

УДК 664.849

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2020.2.4>

М.Л. КУЛІГІН

Херсонський національний технічний університет

ORCID: 0000-0003-0695-4780

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕГУЛЯТОРІВ КОНСИСТЕНЦІЇ НА ЯКІСТЬ ТА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЙОГУРТУ

*Робота присвячена вивченню впливу стабілізаторів консистенції на якісні властивості йогурту, виготовленого з ненормалізованої молочної сировини. В якості параметрів якості оцінювались реологічні властивості, а саме, в'язкість та органолептичні властивості отриманого продукту. Для порівняння в якості еталонів використовувались три йогурту промислового виробництва. Проведені дослідження реологічних властивостей йогурту при використанні стабілізаторів консистенції - крохмалю, камеді ріжкового дерева, ксантанової камеді, гуарової камеді. В'язкість йогурту з додаванням крохмалю з концентрацією від 1 до 10% знаходиться в межах коливань в'язкості йогуртів промислового виробництва, при досліджених концентраціях крохмаль практично не змінює органолептичні властивості йогурту. В'язкість йогурту з додаванням ксантанової камеді з концентрацією 0,1-0,5% децю нижче в'язкості йогурту з додаванням крохмалю, але знаходиться в межах значень в'язкості йогуртів вироблених промисловим способом. В'язкість йогурту з додаванням гуарової камеді з концентрацією 0,1-0,5% децю нижче в'язкості йогурту з додаванням крохмалю, близько до значень ксантанової камеді, знаходиться в межах значень в'язкості йогуртів вироблених промисловим способом. В'язкість йогурту з додаванням камеді ріжкового дерева з концентрацією 0,1-0,5% нижче в'язкості йогурту з додаванням крохмалю та близько до значень ксантанової та гуарової камедей, знаходиться в межах значень в'язкості йогуртів вироблених промисловим способом. Встановлено, що найбільшу в'язкість йогурту надає гуарова камедь та крохмаль, її значення еквівалентно значенню промислово виготовленого йогурту «Злагода», гуарова камедь сприяє мінімальному синерезису, а також збільшення в'язкості і стійкості згустків до механічної обробки, запобігає відділенню сироватки. Процес гомогенізації йогурту після додавання стабілізаторів значно зменшує в'язкість йогурту – до 48%. Додання в якості регуляторів консистенції камедей зменшує в'язкість йогурту на 25-30%. Збільшення концентрації камедей в йогурті погіршує органолептичні показники продукту. в'язкість йогурту у різних виробників може коливатись 4 рази.*

*Ключові слова:* йогурт, камеді, регулятори консистенції.

М.Л. КУЛІГІН

Херсонский национальный технический университет

ORCID: 0000-0003-0695-4780

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ КОНСИСТЕНЦИИ НА КАЧЕСТВО И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЙОГУРТА

*Работа посвящена изучению влияния стабилизаторов консистенции на свойства йогурта, изготовленного из ненормализованное молочного сырья. В качестве параметров качества оценивались реологические свойства, а именно, вязкость и органолептические свойства полученного продукта. Для сравнения в качестве эталонов использовались три йогурта промышленного производства. Проведенные исследования реологических свойств йогурта при использовании стабилизаторов консистенции - крахмала, камедь рожкового дерева, ксантановая камедь, гуаровая камедь. Вязкость йогурта с добавлением крахмала концентрацией от 1 до 10% находится в пределах колебаний вязкости йогуртов промышленного производства, при исследованных концентрациях крахмал практически не меняет органолептические свойства йогурта. Вязкость йогурта с добавлением ксантановой камеди концентрацией 0,1-0,5% несколько ниже вязкости йогурта с добавлением крахмала, но находится в пределах значений вязкости йогуртов произведенных промышленным способом. Вязкость йогурта с добавлением гуаровой камеди с концентрацией 0,1-0,5% несколько ниже вязкости йогурта с добавлением крахмала, близко к значениям ксантановая камедь, находится в пределах значений вязкости йогуртов произведенных промышленным способом. Вязкость йогурта с добавлением камеди рожкового дерева с концентрацией 0,1-0,5% ниже вязкости йогурта с добавлением крахмала и близко к значениям ксантановой и гуаровой камеди, находится в пределах значений вязкости йогуртов произведенных промышленным способом. Установлено, что наибольшую вязкость йогурта позволяет получить гуаровая камедь и крахмал, ее значение эквивалентно значению промышленно изготовленного йогурта «Злагода», гуаровая камедь способствует минимальному синерезису, а также увеличению вязкости и устойчивости сгустков к механической обработке, предотвращает отделение сыворотки. Процесс*

гомогенизації йогурта после добавления стабилизаторов значительно уменьшает вязкость йогурта - до 48%. Добавление в качестве регуляторов консистенции камедей уменьшает вязкость йогурта на 25-30%. Увеличение концентрации камедей в йогурте ухудшает органолептические показатели продукта. Вязкость йогурта у разных производителей может колебаться 4 раза.

