

спрямовується до конусного каналу конфузора 9. Одночасно необхідний об'єм вершків всмоктується через патрубок 5 і потрапляє в зону між внутрішньою поверхнею патрубка 6 та зовнішньою частиною конфузора 7, де формується щільний канал 10. У цій ділянці вершки інтенсивно прискорюються, тоді як швидкість руху знежиреного молока повинна становити близько 60 м/с [3].

У результаті в щільному каналі виникає значна різниця швидкостей потоків, що відповідно до критерію Вебера створює необхідні гідродинамічні умови для руйнування жирових кульок і досягнення високого ступеня диспергування. Величина зазору δ між внутрішньою поверхнею патрубка та зовнішньою частиною конфузора регулюється обертанням різьбової частини конфузора 2 відносно корпусу, що забезпечує подачу заданої кількості вершків. Для запобігання витокам уздовж бічних поверхонь конфузора до патрубка встановлено ущільнювальні елементи 3. Після проходження щільного каналу нормалізоване та гомогенізоване молоко надходить у зону розширення дифузора 11 і відводиться з апарата для подальшої обробки.

Таким чином, запропонована конструкція струминного гомогенізатора з роздільним введенням вершків, завдяки поєднанню відповідних конструктивних рішень – зокрема встановленню конфузора з конусним каналом, який має можливість осьового переміщення та утворює з внутрішньою поверхнею патрубка щільний канал, – забезпечує ефект ежекційного всмоктування вершків. Реалізація такого принципу роботи дозволяє відмовитися від їх примусової подачі та, відповідно, істотно зменшити енергетичні витрати процесу гомогенізації.

Список використаних джерел

2. Самойчук К. О., Ковальов О. О., Борохов І. В., Паляничка Н. О. Аналітичні дослідження енергетичних показників і параметрів якості струминно-щільового гомогенізатора молока. *Праці ТДАТУ*. 2019. Вип. 19, т. 1. С. 3-18.

3. Дейниченко Г. В., Самойчук К. О., Ковальов О. О. Конструкції струминних диспергаторів жирової фази молока. *Праці ТДАТУ*. 2016. Вип. 16, т. 1. С. 219-227.

4. Струминний гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків: пат. кор. модель 156886 Україна: МПК А01J11/16. - № u202400450; заявл. 29.01.2024; опубл. 14.08.2024, Бюл. № 33/2024

UDC 658.511.5: 641.856

JUSTIFICATION FOR IMPROVING THE DESIGN OF A FREEZER FOR ICE CREAM PRODUCTION

Liebidiev A., recipient of higher education “Master's” degree

Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

Ice cream is a frozen dessert product manufactured primarily from milk, cream, butterfat, and sugar, with the addition of flavoring and aromatic components. In addition to traditional dairy-based formulations, ice cream may also be produced in fruit varieties formulated from fruit juices and pulp derived from berries and other fruits. As a dairy product, ice cream contains more than one hundred biologically valuable constituents. Its composition includes proteins, lipids, carbohydrates, and a complex of vitamins such as A, B₁, B₂, B₁₂, C, D, E, and P. The concentration of vitamin C increases when fruit fillers are incorporated into the formulation. The ingredients of ice cream contribute to the synthesis of serotonin in the human body. Milk-based ice cream is also characterized by a significant content of tryptophan, a natural compound known for its mild calming effect [1].

The technological process of ice cream manufacture comprises the following sequential operations: preparation of raw materials, formulation and mixing of the blend, filtration, pasteurization, homogenization, cooling, whipping and partial freezing of the dairy mix, filling, hardening, and post-hardening of the product. One of the key stages in ice cream production is the simultaneous whipping and partial crystallization of the cream–milk mixture, commonly referred to as freezing (dynamic freezing in a freezer unit). During this operation, a light and aerated structure is formed, which is subsequently stabilized and finalized during the hardening stage. The structural characteristics of ice cream are primarily determined by the size of the ice crystals formed within the matrix. Precise temperature control of the dairy mix during processing is therefore critically important. Excessive temperature reduction promotes the formation of large ice crystals, which negatively affects product quality. Conversely, an increase in temperature results in a lower volume of entrapped air bubbles, also leading to deterioration in texture and overall quality attributes of the finished ice cream.

The freezer represents the principal piece of equipment in ice cream manufacturing. It is a technological unit designed for the production of both soft-serve and hardened ice cream. During operation, the freezer simultaneously performs several functions: aeration of the mix, intensive agitation, and controlled partial freezing of the previously prepared liquid formulation to a temperature range of approximately $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

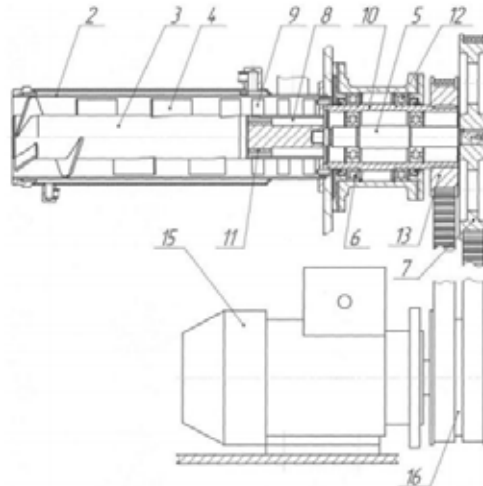
However, a significant drawback of most existing analogues is the insufficient overrun level of the ice cream. This limitation is primarily associated with the fact that the dispersion of air dissolved in the mix occurs along the entire length of the freezing cylinder while the rotational speed of the mixing elements remains relatively low. Under such conditions, agitation and fragmentation of air bubbles take place within a partially frozen, highly viscous medium. As the mixture progressively crystallizes and its density increases, the intensity of bubble break-up and distribution decreases substantially. Inadequate refinement and uniform dispersion of air bubbles adversely affect the structural quality of the final product and lead to a reduction in yield, thereby lowering the overall productivity of the freezer unit.

