	93,1
молочно-гарбузове	47,6	73,8	82,5	86,9	89,5	91,3	92,5	93,4
молочно-яблучне	47,0	73,5	82,3	86,7	89,4	91,2	92,4	93,4
молочне з НСК-1	46,0	73,0	82,0	86,5	89,2	91,0	93,2	93,3
молочне з НСК-2	45,0	72,5	81,7	86,2	89,0	90,8	92,1	93,1
молочне з пшеничним борошном та інвертним цукром (25 %)	43,6	71,8	81,2	85,9	88,7	90,6	91,9	93,0
молочне з пшеничним борошном та інвертним цукром (50%)*	41,6	70,8	80,3	85,4	88,2	90,1	91,7	92,7
молочне з пшеничним борошном та інвертним цукром (75 %)*	36,8	68,4	78,9	84,2	87,4	89,5	91,0	92,1
молочне з пшеничним борошном та інвертним цукром (100 %)*	27,8	63,9	75,9	82,0	85,6	88,0	89,7	91,0
молочне з НСК-1 та інвертним цукром (25%)*	43,0	71,5	81,0	85,7	88,6	90,5	91,9	92,9
молочне з НСК-2 та інвертним цукром (25 %)*	41,8	70,9	80,6	85,4	88,4	90,3	91,7	92,7

Частка вимороженої води у вказаних зразках морозива становить від 42,0...54,0 % до 92,7...94,2 %, відповідно, на початку та наприкінці процесу виморожування. Максимальну різницю кількості вимороженої води у досліджуваних зразках (до 12,0 %) виявлено при температурі  $-5$  °С, але при подальшому зниженні температури вміст вимороженої води у морозиві різних видів практично однаковий.

Таким чином, очевидно є необхідність швидкого охолодження м'якого морозива усіх видів на виході з фризера до температури не вище ніж  $-10$  °С, а також загартування морозива на сучасних потокових лініях в інтервалі температур від  $-30$  до  $-40$  °С. Нижчі температурні режими загартування мають застосовуватися, у першу чергу, для морозива з найнижчою  $t_{кр}$ .

Найбільший ризик виникнення грубокристалічної структури виявлено для морозива із зернопродуктами: перевищення вмісту вимороженої вологи, порівняно з іншими зразками, становило у межах 1,4...2,1÷6...10 % в діапазоні температур від -24 до -6 °С. Для запобігання міграційній рекристалізації льоду особливу увагу слід приділяти температурному режиму зберігання, транспортування та реалізації такого морозива, але найдієвішим заходом є удосконалення його хімічного складу.

Для розрахунку співвідношень між вмістом вільної і зв'язаної води застосовано результати досліджень Ю. О. Оленева [7].

Вміст вільної води у сумішах морозива різного хімічного складу і співвідношень між вмістом невимороженої та вимороженої води за технологічно значимих температур наведено у табл. 3.

Технологічно значимими температурами, на думку авторів, є такі: -6 °С (температура м'якого морозива на виході з фризера); -9 °С (температура, оптимальна для органолептичної оцінки загартованого морозива); -12 °С (порогова температура для загартованого морозива); -18 °С (температурний режим зберігання морозива тривалістю до 10 місяців); -24 °С (температурний режим зберігання морозива тривалістю до 12 місяців).

Таблиця 3

**Вміст вільної води у сумішах та співвідношення «невиморожена / виморожена вода» (%) у морозиві за технологічно значимих температур**

Морозиво молочне	Температура, °С					
	0	-6	-9	-12	-18	-24
без стабилизатора	48,68	17,52/ 31,16	11,68/ 37,0	10,40/ 38,28	5,84/ 42,84	4,38/ 44,30
з пшеничним борошном (3%)	45,15	18,21/ 26,94	12,15/ 33,00	9,11/ 36,04	6,07/ /39,08	4,55/ 40,60
зі стабілізаційною системою Cremoran (0,6%)	41,46	19,42 /22,04	12,94/ 28,52	9,71/ 31,75	6,47/ 34,99	4,85/ 36,61
з вівсяним борошном (3%)	45,29	17,36/ 27,93	11,57/ 33,71	8,68/ 36,61	5,79/ 39,50	4,34/ 40,95
з гарбузом (3 % СР)	42,48	18,55/ 23,93	12,37/ 30,11	9,27/ 33,21	6,19/ 36,29	4,64/ 37,84
з яблучним пюре (3 % СР)	40,64	17,95/ 22,69	11,96/ 28,68	8,97/ 31,67	5,98/ 34,66	4,49/ 36,15
із зародками пшениці (3%)	44,19	17,53/ 26,66	11,68/ 32,51	8,76/ 35,43	5,84/ 38,35	4,38/ 39,81
з НСК-1 (3 %)	42,64	20,19/ 22,45	12,79/ 29,85	9,59/ 33,05	6,4/ 36,24	4,8/ 37,84
з НСК-2 (3,5 %)	41,54	19,04/ 22,50	12,69/ 28,85	9,52/ 32,02	6,35/ 35,19	4,76/ 36,78
з НСК-2 (3,5 %) та інвертним сиропом (25 % заміни цукру)	40,29	18,61/ 21,68	27,53/ 12,76	9,57/ 30,72	6,38/ 33,91	4,75/ 35,54

За даними табл. 3 побудовано діаграми зміни стану води у сумішах та морозиві за змінних температур на прикладі морозива молочного без стабілізатора та морозива з НСК-2, що містять найбільшу та найменшу кількість невимороженої води (рис. 3).