Ключевые слова: йогурт, камеди, регуляторы консистенции.

M. KULIGIN

Kherson National Technical University

ORCID: 0000-0003-0695-4780

## INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF QUALITY CONSTITUTION REGULATORS AND THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF YOGURT

The work is devoted to the study of the influence of consistency stabilizers on the quality properties of yogurt made from non-normalized raw milk. Rheological properties, namely, viscosity and organoleptic properties of the obtained product, were evaluated as quality parameters. For comparison, three yogurts of industrial origin were used as standards. Studies of the rheological properties of yogurt using consistency stabilizers - starch, carob gum, xanthan gum, guar gum. The viscosity of yogurt with the addition of starch with a concentration of 1 to 10% is within the fluctuations of the viscosity of industrial yogurts, at the studied concentrations, starch does not change the organoleptic properties of yogurt. The viscosity of yogurt with the addition of xanthan gum with a concentration of 0.1-0.5% is slightly lower than the viscosity of yogurt with starch, but is within the viscosity values of industrially produced yogurts. The viscosity of guar gum with a concentration of 0.1-0.5% slightly below the viscosity of yogurt with starch, close to the values of xanthan gum, is within the viscosity values of industrially produced yogurts. The viscosity of locust bean gum with a concentration of 0.1-0.5% lower than the viscosity of starch yogurt and close to the values of xanthan and guar gum, is within the viscosity values of industrially produced yogurts. Guar gum and starch are found to have the highest viscosity of yogurt, its value is equivalent to the value of industrially produced yogurt "Zlagoda", guar gum promotes minimal syneresis, as well as increasing the viscosity and resistance of clots to machining, prevents the separation of whey. The process of homogenization of yogurt after the addition of stabilizers significantly reduces the viscosity of yogurt - up to 48%. The addition of gums as regulators reduces the viscosity of yogurt by 25-30%. Increasing the concentration of gums in yogurt impairs the organoleptic characteristics of the product. the viscosity of yogurt from different manufacturers can vary 4 times.

Keywords: yogurt, gum, consistency regulator.

### Постановка проблеми

При виробленні кисломолочних продуктів одним з головних процесів є процес формування згустку, який є результатом роботи тих біфідобактерій, які були внесені разом із закваскою. При виробництві йогурту якісний згусток можливо отримати при строгому дотриманні параметрів технологічного процесу і використанні якісної сировини.

Основний порок консистенції рідких молочних продуктів це синерезис - порушення гомогенності системи та розділення її на шари сироватки та згустку. [1]

Одним із способів запобігання процесу синерезису є додання до складу йогурту стабілізаторів консистенції, головним призначенням яких є формування і збереження консистенції, текстури та споживчих якостей продукту.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Додавання стабілізаторів у молочні продукти дозволяє отримувати рівномірну кремоподібну консистенцію продуктів. Стабілізатори для йогурту, сметани, ряжанки покращують структуру, глянець, сприяють збільшенню терміну придатності. Стабілізатори для сиру сприяють збільшенню виходу готового продукту. Застосування стабілізаторів при виробництві молочних і кисломолочних продуктів дозволяє створювати і стабілізувати піну, надавати текстуру і встановлювати в'язкість продукту, стабілізувати жири, підвищувати кремоподібність і облагороджувати смак.

Виділяють кілька груп харчових стабілізаторів. Всі вони є похідними натуральних речовин. Сировиною для них служать природні продукти - яблука, плоди цитрусових, пшениця, кукурудза, морські водорості, смоли різних наземних рослин. Пектин, молочний білок, желатин і модифікований крохмаль, карагінани, камеді – найбільш поширені харчові стабілізатори, які найкраще проявляють себе в молочних продуктах. Вони дозволяють отримати кремоподібну структуру, натуральний м'який смак без присмаку, покращують зв'язування води, і тим самим запобігають синерезису і збільшують термін зберігання продукту. [2]

При виробленні йогурту відбувається кислотна коагуляція казеїну. За характером зв'язків між частинками казеїну кислотні згустки відносять до просторових структур змішаного. У коагуляційних структурах частки утримуються міжмолекулярними силами. Між частинками залишаються прошарки

