



---

---

**2023**

---

# НАУКОВІ ПРАЦІ

## НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Том 29 № 4**

*Журнал  
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»  
видається з 1938 року*

**КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2023**

Articles with the results of fundamental theoretical developments and applied research in the field of technical and economic sciences are published in this journal. The scripts of articles are reviewed beforehand by leading specialists of corresponding branch.

The journal was designed for professors, tutors, scientists, post-graduates, students of higher education establishments and executives of the food industry.

Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is included into the list of professional editions of Ukraine of technical (specialties — 121, 126, 133, 141, 144, 151, 162, 181) and economic sciences (specialties — 051, 073, 075), category "B" (Decree of MES of Ukraine #975 from July 11, 2019), where the results of dissertations for scientific degrees of PhD and candidate of science can be published.

The Journal "Scientific Works of National University of Food Technologies" is indexed by the following scientometric databases:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- Google Scholar

The Journal is recommended for publication of research results by the Ministry of Science and Higher Education of Poland.

#### **Editorial office address:**

National University of  
Food Technologies  
Volodymyrska str., 68,  
building B, room 412  
01601 Kyiv, Ukraine

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies. Minutes of meeting # 1 from 7th of September, 2023

© NUFT, 2023

У журналі публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних розробок і прикладних досліджень у галузі технічних та економічних наук. Рукописи статей попередньо рецензуються провідними спеціалістами відповідної галузі.

Для викладачів, наукових працівників, аспірантів, докторантів і студентів вищих навчальних закладів, керівників підприємств харчової промисловості.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» включено в перелік наукових фахових видань України з технічних (спеціальності — 121, 126, 133, 141, 144, 151, 162, 181) та економічних наук (спеціальності — 051, 073, 075), категорія «Б» (Наказ МОН України № 975 від 11.07.2019), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Журнал «Наукові праці Національного університету харчових технологій» індексується такими наукометричними базами:

- Index Copernicus
- EBSCOhost
- Google Scholar

Журнал рекомендовано Міністерством науки і вищої освіти Польщі для публікації результатів наукових досліджень.

#### **Адреса редакції:**

Національний університет  
харчових технологій  
вул. Володимирська, 68,  
корпус Б, к. 412,  
м. Київ, 01601

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій. Протокол № 1 від 7 вересня 2023 року

© НУХТ, 2023

## Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

**Головний редактор**

**Editor-in-Chief**

**Олександр Шевченко**

**Oleksandr Shevchenko**

д-р техн. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., National University of Food  
Technologies, Ukraine

**Відповідальний секретар**

**Accountable secretary**

**Анастасія Шевченко**

**Anastasiia Shevchenko**

канд. техн. наук, доц., Україна

Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

## Члени редакційної колегії:

**Агота Гедре Райшене**

**Agota Giedre Raisiene**

д-р екон. наук, Литва

Ph. D. Hab., Lithuanian Institute of Agrarian Economics,  
Lithuania

**Атанаска Тенева**

**Atanaska Teneva**

д-р екон. наук, доц., Болгарія

Ph. D. Hab., As. Prof., University of Food Technologies,  
Bulgaria

**Анатолій Зайнчковський**

**Anatoly Zainchkovskiy**

д-р екон. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

**Анатолій Ладанюк**

**Anatoly Ladanyuk**

д-р техн. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

**Андрій Маринін**

**Andrii Marynin**

канд. техн. наук, ст. наук. сп., Україна

Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

**Браян Мак Кенна**

**Brian McKenna**

д-р техн. наук, проф., Ірландія

Ph. D. Hab., Prof., University College Dublin, Ireland

**Валерій Мирончук**

**Valerii Myronchuk**

д-р техн. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

**Василь Кишенько**

**Vasyl Kyshenko**

канд. техн. наук, проф., Україна

Ph. D., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

**Василь Пасічний**

**Vasyl Pasichnyi**

д-р техн. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

**В'ячеслав Івашук**

**Vyacheslav Ivaschuk**

д-р техн. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

**Віктор Стабніков**

**Viktor Stabnikov**

д-р техн. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

**Володимир Зав'ялов**

**Volodymyr Zavialov**

д-р техн. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies,  
Ukraine

**Галина Колісник**

**Halyna Kolisnyk**

д-р екон. наук, проф., Україна

Ph. D. Hab., Prof., Uzhhorod National University, Ukraine

---

<b>Галина Полішук</b> <b>Halyna Polishchuk</b>	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Герхард Шльонінг</b> <b>Gerhard Schleining</b>	д-р техн. наук, Австрія Ph. D. Hab., Prof., University of Natural Resources, Austria
<b>Дайва Лескаускайте</b> <b>Daiva Leskauskaitė</b>	д-р техн. наук, проф., Литва Ph. D. Hab., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuania
<b>Ірина Штулер</b> <b>Iryna Shtuler</b>	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National academy of management
<b>Кристина Сильва</b> <b>Cristina L. M. Silva</b>	д-р техн. наук, проф., Португалія Ph. D. Hab., Prof., University de Catolica, Portuguesa
<b>Лада Шірінян</b> <b>Lada Shirinyan</b>	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Лариса Арсенєва</b> <b>Larisa Arsenyeva</b>	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Наталія Луцька</b> <b>Nataliia Lutska</b>	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Олександр Бутнік-Сіверський</b> <b>Oleksandr Butnik-Siverskyi</b>	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Олександр Гавва</b> <b>Oleksandr Gavva</b>	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Олександр Кургаєв</b> <b>Oleksandr Kurgaev</b>	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Олена Дерев'янка</b> <b>Olena Derevianko</b>	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Олена Стабнікова</b> <b>Olena Stabnikova</b>	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Паола Піттія</b> <b>Paola Pittia</b>	д-р техн. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Teramo, Italy
<b>Володимир Ковбаса</b> <b>Volodymyr Kovbasa</b>	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Світлана Бондаренко</b> <b>Svitlana Bondarenko</b>	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Світлана Літвінчук</b> <b>Svitlana Litvynchuk</b>	канд. техн. наук, доц., Україна Ph. D., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Сергій Чумаченко</b> <b>Serhii Chumachenko</b>	д-р техн. наук, ст. наук. сп., Україна Ph. D. Hab., As. Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
<b>Хууб Лелієвельд</b> <b>Huub Lelieveld</b>	д-р наук, проф., Нідерланди Ph. D. Hab., Prof., President of the Global Harmonization Initiatives, the Netherlands

**Автоматизація та інформаційні технології**

*Чаплінський Ю. П.* Використання онтологій в управлінні безпечністю продуктів харчування

*Ромащук О. М.* Інтелектуалізація прикладних функцій керування технологічним комплексом цукрового заводу

