

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА
І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ
ТВАРИННИЦТВА**

Збірник наукових праць

№ 1 (186) 2024

Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва = Animal Husbandry Products Production and Processing : збірник наукових праць. № 1 (186) 2024. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2024. 151 с. DOI 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 4 від 24.05.2024 р.)

«Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва» («Animal Husbandry Products Production and Processing») – збірник наукових праць є фаховим виданням, який включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз Index Copernicus, Google Scholar, Crossref.

Редакційна колегія:

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Димань Т.М.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Заступник головного редактора – **Цехмістренко О.С.**, д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Аріас Р., д-р філософії, доц., Університет Аустрал де Чилі, Валдівія, Чилі

Білл М., д-р філософії, проф., Державний університет штату Айова, «Дюпон Піонер», Айова, США

Бітюцький В.С., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ваврісінова К., доц., Словацький аграрний університет, Нітра, Словачія

Гассемі Нейжад Ж., д-р філософії, доц., Коледж тваринництва та технологій, Університет Конкук, Сеул, Республіка Корея

Гриневич Н.Є., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Дубовий В.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Зелінська В.А., асистент, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Кацаньова М., д-р філософії, проф., Словацький аграрний університет, Нітра, Словачія

Мачюк В., д-р філософії, проф., Університет аграрних наук та ветеринарної медицини, Яси, Румунія

Мельниченко О.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Мерзлов С.В., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Мохаммадабаді М.Р., д-р філософії, проф., Шахід Бахонар Університет міста Керман, Керман, Іран

Недашківський В.М., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ніколова Л., д-р філософії, доц., Аграрний університет, Пловдив, Болгарія

Попова Т., д-р філософії, проф., Інститут тваринництва, Костинброд, Болгарія

Соболев О.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Ставецька Р.В., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Цехмістренко С.І., д-р с.-г. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Шаран М.М., д-р с.-г. наук, проф., Інститут біології тварин, Львів, Україна

Шурчкова Ю.О., д-р техн. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Editorial board:

Editor in chief – **Dyman T.M.**, D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Deputy Editor in chief – **Tsekhmistrenko O.S.**, D. Sc., Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Members of editorial board:

Arias R.A., PhD, Ass. Prof., Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile
Bill M., PhD, Prof., Jowa State University, DuPont Pioneer, Iowa, USA

Bitiutskyi V.S., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Vavrisinova K., Ass. Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia

Ghassemi Nejad J., PhD, Ass. Prof., College of Animal Bioscience and Technology, Konkuk University, Seoul, Republic of Korea

Grynevych N. Ye., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Dubovyi V. I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Kacaniova M., PhD, Prof., Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovakia

Maciuc V., PhD, Prof., University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Iasi, Romania

Melnychenko O.M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Merzlov S.V., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Mohammadabadi M.R., PhD, Prof., Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Nedashkivskyi V. M., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Nikolova L., PhD, Ass. Prof., Agrarian University, Plovdiv, Bulgaria

Popova T., PhD, Prof., Institute of Animal Science, Kostinbrod, Bulgaria

Sharan M.M., D. Sc., Prof., Animals Biology Institute, Lviv, Ukraine

Shurchkova Yu.O., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Sobolev O. I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Stavetska R.V., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Tsekhmistrenko S.I., D. Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Zelinska V.A., assistant, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1,
м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciavidil@ukr.net.

ЗМІСТ

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИНИЦТВА

| | |
|---|----|
| Портяник С. В. Оцінювання ризику забруднення важкими металами кормів та органічних відходів тваринництва | 6 |
| Крук О.П., Угнівенко А.М. Забійні і м'ясні якості чистопородних і помісних бугайців української чорно-рябої молочної породи..... | 18 |
| Міщенко О. А., Литвиненко О. М., Боднарчук Г. Л., Романенко Л. І., Афара К. Д., Криворучко Д.І. Технологічні прийоми обмеження репродуктивної діяльності бджолиних маток в умовах медозбору..... | 26 |
| Компанець І. О. Довголіття корів молочної худоби, залежно від віку першого отелення.. | 34 |
| Бабенко С.П. Бомко В.С. Кузьменко О.А. Чернявський О.О. Титарьова О.М. Сломчинський М.М. Недашківський В.М. Соболева С.В. Ефективність застосування ферментного препарату Nemicell® НТ за вирощування молодняка гусенят..... | 42 |
| Вощенко І. Б., Повод М. Г. Вплив розміру свиноферми на реалізацію відтворювальних якостей свиноматок данської селекції..... | 51 |
| Ладика В.І. Малікова А.І. Склярєнко Ю.І. Павленко Ю.М. Дослідження поліморфізму гена капа-казеїну в популяції великої рогатої худоби, створених на материнській основі лебединської породи..... | 64 |
| Фесенко В.Ф., Каркач П.М., Машкін Ю.О., Кузьменко П.І. Теоретичні аспекти інноваційних технологій у свинарстві..... | 71 |

БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ

| | |
|--|-----|
| Бітюцький В.С., Цехмістрєнко С.І., Харчишин В.М., Мельниченко Ю.О., Тимошок Н.О. Вплив використання біокон'югатів наноселену разом з пробіотиками на метаболічні показники організму перепелів..... | 81 |
| Главатчук В. А., Огороднічук Г. М. Вплив целюлозолітичного препарату на продуктивні якості равликів виду <i>Helix Aspersa Maxima</i> | 89 |
| Цехмістрєнко О. С. Властивості наночастинок срібла та міді, отриманих методами «зеленої» хімії..... | 97 |
| Гришко В.А., Зоценко В.М., Островський Д.М. М'ясна продуктивність перепелів породи Фараон за випоювання біотехнологічною добавкою (суспензія <i>Chlorella sorokiniana</i>) ... | 106 |

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

| | |
|---|-----|
| Димань Т.М. Ксеноестрогени антропогенного походження в харчових продуктах та їх вплив на здоров'я людини..... | 116 |
| Гойко І.Ю., Стеценко Н.О. Аналіз та тенденції організації харчування військовослужбовців у різних країнах світу..... | 127 |
| Рудакова Т.В. Мінорова А.В. Моїсеєва Л.О. Крушельницька Н.Л. Наріжний С.А. Король-Безпала Л.П. Дослідження формування структури молочних десертів зкомбінованим складом сировини під впливом технологічних чинників..... | 136 |

ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

| | |
|---|-----|
| Маріуца А. Е., Борисенко Н. О., Гушин В. О., Грициняк І. І. Використання ISSR-маркерів для генотипування експериментальної групи великоротого окуня <i>Micropterus salmoides</i> (LACEPEDE, 1802), вирощеного у ставках Полісся України..... | 145 |
|---|-----|

CONTENT

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE AND PROCESSING PRODUCTION OF ANIMALS

| | |
|---|----|
| Portiannyk S. Assessment of the risk of animal feed and organic waste contamination by heavy metals..... | 6 |
| Kruk O., Ugnivenko A. Slaughter and meat qualities of purebred and crossbred bulls of the Ukrainian Black-and-White Dairy breed..... | 18 |
| Mishchenko O., Lytvynenko O., Bodnarchuk G., Romanenko L., Afara K., Kryvoruchko D. Technological methods of limiting the reproductive activity of queen bees in conditions of honey collection..... | 26 |
| Kompanets I. Longevity of dairy cows depending on the age of first calving..... | 34 |
| Babenko S., Bomko V., Kuzmenko O., Cherniavskiy O., Tytariova O., Slomchynskiy M., Nedashkivsky V., Sobolieva S. Efficiency of use of enzyme preparation Hemicell® HT for growing young gees..... | 42 |
| Voshchenko I., Povod M. The influence of the size of the pig farm on the realization of the reproductive qualities of sows of danish breeding..... | 51 |
| Ladyka V., Malikova A., Skliarenko Y., Pavlenko Y. The study of capa-casein gene polymorphism in cattle populations created on the maternal basis of the Lebedyn breed..... | 64 |
| Fesenko V., Karkach P., Mashkin Y., Kuzmenko P. Theoretical aspects of innovative technologies in pig production..... | 71 |

BIOTECHNOLOGIES AND BIOENGINEERING

| | |
|---|-----|
| Bityutskyy V., Tsekhmistrenko S., Kharchyshyn V., Melnychenko Yu., Tymoshok N., Melnychenko O. Effect of using nanoselenium bioconjugates together with probiotics on metabolic parameters of quail..... | 81 |
| Glavatchuk V.A., Ogorodnichuk H.M. Influence of cellulolytic preparation on the productive qualities of snails of the <i>Helix Aspersa Maxima</i> species..... | 89 |
| Tsekhmistrenko O. Properties of silver and copper nanoparticles obtained by the methods of «green» chemistry..... | 97 |
| Grishko V., Zotsenko V., Ostrovskiy D. Meat productivity of quail of the Pharaoh breed after drinking a biotechnologicum supplementum (Suspension of <i>Chlorella sorokiniana</i>)..... | 106 |

FOOD TECHNOLOGY

| | |
|--|-----|
| Dyman T. Xenoestrogens of anthropogenic origin in food products and their impact on human health..... | 116 |
| Goyko I., Stetsenko N. Analysis and trends in the organisation of military catering in different countries of the world..... | 127 |
| Rudakova T., Minorova A., Moiseeva L. Krushelnytska N., Narizhnyy S., Korol-Bezpa-la L. Research on the formation of the structure of dairy desserts with a combined composition of raw materials under the influence of technological factors..... | 136 |

ECOLOGY

| | |
|--|-----|
| Mariutsa A., Borysenko N., Gushchin V., Grytsynyak I. Use of ISSR markers for genotyping an experimental group of largemouth bass <i>Micropterus salmoides</i> (LACEPEDE, 1802), reared in ponds of Polissia of Ukraine. | 145 |
|--|-----|

УДК 637.18


Дослідження формування структури молочних десертів з комбінованим складом сировини під впливом технологічних чинників

Рудакова Т.В.¹ , Мінорова А.В.¹ , Моїсеєва Л.О.¹ ,

Крушельницька Н.Л.¹ , Наріжний С.А.² , Король-Безпала Л.П.² 

¹ Інститут продовольчих ресурсів НААН

² Білоцерківський національний аграрний університет

 Наріжний С.А. E-mail: sergiynarizhnyy@gmail.com



Рудакова Т.В., Мінорова А.В., Моїсеєва Л.О., Крушельницька Н.Л., Наріжний С.А., Король-Безпала Л.П. Дослідження формування структури молочних десертів з комбінованим складом сировини під впливом технологічних чинників. «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», 2024. № 1. С. 136–144.

Rudakova T., Minorova A., Moiseeva L., Krushelnytska N., Narizhnyy S., Korol-Bez-pala L. Research on the formation of the structure of dairy desserts with a combined composition of raw materials under the influence of technological factors. «Animal Husbandry Products Production and Processing», 2024. № 1. PP. 136–144.

Рукопис отримано: 28.04.2024 р.

Прийнято: 13.05.2024 р.

Затверджено до друку: 24.05.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9289-2024-186-1-136-144

Молочні продукти – складні за хімічним складом та наділені комплексом різноманітних властивостей, які впливають на якість готового продукту, зокрема, структуру. Вимоги споживачів до якості продуктів харчування постійно зростають, що спричинює удосконалення технологічних процесів. Тому дослідження впливу технологічних чинників під час виробництва молочних продуктів десертного призначення на формування їх структури є актуальним питанням.

Метою роботи було дослідження впливу технологічних чинників, зокрема, різних температурних режимів фасування на структуру готового продукту.

У статті представлено результати досліджень щодо формування структури пудингу і крему, розфасованих за різних температур. Показано, що криві плинності молочних десертів, характерні для тиксотропних систем, змінюють структуру під впливом механічних навантажень. Встановлено, що зразки молочних десертів, розфасованих відразу після термомеханічного оброблення, мали менший коефіцієнт тиксотропності порівняно із зразками, розфасованими після охолодження. Встановлено, що в'язкість молочного десерту на основі ретентату була на 10–20 % нижчою, ніж в'язкість аналогічного продукту на основі маслянки. Крім того, значення в'язкості для пудингу на основі ретентату були вищими на 20–30 %, ніж для крему.