дисперсійного середовища - сироватки. Структура набуває еластичність і пластичність, але її міцність невелика. Використання стабілізатора збільшує в'язкість і попереджає розшарування продукту при його зберіганні. [3]

Основна мета використання стабілізаторів при виробництві кисломолочних продуктів - регулювання таких видових особливостей, як структура, консистенція, в'язкість, зовнішній вигляд, смак. Дія стабілізаторів проявляється в тому, що вони пов'язують воду, взаємодіють зі складовими частинами молока, в основному з білками, утворюючи структурні елементи каркаса, перешкоджаючи відділення сироватки. [4] Розчини, в яких міжмолекулярні зв'язки неміцні і кількість постійних зв'язків мало, здатні текти і не утворюють міцної структури в широкому діапазоні концентрацій і температур (крохмаль, камеді).

#### Формулювання мети дослідження

Сучасні тенденції до збільшення терміну придатності молочних продуктів висувають проблему збереження якості його структурно-механічних характеристик в процесі тривалого зберігання. Пошук шляхів, що забезпечують високоякісну консистенцію йогуртів, стійку до різних несприятливих дій і стабільну в процесі тривалого зберігання, є нагальним завданням. Відомо, що в результаті тривало зберігання структура, смак і санітарні показники продукту погіршуються. У дослідницькій роботі розглядається вплив крохмалю, камеді ріжкового дерева, ксантанової камеді, гуарової камеді як стабілізаторів на такі показники якості йогуртів як структура, консистенція, в'язкість, зовнішній вигляд, смак.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

В роботі досліджувались крохмаль та некрохмальні полісахариди - камедь ріжкового дерева, ксантанова камедь, гуарова камедь.

Аналіз даних, рис. 1 (данні наведені в логарифмічній шкалі) свідчить, що в'язкість промислових зразків може змінюватись в значній мірі – відмінність на низьких швидкостях зсуву максимальна та може складати до 150%, в середньому 53-85%. йогурти з різної сировини, вироблені в лабораторних умовах, мають таку ж розбіжність у значеннях в'язкості як і промислові. Також встановлено значний вплив процесу гомогенізації на в'язкість продукту. Гомогенізація розрушає структуру продукту, різниця між значеннями в'язкості може складати до 200%.

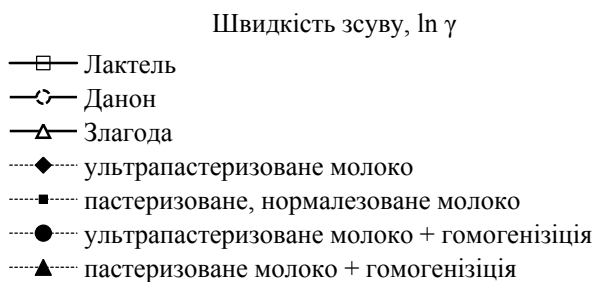
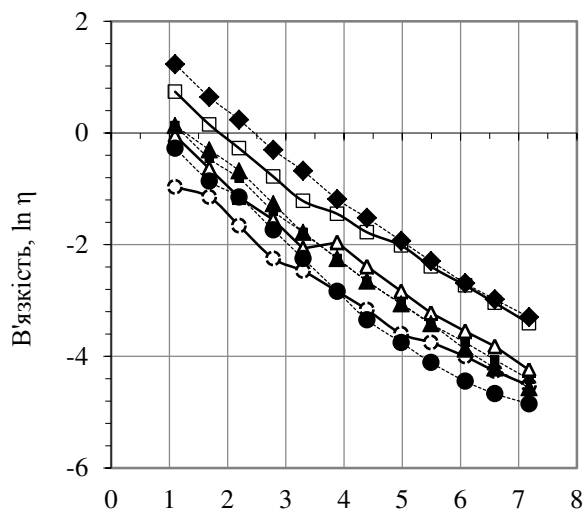


Рис. 1. Визначення еталонних властивостей йогурту промислового виробництва

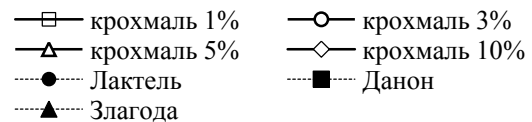
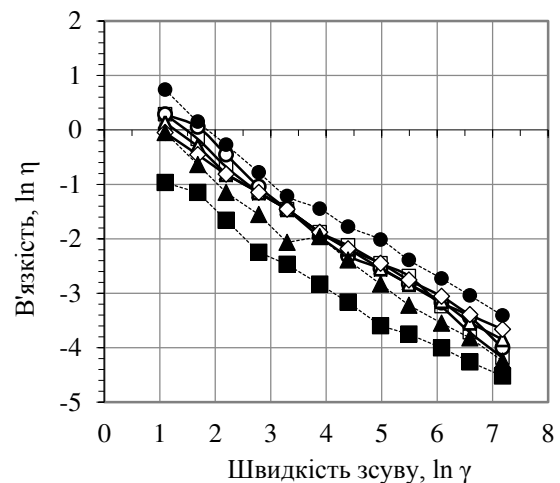