*Дерман В. А., Петрухін С. Ю.* Багатовимірна математична модель представлення інформації щодо екологічного стану природно-техногенної геосистеми для автоматизованої системи управління харчовим підприємством в умовах російської агресії

**Біотехнології**

*Пирог Т. П., Парфенюк М. А.* Вплив конкурентних еукаріотичних мікроорганізмів на синтез і властивості вторинних метаболітів. Частина 2. Дріжджі як регулятори синтезу та біологічної активності вторинних метаболітів

*Скροцька О. І., Марченко В. В., Коваль Р. В.* Біосинтез наночастинок благородних металів. Частина 2. Використання ціанобактерій водоростей

**Економіка, менеджмент і маркетинг**

*Сімкін Д. О., Петухова О. М.* Використання аутсорсингу на підприємствах харчової промисловості: теорія, практика, особливості

**Механічна та електрична інженерія**

*Циганкова Г. А.* Електромагнітне поле в електродинамічних пристроях складної конструкції

*Миرونчук В. Г., Кривопляс-Володіна Л. О., Гера В. М., Володін С. О.* Інноваційні запірно-регулювальні пристрої в технологічних потоках виробництва цукру

*Зінкевич П. О., Балута С. М.* Системний аналіз і підходи до розробки автоматизованої системи електрозабезпечення цивільних об'єктів з фотоелектричними станціями та накопичувачами електроенергії

**Automation and information technologies**

*Chaplinsky Y.* Ontology for management of food safety

20 *Romashchuk O.* Intellectualization of the applied functions of management of the technological complex of the sugar enterprise

33 *Derman V., Petrukhin S.* A multidimensional mathematical model of the presentation of information regarding the environmental state of the natural and technological geosystem for the automated system of management of a food enterprise in the conditions of russian aggression

**Biotechnologies**

50 *Pirog T., Parfeniuk M.* Influence of competitive eukaryotic microorganisms on the synthesis and properties of secondary metabolites. Part 2. Yeast as regulators of synthesis and biological activity of secondary metabolites

61 *Skrotska O., Marchenko V., Koval R.* Biosynthesis of noble metal nanoparticles. Part 2. Use of cyanobacteria and algae

**Economy, Management and Marketing**

85 *Simkin, D. Pietukhova O.* The usage of outsourcing at food industry enterprises: theory, practice, features

**Mechanical and Electrical Engineering**

95 *Tsygankova G.* Electromagnetic field in electrodynamic devices of complex design

107 *Myronchuk V., Kryvoplias-Volodina L., Hera V., Volodin S.* Innovative shut-off and control devices in sugar production process flows

117 *Zinkevych P., Baluta S.* System analysis and approaches to the development of an automated power supply system for civil objects with photoelectric plants and electricity storage

---

### Харчові технології

Сімахіна Г. О., Камінська С. В. Контроль мікробіологічної безпеки продукції ресурсоефективних низькотемпературних технологій

Демидова А. О., Носенко Т. Т., Шеманська Є. І. Дослідження ефективності ферментативного екстрагування рослинних антиоксидантів

Башта А. О., Стеценко Н. О., Бажай-Жежерун С. А. Дослідження особливостей харчування студентської молоді і рівня її усвідомлення факторів ризику хронічних неінфекційних захворювань

Іващенко О. М., Поліщук Г. Є. Дослідження показників якості йогуртів з мальтодекстрином і сухим глюкозним сиропом

Шевченко А. О., Литвинчук С. І., Галенко О. О. Структурно-механічні та конформаційні зміни в процесі виготовлення пшеничного хліба з концентратом рисового протеїну

### Хімічні науки

Крониковський О. І., Сокол Є. В., Крониковська О. П., Стаднічук Н. О. Екстракційно-аналітичні характеристики комплексів карбоксилатів металів з краун-етерами

### Новини освіти і науки

Доробок українських науковців від видавництва CRC Press 194

### Food Technologies

126 Simakhina G., Kaminska S. The control of microbiological safety of foodstuffs made with resource-effective technologies

137 Demydova A., Nosenko T., Shemanska Y. Study on the enzymatic extraction of plant antioxidants

148 Bashta A., Stetsenko N., Bazhay-Zhezherun S. Study of nutritional characteristics of university students and their level of understanding of risk factors for chronic non-communicable diseases

162 Ivashchenko O., Polishcuk G. Research of quality indicators of yogurts with maltodextrin and dry glucose syrup

176 Shevchenko A., Litvynchuk S., Galenko O. Structural and mechanical and conformational changes in the process of making wheat bread with rice protein concentrate

### Chemical sciences

185 Kronikovskiy O., Sokol E., Kronikovska O., Stadnichuk N. Extraction and analytical characteristics of complexes of metal carboxylates with crown ethers

## RESEARCH OF QUALITY INDICATORS OF YOGURTS WITH MALTODEXTRIN AND DRY GLUCOSE SYRUP

O. Ivashchenko, G. Polishchuk

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Yogurt*  
*Glucose syrup*  
*Maltodextrin*  
*Dextrose equivalent*  
*Structuring capability*  
*Syneresis*

---

**Article history:**

Received 11.07.2023  
Received in revised form  
28.07.2023  
Accepted 10.08.2023

---

**Corresponding author:**

O. Ivashchenko

**E-mail:**

olivasha25@gmail.com

**Citation:** O. M. Івашченко, Г. Є. Поліщук (2023). Дослідження показників якості йогуртів з мальтодекстрином і сухим глюкозним сиропом. *Наукові праці НУХТ*, 29(4), 162—175.

DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-4-15

---

**ABSTRACT**

Products of enzymatic hydrolysis of starch are multifunctional ingredients in various food technologies. At the same time, their use in dairy products is quite limited and is mainly applied to the production of ice cream, dairy desserts, and non-fermented dairy beverages. Among the wide range of starch derivatives, the most promising ones for their application in fermented dairy beverages are dry glucose syrups and maltodextrins. They enable avoiding the addition of extra water and are easy to store and use. Glucose syrups and maltodextrins were proposed to be used in the composition of non-fat yogurt and bio-yogurt as stabilizers, milk fat mimetics, sweeteners, and moisture-binding agents.

It was established that an abundance of higher sugars in maltodextrins prolongs the fermentation process, while an increase in the content of monosaccharides in syrups accelerates the duration of fermentation of dairy blends in the technological process of producing yogurt and non-fat bio-yogurt with fat content of 0.05% and 1.0%. Based on the obtained regression equations, the course of lactic acid fermentation in the technological process of obtaining yogurt and bio-yogurt exhibited significant variation over a wide range of dextrose equivalent values of the applied starch derivatives. The structuring and moisture-binding capabilities of dry products from starch hydrolysis in yogurt and bio-yogurt increased in the following sequence: dry glucose syrup → maltodextrin type MD-18 → maltodextrin type MD-10. The most balanced impact on the sensory characteristics of yogurt and bio-yogurt was observed when using dry glucose syrup with a dextrose equivalent of 40...42, which served as a sweetener and structure stabilizer.