Доведено, що температура фасування молочних десертів, як один із вирішальних технологічних чинників, має вплив на формування структури, і, як наслідок, на якість готового продукту. Так, для отримання молочних десертів з консистенцією, властивою для пудингу або крему, необхідним є фасування за температури не нижче 65 °С. При цьому в'язкість і гранична напруга зсуву для крему повинні бути в межах 55...75 Па·с і 70...100 Па, відповідно, для пудингу – 117...124 Па·с і 90...110 Па, відповідно.

Ключові слова: молочні десерти, креми, пудинги, комбінований склад сировини, температурні режими, фасування, структура, реологічні показники, якість.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Найважливішою умовою отримання дисперсних систем із заданими структурно-механічними властивостями є управління різними видами впливів, за яких забезпечуються необхідні значення реологічних характеристик продукту протягом усього технологічного процесу. Під час перероблення харчової системи (продукту) питання зміни деформації у часі та збереження структури (форми) готового продукту мають важливе практичне значення. Відомо, що після утворення будь-якої дисперсної структури відбувається її зміцнення, що полягає в переорієнтації окремих ділянок макромолекул у просторі, які займають вигідніше положення, що спричинює зменшення вільної енергії системи. Додаткові зв'язки, що виникають в результаті цього, зміцнюють початкову структуру. У міру подальшої структурної організації (або старіння), коли система стає жорсткішою, спостерігається явище синерезису, що відбувається в результаті ущільнення та звільнення частини рідкої фази. Синерезис перебігає з різною швидкістю. Цьому сприяють такі самі фактори, що під час коагуляції, а також зростання гнучкості та рухливості коагуляційної структури [1, 2].

Для отримання молочних десертів застосовують різноманітні технологічні прийоми для стабілізації структури. Більшість способів отримання молочних десертів передбачають наступні етапи: підготування стабілізатора структури, складання і перемішування суміші, її теплове оброблення, охолодження готового продукту [3–6]. Так, у способі виробництва збитого кисломолочного десерту спочатку готують стабілізатор структури: ксантан замочують у маслянці для набухання за температури 30 ± 5 °C протягом 30 ± 5 хвилин, потім розчиняють за температури 35 ± 5 °C протягом 80 ± 10 хвилин і пастеризують за температури 85 ± 2 °C з витримуванням протягом 5 хвилин, і охолоджують. Далі ксантан перемішують із сумішшю, що складається із маслянки та підготовленого УФ-молочно-білкового концентрату на основі маслянки у співвідношеннях 33–40:67–60, після чого додають суміш цукру зі смаковим наповнювачем і перемішують, охолоджують та збивають протягом 5–7 хвилин, проводять стабілізацію структури протягом 2–3 годин [7]. У разі отримання молочного крему готують суміш підігрітої до температури 30–40 °C молочної сироватки (можливо застосування незбираного молока або знежиреного) із просіяним цукром з подальшим ретельним перемішуванням. Здійснюється підігрівання суміші до температури 50–55 °C з наступним очищенням,

тепловим обробленням за температури 74–76 °C, витримуванням 15–20 с, охолодженням до 20–30 °C і додаванням за постійного перемішування пектину наповнювачів: сухих яблучних, фруктових або овочевих порошоків [8].

Відомий спосіб отримання десерту, що передбачає підготування стабілізатора структури: желатин розчиняють у питній воді за температури 70–75 °C протягом 2–3 хвилин, після чого змішують із УФ-концентратом маслянки або знежиреного молока з фактором концентрування 1,5–2,0, вершками 15–20 % жирності та цукром. Отриману суміш перемішують та пастеризують за температури 87–90 °C протягом 10–15 хвилин, за 1–3 хвилини до завершення процесу пастеризації вводять смаковий наповнювач разом із консервантом або без нього, після чого охолоджують продукт до температури 2–6 °C та витримують протягом 3,5–4,0 годин [9].

У деяких способах отримання молочних десертів застосовують фасування без охолодження до температури 20 °C [10, 11]. Також відомий спосіб виробництва молочного пудингу, в якому проводять розчинення сухого незбираного молока у підігрітому до температури 38–45 °C знежиреному або нормалізованому молоці з наступним додаванням цукру та наповнювача. Суміш ретельно перемішують та піддають пастеризації за температури 90 °C з витримуванням протягом 50–60 с. Після фільтрування суміш направляють на гомогенізацію з наступним охолодженням до 55–60 °C і фасуванням за цієї температури. Доохолодження розфасованого пудингу проводять за температури 2 ± 2 °C протягом 30–36 год. [12].

Дослідження, орієнтовані на вивчення формування структури молочних десертів під впливом різних технологічних чинників, представлено у наукових працях Г. Є. Поліщук, Ф. В. Перцевого, В. А. Гніцевич, Г. В. Дейниченко, Т. І. Юдіної, В. С. Баранової, О. О. Гринченка, Ю. В. Назаренка, З. В. Василенка, Т. С. Schoenfuss, С. Chakraborty, I. A. Kurmann, A. Forgeeding, B. Kilinc, O. R. Fennema, S. Damodaran, T. E. Creighton та інших. Науковцями розроблено технології десертних продуктів, зокрема, на основі молочної вторинної сировини з використанням різних видів стабілізаторів структури.

Однак питанню формування структури молочних десертів під час фасування не надано належної уваги. Тому актуальним є дослідження впливу технологічних чинників, зокрема, за різних температурних режимів фасування, на структуроутворення молочних десертів із застосуванням у складі стабілізаторів структури білкових та вуглеводних компонентів.

Метою роботи було дослідження реологічних показників молочних десертів (крему і пудингу) на основі маслянки або ретентату під час їх виробництва, зокрема, впливу різних температурних режимів фасування на структуру готового продукту.

Матеріали та методи досліджень. Предметом досліджень були молочні десерти (пудинг і крем) на основі вторинної молочної сировини (маслянка і ретентат) з використанням білкових компонентів (сухе знежирене молоко, сухий концентрат сироваткових білків (КСБ), отримані ультрафільтрацією з масовою часткою білка 80 %; сироватка підсирна демінералізована суха (ССД), отримана методом нанофільтрації з рівнем демінералізації 40 %, желатин і вуглеводні компоненти (рисове борошно, пектин високометоксильований, інулін, кукурудзяний крохмаль).

Термомеханічне оброблення молочної суміші із комбінованим складом проводили на роторно-вихровому емульгаторі Я5-ОЕВ.