Діаграми демонструють суттєві зміни стану води у сумішах та морозиві зі зниженням температури від 0 до -24 °С, що супроводжується відповідним концентруванням розчинів вуглеводів, білків та солей у залишку невимороженої води. Так, вміст води-розчинника за вказаних температурних режимів зменшується для морозива молочного без стабілізатора у 11,1 рази, а для

молочного з НСК-2 – у 8,5 рази. Інші види займають проміжне положення.

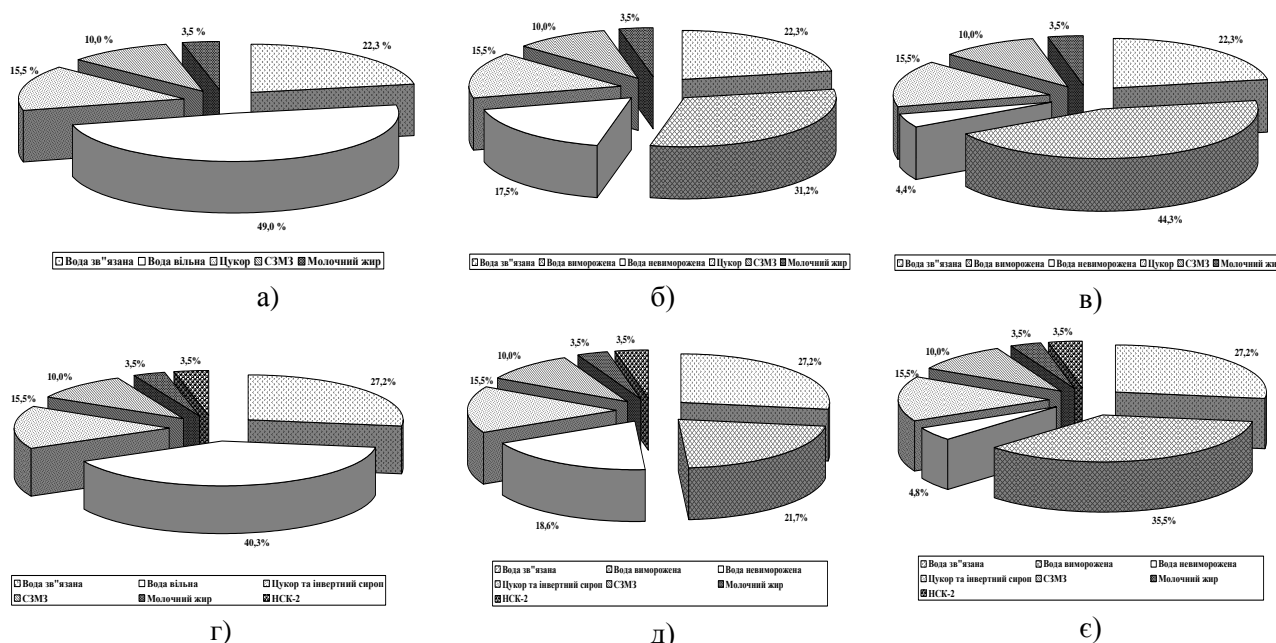


Рис. 3. Розподіл компонентів у сумішах і (а, г) та морозиві без стабілізаційної системи та з НСК-2 за температур  $-6^{\circ}\text{C}$  (б, д) та  $-24^{\circ}\text{C}$  (в, е)

### Висновки

Уточнено та модифіковано розрахунковий метод визначення точки замерзання сумішей морозива за еквівалентом сахарози, що дозволить корегувати рецептурний склад морозива з більшою точністю.

Найбільша загроза надлишкового виморожування води під час загартування та зберігання характерна для морозива із зернопродуктами, на відміну від морозива з плодовоочевими пюре. Це свідчить про необхідність удосконалення хімічного складу морозива із зернопродуктами, яке можна реалізувати за допомогою модифікованого авторами розрахункового методу.