Low-saccharified maltodextrins were more effective as structuring agents, milk fat mimetics, and a source of dry matter for producing non-fat drinking yogurt and bio-yogurt.

---

DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-4-15

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЙОГУРТІВ З МАЛЬТОДЕКСТРИНОМ І СУХИМ ГЛЮКОЗНИМ СИРОПОМ

О. М. Іващенко, Г. Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

*Продукти ферментативного гідролізу крохмалю є поліфункціональними інгредієнтами у різних харчових технологіях. Водночас їх застосування у складі молочних продуктів доволі обмежене і стосується передусім виробництва морозива, молочних десертів та неферментованих молочних напоїв. Серед широкого асортименту крохмалепродуктів найбільш перспективними для їх використання у складі ферментованих молочних напоїв є сухі глюкозні сиропи і мальтодекстрини, які унеможливають додаткове внесення води та легкі у зберіганні й застосуванні. Саме їх запропоновано застосовувати у складі йогурту та біойогурту нежирних питних як стабілізатори, міметики молочного жиру, підсолоджувачі, вологозв'язувальні агенти.*

*Встановлено, що переважання вищих цукрів у складі мальтодекстринів подовжує, а підвищення вмісту моноцукрів у сиропях і патоках прискорює тривалість сквашування молочних сумішей у технологічному процесі виробництва йогурту та біойогурту жирністю 0,05 і 1,0%. Відповідно до одержаних рівнянь регресії виявлено характер перебігу молочнокислого бродіння в технологічному процесі одержання йогурту і біойогурту в доволі широкому діапазоні значень декстрозного еквівалента застосованих крохмалепродуктів. Структуруюча і вологозв'язувальна здатність сухих продуктів гідролізу крохмалю у складі йогурту та біойогурту підвищуються у такій послідовності: сухий глюкозний сироп → мальтодекстрин марки MD-18 → мальтодекстрин марки MD-10. Найбільш збалансований вплив на органолептичні показники йогурту і біойогурту виявляє суха глюкозна патока з декстрозним еквівалентом 40...42, яка виконує функції підсолоджувача і стабілізатора структури. Низькоосахаровані мальтодекстрини більш ефективні як структуруючі агенти, міметики молочного жиру і джерело сухих речовин для одержання йогурту і біойогурту питного нежирного.*

**Ключові слова:** йогурт, глюкозний сироп, мальтодекстрин, декстрозний еквівалент, структуруюча здатність, синерезис.

**Постановка проблеми.** Світове виробництво крохмалю і продуктів його переробки як унікальних поліфункціональних інгредієнтів щорічно збільшується (Ünlü, & Soysal, 2017). Натуральні продукти ферментативного і кислотного гідролізу крохмалю є підсолоджувачами, кріопротекторами, структуруючими агентами, впливають на осмотичний тиск, протигидіють кристалізації цукрів, підсилюють смак та аромат, імітують вміст жиру, що й обумовлює їх широке використання у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, плодово-ягідних та овочевих консервів, соусів і напоїв. (Eke-Ejiofor, 2015; Jia, Zhou, & Zheng, 2017).

В Україні шляхом ферментативного гідролізу кукурудзяного крохмалю виготовляють фруктозу, крохмальну патоку, глюкозні та глюкозно-фруктозні сиропи, мальтодекстрини, обсяги виробництва яких повністю забезпечують внутрішній ринок доволі дешевими багатofункціональними інгредієнтами. Але застосування продуктів гідролізу крохмалю у складі молочних продуктів поки що доволі обмежене і стосується передусім виробництва морозива, молочних десертів і неферментованих молочних напоїв (Polischuk, Sharahmatova, Breus, Bass, & Shevchenko, 2019; Zargaraan, Kamaliroosta, Yaghoubi, & Mirmoghtadaie, 2016).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Наукові публікації, присвячені застосуванню продуктів гідролізу крохмальної патоки у складі йогурту, дуже обмежені. Дослідників більше цікавить використання у складі йогуртів глюкозно-галактозного сиропу, одержуваного з лактози, для заміни 25...50% цукру (Mosquera-Martínez, Sepúlveda-Valencia, Ciro-Velásquez, Vargas-Díaz, & Pérez-Escobar, 2023).

Натомість доведено пребіотичні властивості мальтодекстрину, одержуваного з кукурудзяного крохмалю, у складі біойогурту з біфідобактеріями, що підтверджується підвищенням життєдіяльності пробіотичних штамів *Lactobacillus acidophilus* і *Bifidobacterium lactis* за одночасного поліпшення сенсорних органолептичних властивостей готового продукту впродовж усього періоду зберігання (Batawy, & Khalil, 2018). У той же час інші технологічні функції мальтодекстрину не вивчено. Структуруючі та пребіотичні властивості також властиві композиційним сумішам крохмальної патоки та крохмалю за їх спільного застосування у складі харчових продуктів (Gökşen, & Ekiz, 2018).

Також відомо про структуруючу здатність мальтодекстрину з вівса у кількості 1, 2 і 3% у складі йогурту жирністю від 1 до 3% (Domagała, Sady, Grega, & Bonczar, 2006) за умови часткової або повної заміни молочного жиру на мальтодекстрин. Заміна молочного жиру в йогурті на вказаний мальтодекстрин не показала істотних відмінностей у сенсорному аналізі та реологічних характеристиках готового продукту.

Слід відзначити, що в складі йогурту і йогуртових напоїв, зазвичай, використовують хімічно модифіковані крохмалі у кількості до 1,5% (He, Han, Liu, Wang, Yang, & Yang, 2019). Китайськими науковцями доведено, що поперечне зшивання крохмалю призводить до підвищення його стійкості до кислоти та механічного впливу, порівняно з нативним крохмалем, однак подібна хімічна модифікація макромолекул може знижувати здатність до набухання та розчинність цього полісахариду. Тому для досягнення певного балансу між ефектом наповнювача і сумісності з молочними білками макромолекули крохмалю рекомендовано ацетилювати з одержанням хімічно модифікованих структуруючих харчових добавок (Pang, Xu, Luo, Che, Bansal, & Liu, 2019). Водночас вітчизняні вчені довели технологічну доцільність застосування натурального структуруючого і підсолоджуючого інгредієнта — рідкої низькоосахарованої патоки у складі йогурту з масовою часткою жиру 1,5% як підсолоджувача і стабілізатора структури (Марченко, & Поліщук, 2017). Але не досліджено функціонально-технологічні властивості сухих продуктів гідролізу крохмалю, зокрема з декстрозним еквівалентом нижче 30, у складі йогурту та біойогурту нежирного.