Ефективну в'язкість молочних десертів визначали на ротаційному віскозиметрі АТАГО-895 VISCO з використанням вимірювальних циліндрових пристроїв S/S_2 за методикою для вимірювання до обладнання [1, 13].

На першому етапі досліджень будували криві плинності (реограми) у діапазоні зростання та зменшення швидкості деформації від 0,33 до 145,8 s^{-1} для зразків молочних десертів, розфасованих за температури 25, 45, 65 та 85 $^{\circ}C$. Визначення реологічних показників молочних десертів проводили за температури (20±2) $^{\circ}C$.

Результати дослідження та обговорення. Для отримання продуктів високої якості велику увагу приділяють реологічним дослідженням, оскільки вони достеменно визначають поведінку продукту в умовах напруженого стану, дозволяють пов'язати між собою напруження та деформації в процесі прикладення зусиль, отримати характеристику процесу. Тому вивчення структурно-механічних властивостей молочних десертів, визначених аналізуванням кривих течії, дає можливість охарактеризувати поведінку харчової системи (продукту) під впливом навантажень та швидкості деформації, що має велике практичне значення.

Отримані графічні залежності напруги зсуву (τ) від швидкості зсуву ($\dot{\gamma}$) пудингу і крему, вироблених на основі маслянки і ретентату, зображено на рисунках 1 і 2, відповідно.

Криві течії $\tau = f(\dot{\gamma})$ (рис. 1 і 2) молочних десертів, характерні для тиксотропних систем, змінюють структуру під впливом механічних навантажень та відновлюють початкову струк-

туру після припинення цієї дії. Спрямування кривої вгору характеризує руйнування дисперсної системи. Опущення кривої характеризує відновлення системи, яке пояснюється зберіганням залишкової деформації після сильного послаблення структури під впливом раніше прикладеної напруги. Таку поведінку системи прийнято називати гистерезисом, що на кривій течії має вигляд «петлі Гистерезису». За шириною «петлі Гистерезису» можна дати відносну оцінку ступеня структуроутворювальних процесів у дисперсній системі [1, 2].

Як показали експериментальні дослідження (рис. 1 і 2), молочні десерти можна віднести до неньютонівських систем, або аномальних через початок одержаних кривих, які не збігаються з початком координат [2, 14]. У разі зростання напруги зсуву спостерігається певний період псевдопластичної течії, після чого настає справжня пластична течія, тобто, спостерігається пропорційність між швидкістю та напругою зсуву.

Як видно із рисунків 1 і 2, ширина «петлі Гистерезису» кривих течії залишається практично однаковою для усіх видів молочного десерту, розфасованих за різних температурних режимів. Різниця між зруйнованою та відновленою структурою (за $\dot{\gamma} = 48,6 s^{-1}$) крему на основі маслянки, розфасованого за температури 25 і 45 $^{\circ}C$, становила 16,9 Па; розфасованого за температур 65 і 85 $^{\circ}C$ – 25,3 Па (рис. 2а). На відміну від нього пудинг, розфасований за різних температурних режимів, відновлює структуру після руйнування більшою мірою (рис. 1).

Отримані експериментальні дані корелювали з результатами визначення коефіцієнта тиксотропності молочних десертів (рис. 1 і 2). Так, молочний десерт, розфасований одразу після термомеханічного оброблення, мав менший коефіцієнт тиксотропності порівняно з десертом, розфасованим після охолодження, що свідчить про підвищену частку коагуляційних зв'язків у структурі [2]. Коефіцієнт тиксотропності характеризує здатність відновлювати структуру після руйнування.

Описану вище особливість прояву тиксотропних властивостей дисперсних систем можна пояснити так. Під час досягнення рівноважного ступеня руйнування структури в потоці і перебігу її за заданим градієнтом швидкості зсуву з постійною напругою зсуву відбувається рівноважне руйнування поперечних напрямків потоку зв'язків і орієнтація анізотричних частинок уздовж потоку. Чим вища швидкість зсуву, тим менше поперечних зв'язків відновлюється в потоці [2, 14].