Рис. 2. Реологічні властивості йогурту з доданням крохмалю різної концентрації

## Дослідження крохмалю як стабілізатора регулятора консистенції йогурту

Для організму людини крохмаль поряд з сахарозою є основним постачальником вуглеводів - одного з найважливіших компонентів їжі. Під дією ферментів крохмаль гідролізується до глюкози, яка окислюється в клітинах до вуглекислого газу і води з виділенням енергії, необхідної для функціонування живого організму.

Крохмаль як харчова добавка використовується для загущення багатьох харчових продуктів, в тому числі молочних. Тому на першому етапі роботи в якості регулятора консистенції було досліджено нативний крохмаль. Данні дослідження наведено на рис. 1.

Аналіз даних, рис. 2 свідчить, що в'язкість йогурту з доданням крохмалю з концентрацією від 1 до 10% знаходиться в межах коливань в'язкості йогуртів промислового виробництва. Аналіз органолептичних властивостей свідчить, що при досліджених концентраціях крохмаль практично не змінює органолептичні властивості йогурту. Після гомогенізації консистенція йогурту с доданням крохмалю змінювалась наступним чином: 1% - рідка; 3% - напіврідка ; 5% - густа.

## Дослідження ксантанової камеді як регулятора консистенції йогурту

Ксантанова камедь використовується в харчових системах як загусник, гелеутворювач і стабілізатор. Вона добре розчиняється у холодній і гарячій воді, молоці, а також в розчинах солі та цукру. Молекули ксантану адсорбують воду з утворенням тривимірної сітки з подвійних спіралей ксантану, за структурою близькою з гелем, але відрізняється меншою в'язкістю. У зв'язку з цим, ксантан зазвичай використовують як згущувач або стабілізатор, а не гелеутворювач.

На наступному етапі роботи в якості регулятора консистенції було досліджено ксантанову камедь. Результати реологічного дослідження наведено рис. 3.