З технологічної точки зору сухі натуральні підсолоджувачі більш перспективні для використання у складі ферментованих молочних напоїв, порівняно з рідкими крохмальними сиропами, оскільки вони містять усього 3...5% вологи, на відміну від рідких сиропів (20...22% вологи) (Harni, Putri, & Handayani, 2021). У разі застосування у складі йогурту до 9...10% сухих речовин патоки рідкої або сиропу, що замінюють 4% сухого знежиреного молока (СЗМ) і 5...6% цукру, в продукт додатково вноситься близько 2,2...2,5% води. Окрім того, під час зберігання патока густішає, втрачає текучість, може змінювати колір, тому перед використанням її нагрівають до 40...50 °С для зменшення в'язкості, що потребує додаткового технічного оснащення, а також відповідних витрат часу та енергії. Подібні обмеження й рекомендації для сухої патоки відсутні. Саме тому для унеможливлення внесення до складу йогурту води разом з рідкими патоками і сиропами, а також для спрощення транспортування, зберігання, дозування та подальшого застосування натуральних підсолоджувачів, доцільним є використання сухих продуктів переробки крохмалю вітчизняного виробництва — сухого глюкозного сиропу і сухого мальтодекстрину.

**Мета дослідження:** вивчити вплив сухого глюкозного сиропу і мальтодекстрину на органолептичні та фізико-хімічні показники якості йогурту нежирного.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- вивчити вплив сухих продуктів гідролізу крохмалю на тривалість процесу сквашування в технології йогурту нежирного;
- дослідити закономірності структурування і вологозв'язування згустків йогурту в присутності сухих крохмалепродуктів;
- визначити органолептичні показники зразків йогурту із сухими продуктами гідролізу крохмалю різного ступеня осахарованості.

**Матеріали і методи.** Для проведення дослідження було обрано сухий глюкозний сироп з декстрозним еквівалентом (ДЕ) 40 і сухий мальтодекстрин двох марок — MD-10 (ДЕ=10) та MD-18 (ДЕ=18...20) вітчизняного виробництва (ПрАТ «Інтеркорн Корн Просессінг Індустрі»).

Контрольні і дослідні зразки йогурту готували із застосуванням заквасок для йогурту (закваска «Іпровіт», Інститут продовольчих ресурсів НААНУ, містить *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus*,) і для біойогурту з біфідобактеріями (закваска VIVO, містить *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*).

Титровану кислотність зразків йогурту визначали загальновідомим титрометричним способом шляхом нейтралізації кислот, які знаходяться в продукті, розчином гідроксиду натрію та ідентифікації точки еквівалентності (Tomovska, Gjorgievski, & Makarijoski, 2016).

Умовну в'язкість зразків йогурту вимірювали за допомогою віскозиметра ВЗ-246. Перед вимірюванням проби йогурту ретельно перемішували, запобігаючи утворенню бульбашок, і доводили їх температуру до (20±2) °С.

Вологоутримувальну здатність зразків йогурту визначали фільтруванням 100 см<sup>3</sup> зруйнованих кисломолочних згустків через паперовий фільтр при 20±1 °С та вимірюванням об'єму відділеної сироватки у см<sup>3</sup> впродовж 60 хв.

Органолептичні властивості зразків йогурту оцінювали шляхом сенсорного профілювання за п'ятибальною описовою шкалою відповідно до стандартного

методу ISO (EN ISO 13299:2016) за такими індивідуальними сенсорними атрибутами: зовнішнім виглядом і консистенцією, кольором, смаком, запахом, які оцінювали за 5-бальною описовою шкалою. За 1 бал приймали відсутність даного атрибута, а за 5 — атрибут максимальної інтенсивності. Оцінки за 5-бальною шкалою відмічали на осях діаграм та отримували сенсорні профілі зразків. Розподіл коефіцієнтів вагомості за 25-бальною шкалою такий: консистенція — 0,3; смак — 0,3; аромат — 0,2; зовнішній вигляд — 0,1; колір — 0,1. Одержані за 5-бальною шкалою результати перераховували відповідно до коефіцієнтів вагомості. Якість зразків йогурту диференціювали за оцінкою рівня якості та загальним зваженим балом відповідно до таких діапазонів їх значень: 21—25 балів — відмінний; 16—19,9 бала — добрий; 11—15,9 бала — задовільний; 6—10,9 бала — поганий; менше 6 балів — дуже поганий (неприйнятний).

Склад контрольних і досліджуваних зразків наведено в табл. 1.

*Таблиця 1. Склад контрольних і досліджуваних зразків йогурту*

Зразки	Інгредієнти, %				
	Сухе знежирене молоко (СЗМ)	Цукор	Мальтодекстрин марки MD-10	Мальтодекстрин марки MD-18	Сухий глюкозний сироп (СГС)
Контрольні зразки з масовою часткою жиру 0,05%					
Йогурт	4,0	5,0	—	—	—
Біойогурт	4,0	5,0	—	—	—
Контрольні зразки з масовою часткою жиру 1,0%					
Йогурт	4,0	5,0	—	—	—
Біойогурт	4,0	5,0	—	—	—
Досліджувані зразки з масовою часткою жиру 0,05%					
Йогурт	—	—	9,0	—	—
Йогурт	—	—	—	9,0	—
Йогурт	—	—	—	—	9,0
Біойогурт	—	—	9,0	—	—
Біойогурт	—	—	—	9,0	—
Біойогурт	—	—	—	—	9,0
Досліджувані зразки з масовою часткою жиру 1,0%					
Йогурт	—	—	9,0	—	—
Йогурт	—	—	—	9,0	—
Йогурт	—	—	—	—	9,0
Біойогурт	—	—	9,0	—	—
Біойогурт	—	—	—	9,0	—
Біойогурт	—	—	—	—	9,0

За час сквашування приймали тривалість досягнення заквашеними молочними сумішами титрованої кислотності не нижче 80 °Т відповідно до вимог ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови щодо мінімальних значень титрованої кислотності для йогуртів. Після сквашування йогурт охолоджували до температури не вище 6 °С, витримували впродовж 1, 7 та 14 дб і визначали показники якості продукту.

*Статистична обробка результатів.* Всі результати за 3—5-кратної повторності і заданої довірчої ймовірності  $P \geq 0,95$  були статистично оброблені за допомогою програми Statistika 10. Побудову діаграм здійснено у Microsoft Excel 2016.

**Викладення основних результатів дослідження.** Вуглеводний склад крохмалепродуктів може впливати на перебіг процесу ферментації молочних сумішей (Batawy, & Khalil, 2018), тому з метою вивчення впливу видового складу закваски і виду крохмалепродукту та масової частки жиру молочних сумішей на час їх сквашування результати наведено у табл. 2.