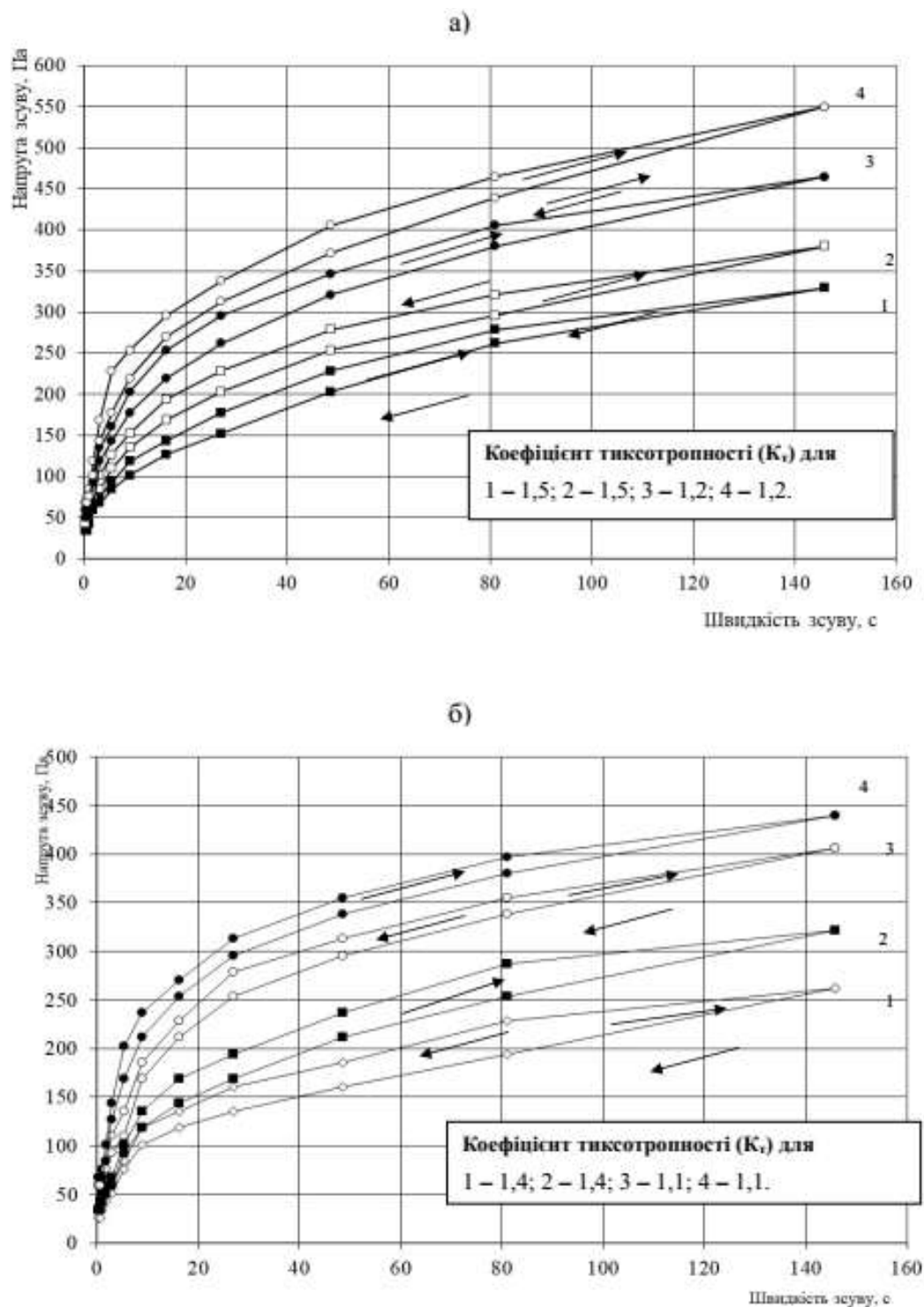


Рис. 1. Криві течії пудингу на основі ретентату (а) і маслянки (б), залежно від температури фасування, (°С): 1 – 25; 2 – 45; 3 – 65; 4 – 85

Тривале механічне оброблення молочних десертів після клейстеризації крохмалю або желювання під дією пектину після охолодження до температур 25 і 45 °С призводить до зростання кількості пошкоджених після набухання гранул внесеного стабілізуючого компонента. Внаслідок цього відбувається

глибоке руйнування структури та порушення орієнтації кінетичних одиниць течії. Поверхня частинок молочного десерту, розфасованого за температури 65 і 85 °С, що утворює просторову сітку коагуляційної структури, в енергетичному плані дуже неоднорідна. Тому за взаємних переміщень цих частинок зро-

стає ймовірність виникнення міцних зв'язків на найбільш енергетично активних ліофобних ділянках макромозаїчної поверхні [2, 14, 15]. Тобто фасування пудингу і крему за вищих температурних режимів сприяє прискореному відновленню тиксотропної структури.

Таким чином, фасування молочних десертів за температури 65 і 85 °С дає змогу збільшити відновлюваність структури після механічного впливу набагато краще, ніж фасування аналогічного продукту за температури 25 і 45 °С (рис. 1 і 2).

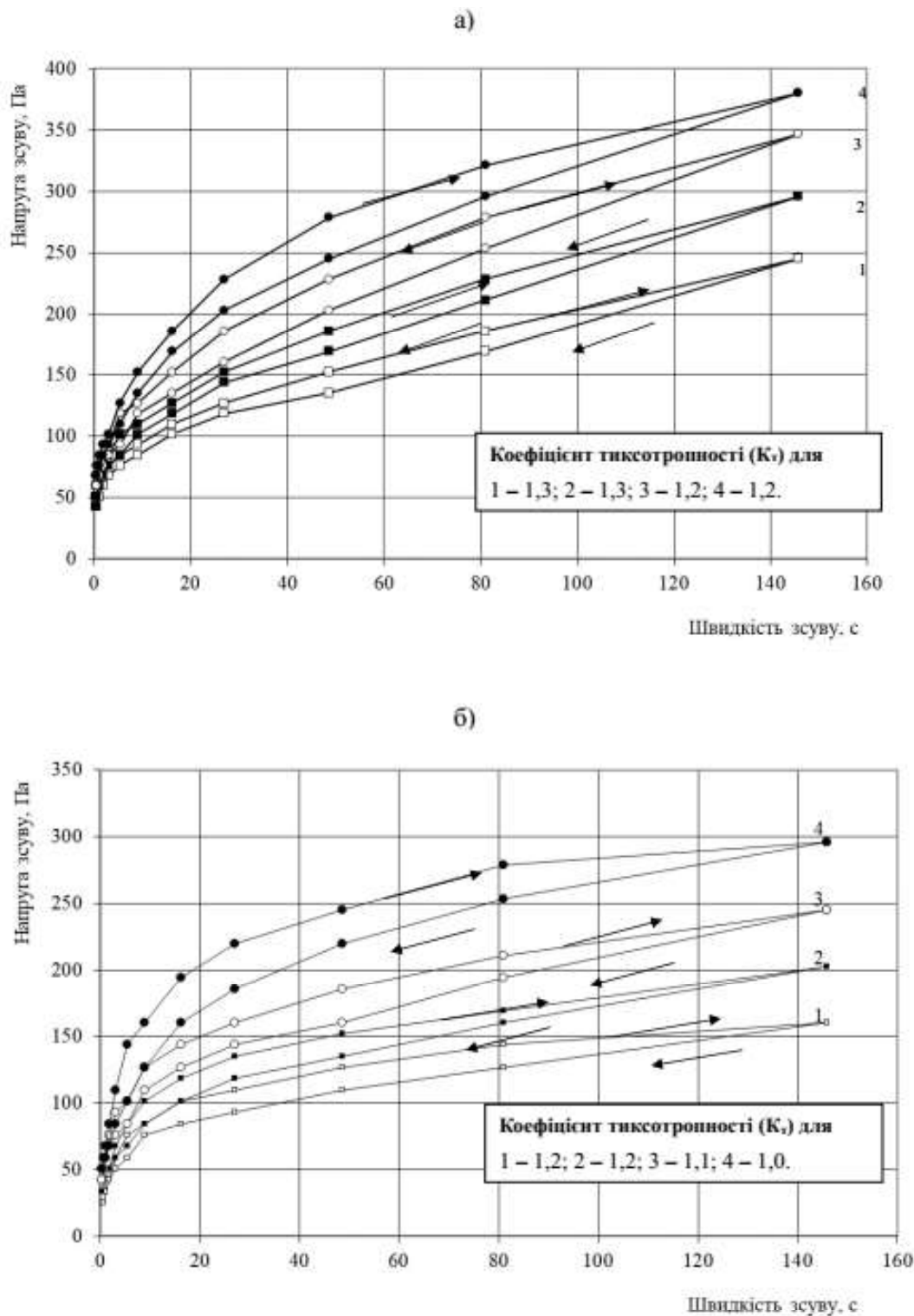


Рис. 2. Криві течії крему на основі ретентату (а) і маслянки (б) залежно від температури фасування, (°С): 1 – 25; 2 – 45; 3 – 65; 4 – 85