Therefore, an improvement of the existing equipment was proposed in order to increase the overrun (aeration degree) of the ice cream [2].

A schematic diagram of the upgraded freezer is presented in Figure 1. The ice cream freezer operates as follows. The prepared ice cream mix is supplied from tank 18 into cylinder 2. Simultaneously with the inflow of the mix, air is drawn into cylinder 2. During rotation of the high-speed agitator 8, the blades 9 induce intensive aeration of the ice cream mix, ensuring fragmentation of air bubbles and their uniform dispersion throughout the product volume. In addition to promoting aeration, blades 9 direct the mixture toward agitator 3, whose blades 4 rotate with a minimal clearance relative to the inner surface of cylinder 2. At the same time, a refrigerant (for example, ammonia) is delivered into the cooling jacket of cylinder 2 by means of the refrigeration compressor unit 17. As the refrigerant evaporates, the inner wall of cylinder 2 is cooled, resulting in the formation of a frozen layer of ice cream mix on its surface.

During rotation of agitator 3, blades 4 continuously scrape off the layer of mix frozen onto the inner surface of cylinder 2 and simultaneously ensure intensive mixing within the cylinder. As a result, uniform freezing of the entire volume of the mixture inside cylinder 2 is achieved, forming a homogeneous structure characterized by fine ice crystals. Efficient aeration of the mix is additionally ensured by the installation of the high-speed agitator 8 on the high-speed shaft 10. This shaft is driven by the high-speed pulley 13 and rotates at a higher angular velocity than shaft 5. Owing to this design feature, the aeration process occurs with significantly greater intensity compared to conventional configurations. An additional factor contributing to improved overrun is that the high-speed agitator 8, capable of providing rapid and intensive aeration, is positioned directly in the zone where the mix enters the cylinder. Consequently, unlike conventional analogues, aeration is performed before the mixture undergoes substantial freezing under the cooling effect of the inner surface of cylinder 2. This ensures more effective dispersion and stabilization of air bubbles in a still-fluid medium. Upon completion of the freezing cycle, when the entire volume of the mixture inside cylinder 2 has reached

the required frozen state, the finished ice cream is discharged from the freezer and subsequently packaged using the unloading device 19.



1 – housing; 2 – cylinder; 3 – agitator; 4 – blades; 5 – shaft; 6 – bearings; 7 – driven pulley; 8 – high-speed agitator; 9 – blades; 10 – high-speed shaft; 11 – agitator bearing; 12 – high-speed shaft; 13 – high-speed pulley; 14 – drive mechanism; 15 – electric motor; 16 – driving pulley.

Fig. 1. Schematic diagram of the improved freezer assembly

In general, the incorporation of the high-speed agitator 8, the high-speed shaft 10, the agitator bearing 11, the high-speed shaft bearings 12, and the high-speed pulley 13 into the freezer design significantly enhances the aeration efficiency of the ice cream mix. This structural modification intensifies air dispersion and stabilization within the mixture, thereby improving the structural and sensory quality of the final product while simultaneously increasing the output capacity of the freezer.

References

1. Samoichuk K. O., Kyurchev S. V., Palianychka N. O., Verkhohantseva V. O. Innovative Technologies and Equipment of the Industry. Processing of Livestock Products: Practical Guide. Tavria State Agrotechnological University. Kyiv: ProfKnyha Publishing, 2020. 252 p.

2. Freezer for Ice Cream Production: Patent of Ukraine No. 71900, IPC A23G 9/04 (2006.01). Application No. u201201629; filed February 14, 2012; published July 25, 2012, Bulletin No. 14. 6 p.

Scientific Supervisors: Palyanychka N. O., Ph.D., Associate Professor

УДК 664.69

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРЕСУЮЧОЇ ГОЛОВКИ МАКАРОННОГО ПРЕСУ

Черненко Р., здобувач вищої освіти СВО «Бакалавр»

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

Виробництво макаронних виробів є однією з провідних галузей харчової промисловості, що забезпечує населення доступними, поживними та зручними у приготуванні продуктами. Основною сировиною для виготовлення макаронів є борошно твердих сортів пшениці, вода та, за потреби, додаткові компоненти, які формують смакові й структурні властивості готового продукту. Технологічний процес охоплює дозування та змішування сировини, замішування тіста, формування виробів, їх сушіння, стабілізацію та пакування. Від дотримання параметрів вологості, температури й тривалості обробки залежить якість макаронів, зокрема їх міцність,