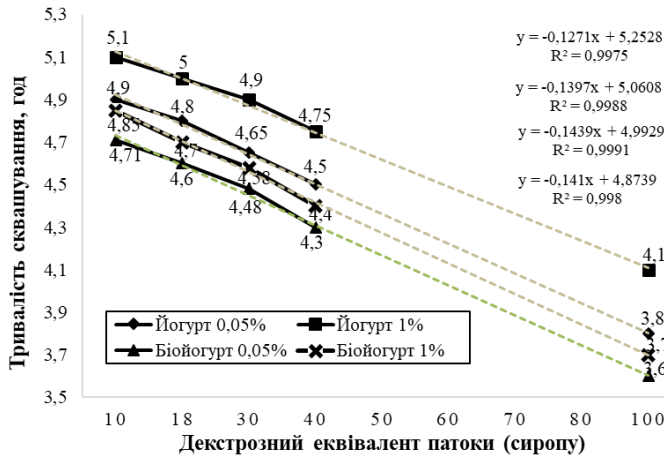
*Таблиця 2. Час сквашування зразків йогурту та біойогурту з мальтодекстрином і сухим глюкозним сиропом (години) (n=5;  $P \geq 0,95$ )*

Види зразків	Йогурт		Біойогурт	
	м.ч.ж. 0,05%	м.ч.ж. 1,0%	м.ч.ж. 0,05%	м.ч.ж. 1,0%
Контрольні зразки	4,10±0,20	4,2±0,19	3,87±0,14	4,05±0,16
Зразки з MD-10 (DE=10)	4,90±0,21	5,10±0,20	4,71±0,19	4,85±0,17
Зразки з MD-18 (DE=18...20)	4,80±0,16	5,0±0,22	4,60±0,23	4,71±0,21
Зразки з СГС (DE=40)	4,54±0,16	4,77±0,12	4,33±0,20	4,44±0,19

Відповідно до табл. 2, загальні закономірності зміни тривалості процесу сквашування зразків різними за складом заквасками для йогурту в цілому подібні прояву активності молочнокислої мікрофлори у попередніх дослідженнях, де вивчалися суміші з рідкими крохмальними патоками/сиропами: глюкозно-фруктозним сиропом (ГФС), глюкозним сиропом (Г-42), патокою низькоосахарованою (ПН), декстрозний еквівалент яких становив 97...98, 40...42 і 30 відповідно (Іващенко, & Поліщук, 2022). Найбільшу активність виявила закваска з термофільною ацидофільною паличкою, що підтверджується найкоротшим часом досягнення мінімального значення титрованої кислотності не нижче 80 °Т. Також слід відмітити незначне скорочення часу сквашування для сумішей жирністю 0,05%, порівняно із сумішами 1% жирності. Прослідковується чітка тенденція залежності тривалості сквашування від декстрозного еквівалента крохмалепродуктів у складі йогурту в кількості 9%. Ілюстративно таку залежність наведено на рис. 1. Результати визначення тривалості сквашування молочних сумішей з підсолоджувачами вітчизняного виробництва з ДЕ від 30 до 98, а саме з ГФС, Г-42 і ПН, використано з попередньо опублікованих даних (Марченко, & Поліщук, 2017).

Визначену закономірність можна пояснити наявністю у складі низькоосахарованих продуктів деструкції крохмалю достатньої кількості декстринів, які ефективно зв'язують воду, що пригнічує життєдіяльність молочнокислих бактерій. Натомість моноцукри у високоосахарованих патоках і сиропах (глюкозно-фруктозний сироп, глюкозний сироп) активують молочнокислі бактерії і таким чином скорочують час сквашування молочних сумішей. Тому для одержання певного балансу між бажаною тривалістю сквашування і ступенем солодкості

йогурту варто застосовувати підсолоджувачі з різним декстрозним еквівалентом як одним з вагомих чинників впливу на перебіг мікробіологічних процесів.



**Рис. 1.** Залежність тривалості сквашування молочних сумішей різної жирності заквасками для йогурту і біойогурту від декстрозного еквіваленту крохмальних патоک (сиропів) і мальтодекстринів у їх складі

Відомо, що крохмалепродукти спроможні суттєво впливати на фізико-хімічні показники йогурту (Lobato-Calleros, Ramírez-Santiago, Vernon-Carter, & Alvarez-Ramirez, 2014). Тому на наступному етапі визначали умовну в'язкість зразків йогурту та біойогурту з сухим глюкозним сиропом і мальтодекстринами різних марок (рис. 2) після сквашування і подальшого зберігання зразків при температурі  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$  у холодильній камері впродовж 1, 7 і 14 діб.

Умовну в'язкість згустків свіжовиготовлених зразків йогурту та зразків після заданого терміну зберігання наведено на рис. 2 а, б.

Відповідно до рис. 2, сухі мальтодекстрини марок MD-10 та MD-18, порівняно з сухим знежиреним молоком, структурують йогурт ефективніше за рахунок високого вмісту декстринів. Мальтодекстрини у 3,5 раза дешевші за сухе знежирене молоко, тому їх застосування у складі йогурту в кількості 9%, порівняно із сухим знежиреним молоком у кількості 4%, економічно вигідніше. Також слід зазначити, що мальтодекстрини не лише структурують йогурти, але й підсолоджують їх і є відносно дешевим джерелом сухих речовин. Отже, мальтодекстрини можуть частково знижувати потребу в цукрі в йогуртах. Сухий глюкозний сироп СГС виявляє дещо меншу структуруючу здатність, що пояснюється розріджувальною дією моноцукрів (Nikolić, Petrović, Pajin, Lončarević, Šubarić, Aćkar, Miličević, Šereš, Dokić, Šoronja-Simović, & Jozinović, 2023).

Упродовж зберігання зразків йогурту з крохмалепродуктами відзначене суттєве підвищення умовної в'язкості, особливо після 1-ї та 7-ї діб зберігання. Найбільш виражений цей ефект у зразках із сухим мальтодекстрином. Присутність молочного жиру у кількості 1% також відіграє певну роль у структуруванні зразків йогурту.