Отримані криві течії (рис. 1 і 2) молочних десертів, розфасованих за різних температур, у нелінійній ділянці можна апроксимувати реологічною моделлю Гершеля-Балклі, що описує перебіг в'язко-пластичних матеріалів [7, 9]:

$$\tau = \tau_o + B^* \gamma^n, \quad (1)$$

де τ – напруга зсуву між шарами продукту, Па;
 τ_o – гранична напруга зсуву, тобто, напруга, за досягнення якої в системі починається розвиток незворотних деформацій – течій, Па;
 B^* – в'язкість за одиничного значення градієнту швидкості, Па·с;
 γ – відносний градієнт швидкості, чисельно дорівнює швидкості зсуву, с⁻¹;
 n – індекс течії, який характеризує кут нахилу лінії течії в логарифмічних шкалах, тобто дорівнює $\frac{d \lg \tau}{d \lg \gamma}$.

Реологічні параметри кривих течії, розраховані за моделлю Гершеля-Балклі, зведено в таблиці 1.

У результаті аналізування отриманих даних (табл. 1) можна стверджувати, що в'язкість молочних десертів, розфасованих одразу після термомеханічного оброблення, була ~ на 50 % вищою, ніж розфасованих після охолодження. Водночас слід зазначити, що в'язкість молочного десерту на основі ретентату була ~ на 10–20 % нижчою, ніж в'язкість аналогічного продукту на основі маслянки. Хоча значення в'язкості для пудингу на основі ретентату були ще вищими ~ на 20–30 %, ніж крему на основі ретентату. При цьому показники індексу течії практично не різнилися.

На основі аналізу отриманих експериментальних даних можна зробити висновок, що молочні десерти здатні мимоволі відновлюватися після руйнації. Водночас після руйнування міцність продукту наростає поступово, внаслідок броунівського руху високодисперсних частинок, потрапляючи на коагуляційні контакти. Крім того, течія системи починається тільки після досягнення критичного значення напруги зсуву (межі плинності), після якого спостерігається пластичний перебіг. Згідно з класифікацією акад. П. А. Ребіндера [2], молочні десерти можна віднести до пластично-в'язких структурованих систем коагуляційного типу. Такі системи утворені взаємодією між частинками та молекулами через прошарки дисперсійного середовища за рахунок Ван-Дер-Ваальсових сил зчеплення [2, 13].

Відзначено негативний вплив механічних навантажень на молочну суміш, які виникають у процесі охолодження. Можна припустити, що погіршення консистенції (розрідження) відбувається внаслідок часткової деструкції крохмалю або пектину, які нестійкі до високих зсувних навантажень у гідратованому вигляді. Через деструкцію крохмалю або пектину знижується їх вологозв'язувальна здатність і, як наслідок, знижується в'язкість системи [14]. Тому для отримання молочних десертів з консистенцією, властивою для пудингу або крему, їх слід розфасовувати за температури не нижче 65 °С. В'язкість і гранична напруга зсуву (ГНЗ) для крему повинні бути в межах 55...75 Па·с і 70...100 Па, відповідно, для пудингу – 117...124 Па·с і 90...110 Па, відповідно.

Таблиця 1 – Реологічні параметри молочних десертів, розфасованих за різних температур ($\bar{X} \pm m$; $m \leq 0,05$)

| Показник | Молочний десерт, розфасований за різних температур, на основі | | | | | | | |
|---|---|------|------|-------|-----------|------|------|------|
| | маслянки | | | | ретентату | | | |
| | 25±1 | 45±1 | 65±1 | 85±1 | 25±1 | 45±1 | 65±1 | 85±1 |
| к р е м | | | | | | | | |
| В'язкість (В*), Па·с | 29,3 | 36,3 | 53,1 | 59,0 | 35,5 | 46,4 | 56,7 | 60,3 |
| Індекс течії (n) | 0,27 | 0,27 | 0,29 | 0,31 | 0,29 | 0,29 | 0,3 | 0,3 |
| Гранична напруга зсуву (τ_o), Па | 36,4 | 45,2 | 61,7 | 73,9 | 45,5 | 56,3 | 68,0 | 77,2 |
| п у д и н г | | | | | | | | |
| В'язкість (В*), Па·с | 38,0 | 47,9 | 59,9 | 68,7 | 42,4 | 55,8 | 69,7 | 76,9 |
| Індекс течії (n) | 0,36 | 0,36 | 0,39 | 0,4 | 0,31 | 0,34 | 0,34 | 0,36 |
| Гранична напруга зсуву (τ_o), Па | 48,1 | 66,1 | 88,2 | 105,4 | 58,2 | 67,7 | 80,1 | 87,7 |

Висновки. У результаті проведених досліджень встановлено, що температура фасування є одним з вирішальних технологічних чинників, який впливає на формування структури продукту. Молочні десерти, розфасовані одразу після термомеханічного оброблення, характеризуються однорідною, в міру щільною консистенцією. В'язкісні та міцнісні характеристики продукту, розфасованого після охолодження до 25 °С, значно знижуються, консистенція при цьому стає м'якою, однорідною і текучою. Механічні навантаження, які виникають у процесі охолодження, мають негативний вплив на молочну суміш. Криві течії молочних десертів, характерні для тиксотропних систем, змінюють структуру під впливом механічних навантажень та відновлюють початкову структуру після припинення цієї дії. Різниця між зруйнованою та відновленою структурою (за $\gamma = 48,6 \text{ c}^{-1}$) крему на основі маслянки, розфасованого за температур 25 і 45 °С, становила 16,9 Па; розфасованого за температур 65 і 85 °С – 25,3 Па. На відміну від цього пудинг, розфасований за різних температурних режимів, відновлює структуру після руйнування більшою мірою.