### Список літератури

1. Тепловые, механические и молекулярно-релаксационные свойства замороженных сахарозных и фруктозных растворов, содержащих гидроколлоиды / мл Herrera, CO M'Camp, С. Ферреро [и др.] // Пищевая Биофизика - 2007. - № 2. - Р. 20-28.
2. Буйонг Г. Количество и размер кристаллов льда в замороженных образцах, как в FL uenced по гидроколлоидами / Н. Вуонг ИЛИ Феррета // Журнал Dairy Science - 1988 - № 71. - Р. 2630-2639
3. Леценко М. Е. Особенности определения холодильной нагрузки при производстве мороженого / М. Е. Леценко // Мороженое и замороженные продукты. – № 1. – 2001. – С. 22–23. , Справочник по производству мороженого / [Оленев Ю. А., Творогова А. А., Казакова Н. В., Соловьева Л. Н.]. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 798 с.
4. Потапов С. Г. Лабораторна установка для безперервного контролю та реєстрації параметрів газового середовища / С. Г. Потапов, М. М. Масліков // Наукові праці НУХТ. – 2009. – № 29. – С. 78–80.
5. Маршал Р. Мороженое и замороженные десерты / Маршал Р., Гофф Г., Гартел Р. [пер. с англ. В. И. Василевського]. – Спб. : Профессия, 2005. – 376 с.
6. Маршал Р. Мороженое и замороженные десерты / Маршал Р., Гофф Г., Гартел Р. [пер. с англ. В. И. Василевського]. – Спб. : Профессия, 2005. – 376 с.
7. Справочник по производству мороженого / [Оленев Ю. А., Творогова А. А., Казакова Н. В., Соловьева Л. Н.]. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 798 с. ] та власних досліджень щодо вологозв'язувальної здатності складових компонентів і сумішей морозива, Полицук Г. Определение связанной воды в углеводсодержащем растительном сырье и смесях мороженого / Галина Полицук, Ольга Рыбак // Maisto chemija ir technologija.

*Mokslo darbai (Food chemistry and technology. Proceedings). Kauno technologijos universiteto maisto institutas. Kaunas. – 2012. – T. 46. – Nr. 1. – 2012. – P. 57– 64 p. Поліщук Г.Є. Дослідження стану води у морозиві з натуральними функціонально-технологічними інгредієнтами / Г.Є. Поліщук // Харчова наука і технологія – №2 (19). – 2012. – С. 21–24*

### References

1. *Thermal, mechanical, and molecular relaxation properties of frozen sucrose and fructose solutions containing hydrocolloids / M. L. Herrera, J. I. M'Cann, C. Ferrero [et al.] // Food Biophysics – 2007. – № 2. – P. 20–28*
2. *Buyong N. Amount and size of ice crystals in frozen samples as influenced by hydrocolloids / N. Buyong, O. R. Fennema // Journal of Dairy Science – 1988. – № 71. – P. 2630–2639*
3. *Leshchenko ME Features of determining the cooling load in the production of ice cream / ME Leshchenko // Ice cream and frozen foods. - № 1. - 2001. - S. 22-23. , Handbook of ice cream / [Olenev YA, Tvorogova AA, Kazakova NV, Solovyov LN]. - M. Delhi print, 2004. - 798 p.*
4. *Potapov SG laboratory setup for bezperervnogo control that reestratsii parametriv gas seredovischa / SG Potapov, M. Maslikov // Naukovi pratsi NUHT. - 2009. - № 29. - S. 78- 80.*
5. *Marshall R. Ice cream and frozen desserts / Marshall R. Goff G., R. Gartel [trans. from English. VI Vasilevskogo]. - Spb. Title: 2005. - 376 p.*
6. *Marshall R. Ice cream and frozen desserts / Marshall R. Goff G., R. Gartel [trans. from English. VI Vasilevskogo]. - Spb. Title: 2005. - 376 p.*
7. *Handbook of ice cream / [Olenev YA, Tvorogova AA, Kazakova NV, Solovyov LN]. - M. Delhi print, 2004. - 798 p. ] That Vlasna doslidzhen schodo vologozv'yazuvalnoї zdatnosti warehouses komponentiv i sumishey moroziva, Polishchuk G. Determination of bound water in the carbohydrate-containing plant material and mixtures of ice cream / Galina Polishchuk, Olga Rybak // Maisto chemija ir technologija. Mokslo darbai (Food chemistry and technology. Proceedings). - Kauno technologijos universiteto maisto institutas. Kaunas. - 2012. - T. 46. - Nr. 1. - 2012. - P. 57- 64 p. Polishchuk G.Є. Vod Doslidzhennya'll have morozivi of genuine funktsionalno-tehnologichnimi ingredientami / G.Є. Polishchuk // nutritive science i tehnologiya - №2 (19). - 2012. - S. 21-24*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОЙ ФАЗЫ СМЕСЕЙ И МОРОЖЕНОГО С АТУРАЛЬНЫМИ СТРУКТУРНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

**Аннотация:** в статье научно уточнены и модифицировано расчетный метод определения точки замерзания смесей мороженого эквивалента сахарозы, что позволит корректировать рецептурный состав мороженого с большей точностью.

**Ключевые слова:** смеси, мороженое, криоскопическая температура, сироп, стабилизатор.

### STUDIES OF THE AQUEOUS PHASE MIXTURES AND ICE CREAM WITH NATURAL INGREDIENTS STRUCTUREWISE

**Summary:** the article scientifically refined and modified method of calculation to determine the freezing point of ice cream mixes equivalent amount of sucrose that will allow you to adjust the formula of ice cream with greater accuracy.

**Keywords:** mixtures, ice cream, croscopy the temperature of the syrup stabilizer.