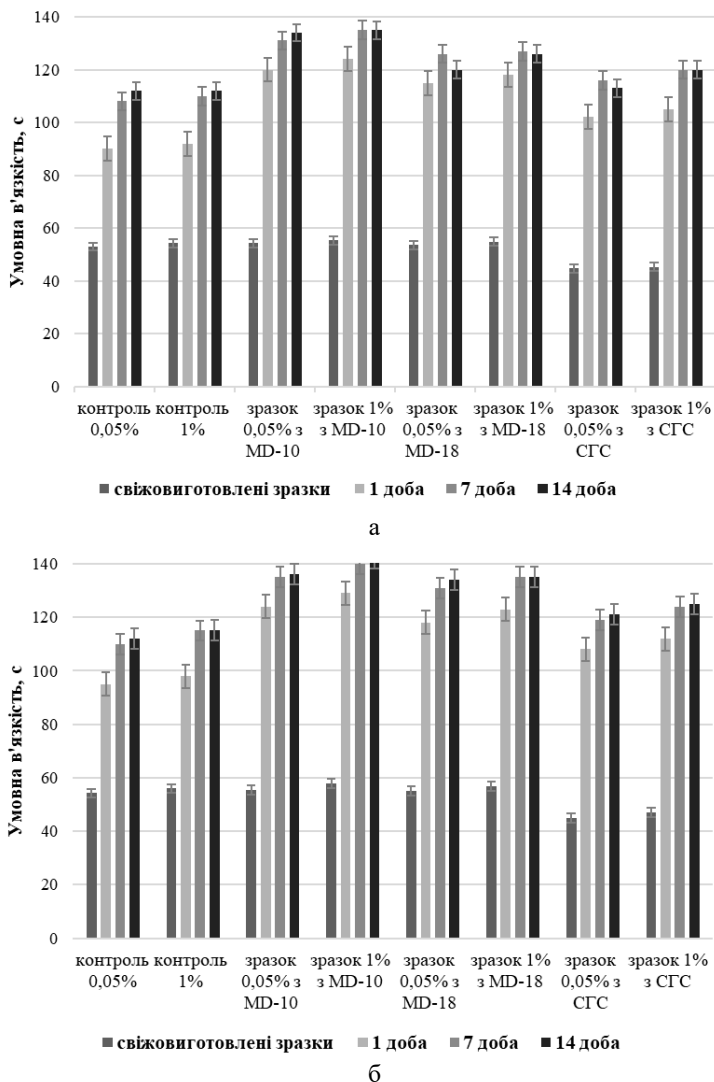


Рис. 2. Умовна в'язкість зразків йогурту (а) та біойогурту (б) з крохмалепродуктами під час зберігання

За результатами порівняльного аналізу значень умовної в'язкості йогурту та біойогурту очевидною є загальна тенденція позитивного впливу крохмалепродуктів на в'язкісні характеристики продукту свіжовиготовленого та впродовж зберігання, особливо в разі застосування закваски з ацидофільною паличкою.

Авторами попередньо доведено, що рідкі крохмальні патоки і сиропи можуть впливати на синеретичні властивості кисломолочних згустків (Івашенко, & Поліщук, 2022). Тому на наступному етапі досліджували ступінь синерезису йогурту з сухими крохмалепродуктами у кількості 9%, які за рахунок більшого вмісту вищих цукрів спроможні ефективніше зв'язувати вологу та чинити опір синерезису

молочно-білкових згустків йогурту під час зберігання. Ступінь синерезису свіжовиготовленого йогурту та біойогурту з сухими крохмалепродуктами через 60 хв вимірювання наведено на рис. 3.

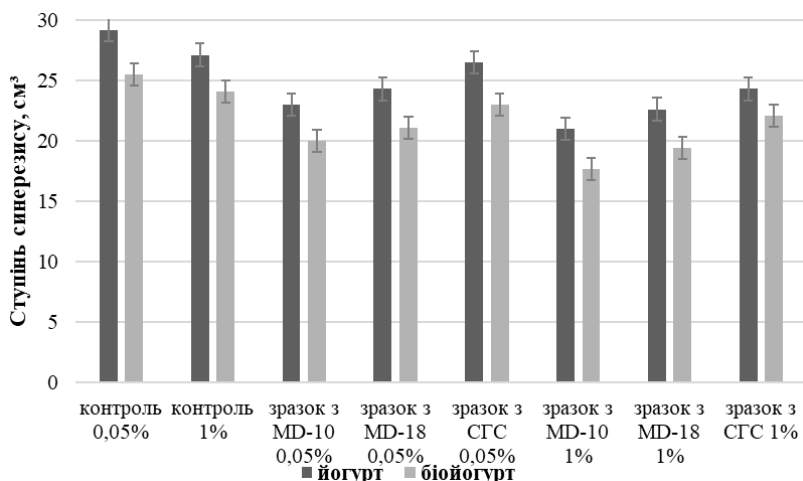


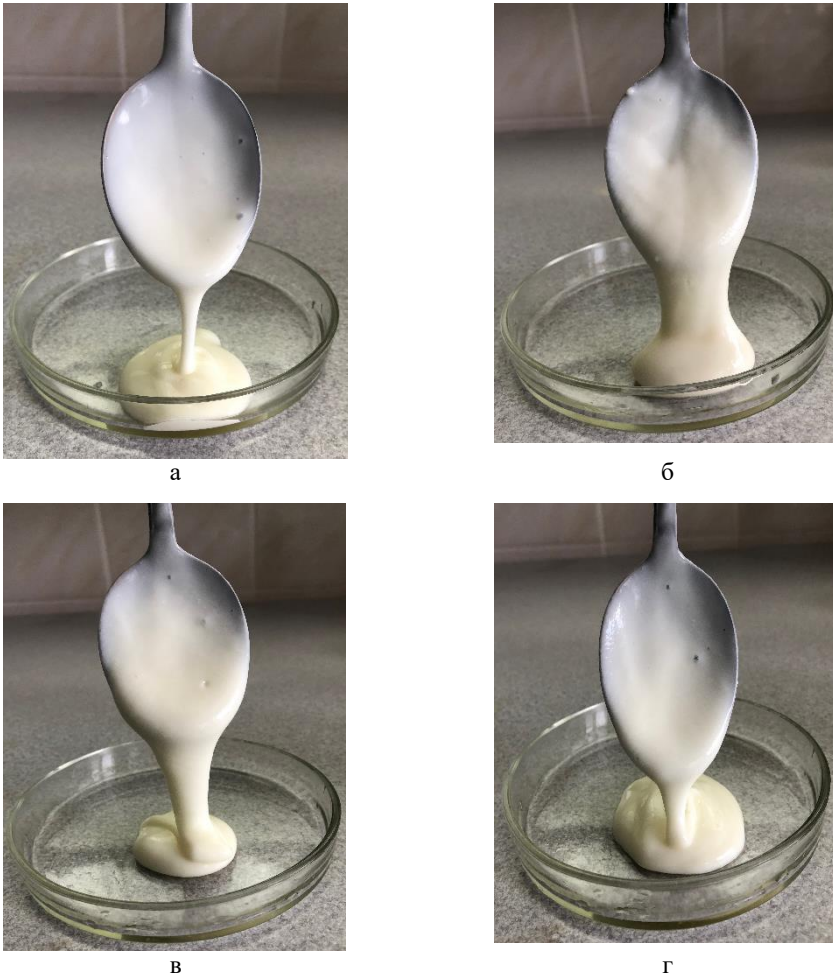
Рис. 3. Ступінь синерезису зразків йогурту і біойогурту з крохмалепродуктами

За результатами аналізу рис. 3 можна відмітити найсуттєвіше підвищення ступеня синерезису кисломолочних згустків біойогурту з масовою часткою жиру 1%, що містить мальтодекстрин MD-10. Дещо меншу ефективність виявлено для мальтодекстрину MD-18, а найменшу — для СГС. Водночас усі зразки йогурту і біойогурту з крохмалепродуктами характеризувалися меншим синерезисом, порівняно з контрольними зразками, що підтверджує доволі високу стабілізуючу здатність мальтодекстрину і сухої глюкозної патоки. Біойогурт відрізнявся кращим утриманням вологи за присутності в його складі в'язких екзополісахаридів як продуцентів життєдіяльності ацидофільної палички (Angelin, & Kavitha, 2020).