Для отримання молочних десертів з консистенцією, властивою для пудингу або крему, їх слід розфасовувати за температури не нижче 65 °С. При цьому в'язкість і ГНЗ для крему повинні бути в межах 55...75 Па·с і 70...100 Па, відповідно, для пудингу – 117...124 Па·с і 90...110 Па, відповідно.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Barnes H. A., Hutton J. F., Waiters K. An introduction to rheology. Elsevier Science Publishers B.V., 1989. 201 p.
2. Fox P. F. Developments in Dairy Chemistry: Functional milk proteins. Elsevier Applied Science, 1982. 383 p.
3. Bakshi P., Yadav A., Chandra R., Yadav B. Development of a process to prepare milk based dessert using bottle gourd and rice powder. Asian Journal Of Dairy and Food Research. 2019. Vol. 38. Issue 1. P. 1–6. URL: <https://arccjournals.com/journal/asian-journal-of-dairy-and-food-research/DR-1375>.
4. Balaghi S., Senge B. Structural development of semi-solid dairy desserts influenced by hydrocolloids and temperature: Rheology and particle size distribution. International Dairy Journal. Vol. 39. Issue 1. 2014. P. 184–192. DOI:10.1016/j.idairyj.2014.06.007.
5. Formulation of plant-based yogurt from soybean and quinoa and evaluation of physicochemical, rheological, sensory, and functional properties / K. Huang et al. Food Bioscience, 2022. 49. P. 101–131. DOI:10.1016/j.fbio.2022.101831.
6. Дейниченко Г. В., Юдіна Т. І., Ветров В. М. Використання екзополісахариду ксантану в вироб-

ництві структурованих молочних десертів. Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини: зб. тез I міжгалуз. міжнар. наук.-практ. конф. Д.: ДонДУЕТ, 2005. С. 165–167.

7. Дейниченко Г. В., Юдіна Т. І., Самохвалова О. В., Ветров В. М. Спосіб виробництва збитого кисломолочного десерту: пат. 71825, Україна, МПК 7 А 23 С 23/00. № 20031212920; заявл. 29.12.03; опубл. 15.12.04, Бюл. № 12. 3 с.

8. Borreani J., Llorca E., Quiles A., Hernando I. Designing dairy desserts for weight management: Structure, physical properties and in vitro gastric digestion. Food Chemistry, 2017. 220. P. 137–144. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.09.202.

9. Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Скрипка К. А. Спосіб отримання десерту: пат. на корисну модель 110413, Україна, МПК А23С 23/00; патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. № u201603246; заявл. 29.03.2016, опубл. 10.10.2016, Бюл. № 19.

10. Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review / T. Ahmad et al. Trends in Food Science & Technology. 2019. 88. P. 361–372. DOI:10.1016/j.tifs.2019.04.003.

11. Горальчук А. Б., Гринченко Н. Г., Неклеса О. П. Технологія десертів молочних із використанням карагінанів: монографія. Харківський державний університет харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2013. 122 с.

12. Dairy Products with Prebiotics: An Overview of the Health Benefits, Technological and Sensory Properties / M. C. Rosa et al. Int. Dairy J., 2021. 117: 105009. DOI:10.1016/j.idairyj.2021.105009.

13. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навч. посібник / А. Б. Горальчук та ін. харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків, 2006. 63 с.

14. Matser A. M., Steeneken P. A. Rheological properties of highly cross-linked waxy maize starch in aqueous suspensions of skim milk components. Effects of the concentration of starch and skim milk components. Carbohydr Polym. 1997. 32. P. 297–305. DOI:10.1016/s0144-8617(96)00162-2.

15. Tárrega A., Durán L., Costell E. Rheological characterization of semisolid dairy desserts. Effect of temperature. Food Hydrocolloids, 2002. 19. P. 133–139. DOI:10.1016/j.foodhyd.2004.04.022.

REFERENCES

1. Barnes, H. A., Hutton, J. F., Waiters, K. (1989). An introduction to rheology. Elsevier Science Publishers B.V., 201 p.
2. Fox, P. F. (1982). Developments in Dairy Chemistry: Functional milk proteins. Elsevier Applied Science, 383 p.
3. Bakshi, P., Yadav, A., Chandra, R., Yadav, B. (2019). Development of a process to prepare milk based dessert using bottle gourd and rice powder. Asian Journal Of Dairy and Food Research, Vol. 38, Issue 1, pp. 1–6. Available at: <https://arccjournals.com/journal/asian-journal-of-dairy-and-food-research/DR-1375>.

4. Balaghi, S., Senge, B. (2014). Structural development of semi-solid dairy desserts influenced by hydrocolloids and temperature: Rheology and particle size distribution. *International Dairy Journal*, Vol, 39, Issue 1, pp. 184–192. DOI:10.1016/j.idairyj.2014.06.007.
5. Huang, K., Liu, Y., Zhang, Y., Cao, H., Luo, D. K., Yi, C., Guan, X. (2022). Formulation of plant-based yogurt from soybean and quinoa and evaluation of physicochemical, rheological, sensory, and functional properties. *Food Bioscience*, 49, pp. 101–131. DOI:10.1016/j.fbio.2022.101831.
6. Deynychenko, G. V., Yudina, T. I., Vetrov, V. M. (2005). Vykorystannya ekzopolisakharydu ksantanu v vyrobnytstvi strukturovanykh molochnykh desertiv [The use of xanthan exopolysaccharide in the production of structured dairy desserts]. *Kharchovi dobavky [Nutritional supplements]. Kharchuvannya zdorovoyi ta khvoroyi lyudyny: zb. tez I mizhhaluz. mizhnar. nauk.-prakt. konf. [Nutrition of a healthy and sick person: coll. theses and interdisciplinary. international science and practice conf.]*. D.: DonDUET, pp. 165–167. (In Ukrainian).
7. Deynychenko, G. V., Yudina, T. I., Samokhvalova, O. V., Vetrov, V. M. Sposib vyrobnytstva zbytogo kyslomolochnogo desertu: pat. 71825, Ukrai'na, MPK 7 A 23 S 23/00. № 20031212920; zajavl. 29.12.03; opubl. 15.12.04, Bjul. № 12. 3 s. [Method of production of whipped sour-milk dessert: pat. 71825, Ukraine, IPK 7 A 23 C 23/00. No. 20031212920; statement 29.12.03; published 15.12.04, Bul. No. 12. 3 p]. (In Ukrainian).
8. Borreani, J., Llorca, E., Quiles, A., Hernando, I. (2017). Designing dairy desserts for weight management: Structure, physical properties and in vitro gastric digestion. *Food Chemistry*. 220, pp. 137–144. DOI:10.1016/j.foodchem.2016.09.202.
9. Deynychenko, G. V., Zolotukhina, I. V., Fedak, V. I., Skrypka, K. A. Sposib otrymannja desertu: pat. na korysnu model' 110413, Ukrai'na, MPK A23S 23/00; patentovlasnyk Hark. derzh. un-t harchuv. ta tovgivli. № u201603246; zajavl. 29.03.2016, opubl. 10.10.2016, Bjul. № 19 [Method of obtaining dessert: pat. on utility model 110413, Ukraine, IPC A23C 23/00; patent holder Hark. state University of Kharkiv and trade. No. u201603246; statement 03/29/2016, publ. 10.10.2016, Bull. No. 19]. (In Ukrainian).
10. Ahmad, T., Aadil, R. M., Ahmed, H., Ur Rahman, U., Soares, B. C., Souza, S. L., Pimentel, T. C., Scudino, H., Guimarães, J. T., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., Almada, R. B., Vendramel, S. M. R., Silva, M. C., Cruz, A. G. (2019). Treatment and utilization of dairy industrial waste: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 88, pp. 361–372. DOI:10.1016/j.tifs.2019.04.003.
11. Horalchuk, A. B., Grynchenko, N. G., Neklesa, O. P. (2013). Tekhnolohiya desertiv molochnykh iz vykorystannyam karahinaniv: monohrafiya [Technology of dairy desserts using carrageenans: monograph]. *Kharkiv's'kyi derzhavnyi universytet kharchuvannya ta torhivli [Kharkiv State University of Food and Trade]*. Kharkiv: KHDUKHT. 122 p. (In Ukrainian).
12. Rosa, M. C., Carmo, M. R. S., Balthazar, C. F., Guimarães, J. T., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q. (2021). Dairy Products with Prebiotics: An Overview of the Health Benefits, Technological and Sensory Properties. *Int. Dairy J.*, 117:105009. DOI:10.1016/j.idairyj.2021.105009.
13. Horalchuk, A. B., Pyvovarov, P. P., Grinchenko, O. O., Pohozhykh, M. I., Polevych, V. V., Gurskyi, P. V. (2006). Reolohichni metody doslidzhennya syrovyny i kharchovykh produktiv ta avtomatyzatsiya rozrakhunkiv reolohichnykh kharakterystyk: navcha. posibnyk. khark. derzh. un-t kharch. ta torhivli [Rheological methods of research of raw materials and food products and automation of calculations of rheological characteristics: training manual. hark state University of Food and trade]. Kharkiv, 63 p. (In Ukrainian).
14. Matser, A. M., Steeneken, P. A. (1997). Rheological properties of highly cross-linked waxy maize starch in aqueous suspensions of skim milk components. Effects of the concentration of starch and skim milk components. *Carbohydr Polym.* 32, pp. 297–305. DOI:10.1016/j.fbio.2022.101831.
15. Tárrega, A., Durán, L., Costell, E. (2002). Rheological characterization of semisolid dairy desserts. Effect of temperature. *Food Hydrocolloids*. 19, pp. 133–139. DOI:10.1016/j.foodhyd.2004.04.022.

Research on the formation of the structure of dairy desserts with a combined composition of raw materials under the influence of technological factors

Rudakova T., Minorova A., Moiseeva L. Kru-shelnytska N., Narizhnyy S., Korol-Bezpala L.

Subject of study. Dairy products are complex in chemical composition and have a complex of various properties that affect the quality of the finished product, in particular, its structure. Consumer demands for food quality are constantly growing, which leads to the improvement of technological processes. Therefore, the study of the influence of technological factors in the production of dairy products for dessert purposes on the formation of their structure is an urgent issue.

The study aimed to investigate the influence of technological factors, in particular, different temperature regimes of packaging on the structure of the finished product.

The results. The article presents the results of studies on the formation of the structure of pudding and cream packaged at different temperatures. It has been shown that the flow curves of dairy desserts, characteristic of thixotropic systems, change their structure under the influence of mechanical loads. It was found that samples of dairy desserts packaged immediately after thermomechanical processing had a lower thixotropy coefficient compared to samples packaged after cooling. It was found that the viscosity of the retentate-based milk dessert was 10-20 % lower than that of a similar product based on butter. In addition, the viscosity values for retentate-based pudding were 20-30 % higher than for cream.

Conclusions. It has been proved that the temperature of the packaging of dairy desserts, as one of the decisive technological factors, has an impact on the formation of the structure, and, as a result, on the quality of the finished product. For example, to produce dairy desserts with a consistency typical of pudding or cream, it is necessary to pack at a temperature of at least 65°C.

At the same time, the viscosity and ultimate shear stress for cream should be in the range of 55...75 Pa-s and 70...100 Pa, respectively, for pudding - 117...124 Pa-s and 90...110 Pa, respectively.

Key words: dairy desserts, creams, puddings, combined composition of raw materials, temperature conditions, packaging, structure, rheological indicators, quality.



Copyright: Рудакова Т.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Рудакова Т.В.

<https://orcid.org/0000-0002-7017-735X>

Мінорова А.В.

<https://orcid.org/0000-0002-7557-1444>

Моїсеєва Л.О.

<https://orcid.org/0000-0001-8845-1487>

Крушельницька Н.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-3549-320X>

Наріжний С.А.

<https://orcid.org/0000-0001-5478-3221>

Король-Безпала Л.П.

<https://orcid.org/0000-0002-4362-3166>

Наукове видання

**Технологія виробництва
і переробки продукції тваринництва**

Збірник наукових праць

№ 1 (186) 2024

*Редактор – Славінська О.В.
Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

КВ.№15169-3741Р від 03.03.2009 р. №1-05/1

Формат 60¹/₈. Ум.др.арк.17,6. Тираж 300.

Підписано до друку 24.05.2024 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,

09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,

e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

ДК № 3984 від 17.02.2011 р.