Зовнішній вигляд дослідних зразків на прикладі біойогурту з масовою часткою жиру 1% і вмістом 9% сухих крохмалепродуктів, порівняно з контрольним зразком (4% сухого знежиреного молока +5% цукру), наведено на рис. 4.

Відповідно до рис. 4, очевидним є найсуттєвіше структурування біойогурту з мальтодекстрином MD-10, дещо менше — з мальтодекстрином MD-18, і найменше — з СГС, що можна пояснити доволі високим вмістом у цих сухих крохмалепродуктах вищих структуруючих цукрів (Grenby, & Mistry, 2000; Hofman, Van Vuyl, & Vroons, 2016). Порівняльний аналіз зовнішнього вигляду контрольного і дослідних зразків йогурту ще раз підтверджує більшу доцільність застосування продуктів деструкції кукурудзяного крохмалю, ніж сухе знежирене молоко.

Отже, всі сухі крохмалепродукти виявляють високу структуруючу та вологоутримувальну здатність. Виявлений ефект потребує проведення більш глибоких досліджень реологічних характеристик, зокрема тиксотропної здатності кисломолочних згустків із крохмалепродуктами за допомогою спеціального обладнання.



**Рис. 4. Зовнішній вигляд дослідних зразків на прикладі біойогурту: а — контрольний зразок; б — зразок з MD-10; в — зразок з MD-18; г — зразок з СГС**

На останньому етапі дослідної роботи визначали органолептичні показники йогурту та біойогурту із сухими крохмалепродуктами. Оскільки мальтодекстрини і глюкозний сироп характеризуються різним вуглеводним складом, доволі логічним є припущення, що за підвищення ДЕ крохмалепродукти все більше впливатимуть на ступінь солодкості за одночасної втрати структуруючої здатності йогурту і навпаки. На прикладі біойогурту з масовою часткою жиру 1% на рис. 5 наведені результати дослідження, які підтверджують вказане припущення.

Відповідно до рис. 5, зразки з MD-10 і MD-18 характеризуються густою кремподібною консистенцією та привабливим зовнішнім виглядом, але вони недостатньо солодкі і мають невиражений аромат. Натомість зразок контрольний за стандартного ступеня солодкості і гарного аромату недостатньо структурований.

Зразок з СГС займає проміжне значення. Зважаючи на це, у подальших дослідженнях варто використовувати переваги кожного із підсолоджувачів, залежно від поставленого завдання і виду продукту (з наповнювачами, без наповнювачів).



Рис. 5. Профілограма органолептичних показників зразків біоїогурту (м.ч.ж. 1,0%) із сухими крохмалепродуктами

У табл. 3 наведено загальний зважений бал і рівень якості органолептичної оцінки зразків йогурту йогурту і біоїогурту різної жирності.

Таблиця 3. Загальний бал і рівень якості зразків йогурту та біоїогурту за результатами органолептичної оцінки

Види зразків	йогурт		біоїогурт	
	м.ч.ж. 0,05%	м.ч.ж. 1,0%	м.ч.ж. 0,05%	м.ч.ж. 1,0%
Загальний бал				
Контрольні	19,0	19,5	20,8	21,7
Зразки з MD-10	19,0	19,4	19,5	20,2
Зразки з MD-18	19,5	20,0	20,4	20,5
Зразки з СГС	24,0	24,3	24,6	24,8
Рівень якості				
Контрольні	добрий	добрий	відмінний	відмінний
Зразки з MD-10	добрий	добрий	добрий	відмінний
Зразки з MD-18	добрий	відмінний	відмінний	відмінний
Зразки з СГС	відмінний	відмінний	відмінний	відмінний

Відповідно до табл. 3, зразки йогурту з СГС доволі зрівноважені за консистенцією і ступенем солодкості й ароматом. Натомість ступінь солодкості й аромат зразків з MD-10 та MD-18 дещо невиражені за високого структурування, хоча слід відзначити доволі ефективне маскування мальтодекстринами браку молочного жиру в йогурті нежирному. Підвищення вмісту жиру та застосування пробіотичної закваски позитивно впливають на загальне органолептичне сприйняття в усіх групах йогурту. Саме для йогурту нежирного з м.ж.ч. 0,05% найбільш складно сформувати належні органолептичні показники, що потребує особливої

уваги дослідників (Chen, Zhao, Hao, Yu, Tian, & Zhao, 2017). Усі зразки йогурту суттєво не відрізнялися ( $P \geq 0,95$ ) за рівнем якості після 7 і 14 діб зберігання, порівняно з йогуртом після однієї доби зберігання.

Отже, сухий глюкозний сироп за збалансованого впливу на смак (ступінь солодкості, аромат) та консистенцію є найбільш прийнятним у складі йогурту і біо-йогурту нежирного. Сухий глюкозний сироп спроможний повністю замінювати цукор і сухе знежирене молоко як джерело сухих речовин, підсолоджувач і стабілізатор у складі йогурту жирністю 0,05 і 1,0%. Мальтодекстрини як джерело сухих речовин виявляють функції стабілізаторів та міметиків жиру, тому є технологічно активними і можуть бути застосовані у складі йогурту з низьким ступенем солодкості або разом з інтенсивнішими підсолоджувачами, наприклад, сухою фруктозою, що потребує подальших досліджень.

### Висновки

Переважаання вищих цукрів у складі мальтодекстринів подовжує, а підвищення вмісту моноцукрів у сиропях і патоках прискорює тривалість сквашування молочних сумішей у технологічному процесі виробництва йогурту та біо-йогурту жирністю 0,05 і 1,0%, що підтверджується одержаними рівняннями регресії за зміни значень декстрозного еквіваленту крохмалепродуктів від 10 до 98.

Структурування і вологозв'язувальна здатність молочно-білкових згустків йогурту та біо-йогурту жирністю 0,05% ті 1,0% із сухими продуктами гідролізу крохмалю підвищуються в такій послідовності: сухий глюкозний сироп → мальтодекстрин марки MD-18 → мальтодекстрин марки MD-10.

Найбільш збалансований вплив на органолептичні показники йогурту і біо-йогурту нежирного виявляє суха глюкозна патока з декстрозним еквівалентом 40...42, яка виконує функції підсолоджувача і стабілізатора структури. Застосування мальтодекстринів марок MD-10 та MD-18 як ефективних структуруючих інгредієнтів і міметиків молочного жиру для одержання йогурту питного десертного призначення потребує сполучення з інтенсивними підсолоджувачами.

Перспективами подальших наукових досліджень є вивчення реологічних характеристик, зокрема тиксотропної здатності, кисломолочних згустків з крохмалепродуктами та наукове обґрунтування сполучення структуруючих мальтодекстринів з іншими підсолоджувачами у складі йогурту та біо-йогурту нежирного десертного призначення для досягнення максимального технологічного ефекту.

### Література

Іващенко О. М., Поліщук, Г. Є. (2022). Вивчення функціонально-технологічних властивостей крохмальної патоки у складі йогурту. *Харчова промисловість*, 31-32, 43—53. <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2022-31-32-7>.

Марченко, Т. С., Поліщук, Г. Є. (2017). Наукове обґрунтування доцільності використання крохмальної патоки у складі йогуртів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*, 23, 1, 240—247. <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2022-31-32>.

Angelin, J., Kavitha, M. (2020). Exopolysaccharides from probiotic bacteria and their health potential. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 853—865. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.190>.

Batawy, O. E., Khalil, O. S. (2018). Manufacture and Properties of Low-Fat Bio Yoghurt Containing Probiotic Strains and Maltodextrins Prebiotic. *J. Prob Health*, 6, 192. <https://doi.org/10.4172/2329-8901.1000192>.

Chen, C., Zhao, S., Hao, G., Yu, H., Tian, H., Zhao, G. (2017). Role of lactic acid bacteria on the yogurt flavour: A review. *International Journal of Food Properties*, 20(sup1), S316—S330. <https://doi.org/10.1080/10942912.2017.1295988>.

Domagała, J., Sady, M., Grega, T., Bonczar, G. (2006). Rheological properties and texture of yoghurts when oat-maltodextrin is used as a fat substitute. *International Journal of Food Properties*, 9(1), 1—11. <https://doi.org/10.1080/10942910600588776>.

Eke-Ejiofor J. (2015). Functional properties of starches, physico-chemical and rheological properties of glucose syrup made from cassava and different potato varieties. *International Journal of Recent Scientific Research*, 6, 4400—4406. <https://doi.org/10.24327/IJRSR>.

Gökşen, G., EKİZ, H. I. (2018). Pasting and gel texture properties of starch-molasses combinations. *Food Science and Technology*, 39, 93—102. <https://doi.org/10.1590/fst.27817>.

Grenby, T., Mistry, M. (2000). Properties of maltodextrins and glucose syrups in experiments in vitro and in the diets of laboratory animals, relating to dental health. *British Journal of Nutrition*, 84(4), 565—574. <https://doi.org/10.1017/S0007114500001884>.

Mosquera-Martínez, A. J., Sepúlveda-Valencia, J. U., Ciro-Velásquez, H. J., Vargas-Díaz, S., Pérez-Escobar, L. (2023). Whole yogurt sweetened with glucose-galactose syrup obtained by nano-filtration: Effect on galactooligosaccharides concentration, physicochemical and sensory properties. *Applied Food Research*, 3(1), 100272. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100272>.

Hami, M., Putri, S. K., Handayani, T. D. (2021, May). Characteristics of Glucose Syrup From Various Sources of Starch. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 757, No. 1, p. 012064). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/757/1/012064>.

He, J., Han, Y., Liu, M., Wang, Y., Yang, Y., Yang, X. (2019). Effect of 2 types of resistant starches on the quality of yogurt. *Journal of dairy science*, 102(5), 3956—3964. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15562>.

Hofman, D. L., Van Buul, V. J., Brouns, F. J. (2016). Nutrition, health, and regulatory aspects of digestible maltodextrins. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(12), 2091—2100. <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.940415>.

Jia D., Zhou L., Zheng Y., (2017). Properties of a novel thermostable glucose isomerase mined from *Thermus oshimai* and its application to preparation of high fructose corn syrup. *Enzyme and Microbial Technology*. 99: 1—8. <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2017.01.001>.

Lobato-Calleros, C., Ramírez-Santiago, C., Vernon-Carter, E. J., Alvarez-Ramirez, J. (2014). Impact of native and chemically modified starches addition as fat replacers in the viscoelasticity of reduced-fat stirred yogurt. *Journal of Food Engineering*, 131, 110—115. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.01.019>.

Mohameed, H. A., Abu-Jdayil, B., Eassa, A. M. (2006). Flow properties of corn starch–milk–sugar system prepared at 368.15 K. *Journal of food engineering*, 77(4), 958—964. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.08.040>.

Nikolić, I., Petrović, J., Pajin, B., Lončarević, I., Šubarić, D., Ačkar, Đ., Miličević, B., Šereš, Z., Dokić, L., Šoronja-Simović, D., Jozinović, A. (2023). The Influence of Starch Sweeteners on Functional Properties of Cellulose Fat Mimetics: Rheological and Textural Aspects. *Polymers*, 15(14), 2982. <https://doi.org/10.3390/polym15142982>.

Polischuk, G., Sharahmatova, T., Breus, N., Bass, O., Shevchenko, I. (2019). Studies of water freezing features in ice cream with starch syrup. *Food Science and Technology*, 13(2). <https://doi.org/10.15673/fst.v13i2.1383>.

Pang, Z., Xu, R., Luo, T., Che, X., Bansal, N., Liu, X. (2019). Physicochemical properties of modified starch under yogurt manufacturing conditions and its relation to the properties of yogurt. *Journal of food engineering*, 245, 11—17. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.10.003>.

Tomovska, J., Gjorgievski, N., Makarijoski, B. (2016). Examination of pH, Titratable Acidity and Antioxidant Activity in Fermented Milk, *Journal of materials Science and Engineering. Journal of*

*Materials Science and Engineering A*, 6(11), 326—333. <https://doi.org/10.17265/2161-6213/2016.11-12.006>.

Zargaraan, A., Kamaliroosta, L., Yaghoubi, A. S., Mirmoghtadaie, L. (2016). Effect of substitution of sugar by high fructose corn syrup on the physicochemical properties of bakery and dairy products: a review. *Nutrition and Food Sciences Research*, 3(4), 3—11. <https://doi.org/10.18869/acadpub.nfsr.3.4.3>.

Ünlü, E., Soysal, Ç. (2017). Starch Based Sugar; Production, Usage and Health Effect. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, 38—42. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3822644>.