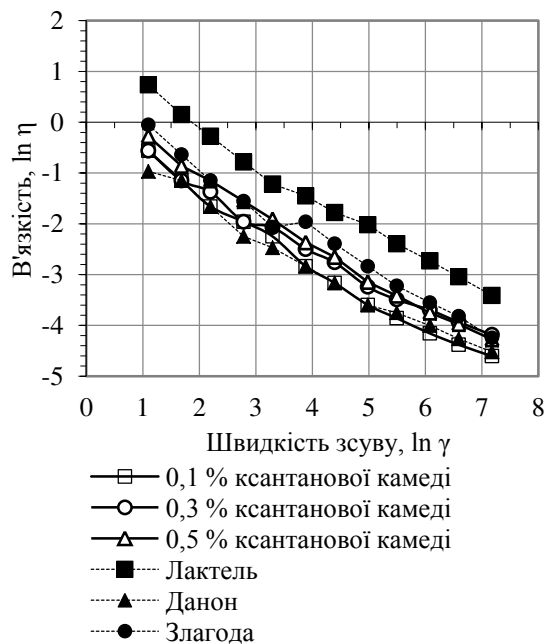


Рис. 3. Реологічні властивості йогурту з доданням ксантанової камеді 0,1-0,3%

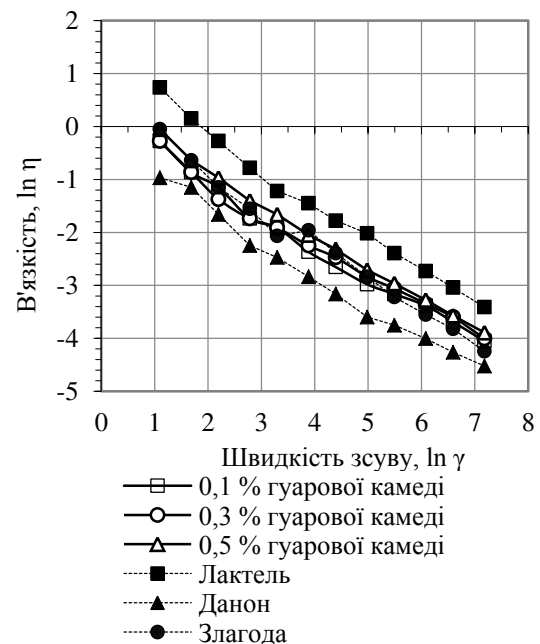


Рис. 4. Реологічні властивості йогурту з доданням гуарової камеді 0,1-0,3%

Аналіз даних, рис. 3 свідчить, що в'язкість йогурту з доданням ксантанової камеді з концентрацією 0,1-0,5% дещо нижче в'язкості йогурту з доданням крохмалю, але знаходиться в межах значень в'язкості йогуртів вироблених промисловим способом. Органолептичні властивості йогурту з концентрацією 0,5% ксантанової камеді - гірше, оскільки при такій концентрації вже відчутна склизкість, що дає розчин камеді. Інших змін та присмаку в продукті не виявлено.

Після гомогенізації йогурту з ксантанової камеді консистенція змінювалась наступним чином: 0,1% - рідкий; 0,3% - напіврідкий; 0,5% - густий.

## Дослідження гуарової камеді як стабілізатора консистенції йогурту

Гуарова камедь як стабілізатор консистенції, збільшує в'язкість і желуючі властивості. Речовина добре розчиняється в холодній воді, сумісно з більшістю інших рослинних гідроколоїдів, таких як агар-агар, карагенан, камедь ріжкового дерева, пектин, метилцелюлоза та інші, які поліпшують консистенцію, такі комбінації можуть надати взаємно позитивний вплив. На підприємства харчової промисловості поставляється у вигляді подрібненого порошку з блідо-білим відтінком. Вважається, що вона практично

не всмоктується в кишечнику, сприяє зменшенню апетиту і дуже ефективно знижує рівень холестерину і насичених жирів в організмі. Використовується при виробництві соусів, йогуртів, морозива.

На наступному етапі роботи в якості регулятора консистенції було досліджено гуарову камедь. Данні реологічного дослідження наведено на рис. 4.

Аналіз даних, рис. 4 свідчить, що в'язкість йогурту з додаванням гуарової камеді з концентрацією 0,1-0,5% дещо нижче в'язкості йогурту з додаванням крохмалю, близько до значень ксантанової камеді, знаходиться в межах значень в'язкості йогуртів вироблених промисловим способом. Органолептичні властивості йогурту з концентрацією гуарової камеді 0,5% - гірше, оскільки при такій концентрації вже відчутна склизкість, що дає розчин камеді. Інших змін та присмаку в продукті не виявлено.

Після гомогенізації йогурту з використанням в якості регулятора гуарової камеді консистенція змінювалась наступним чином: 0,1%- рідкий; 0,3%- напівгустий; 0,5%- густий.

Дослідження камеді річкового дерева як стабілізатора консистенції йогурту

Отримують з насіння річкового дерева. За хімічною будовою камедь річкового дерева схожа з камеддю гуара. Це полімер, що складається з неіонних молекул, які представлені у вигляді 2000 залишків простих і складних моносахаридів.

Камедь річкового дерева є менш розчинною, ніж камедь гуара, при низьких температурах. Вона не розчиняється в холодній воді, тому розчинення повинно відбуватися в процесі нагрівання. При охолодженні камедь річкового дерева уповільнює утворення кристалів льоду, створюючи структурований гель. Використовується як загусник при приготуванні морозива і різних заморожених десертів (в тому числі молочних), вершкових сирів, соусів, в хлібопекарській промисловості.

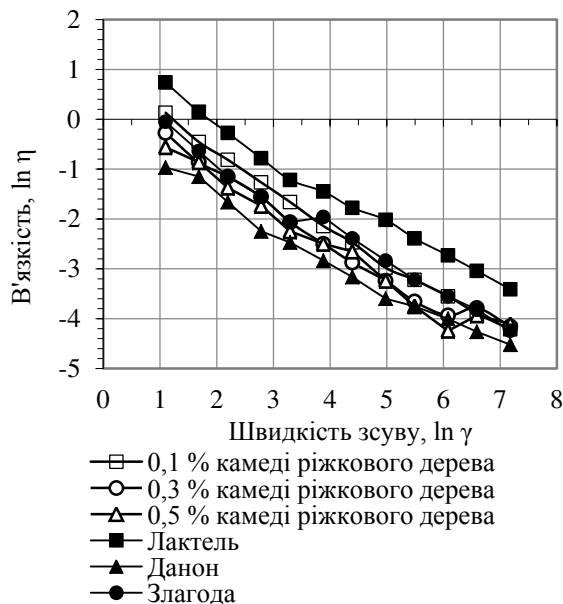


Рис. 5. Реологічні властивості йогурту з додаванням камеді річкового дерева

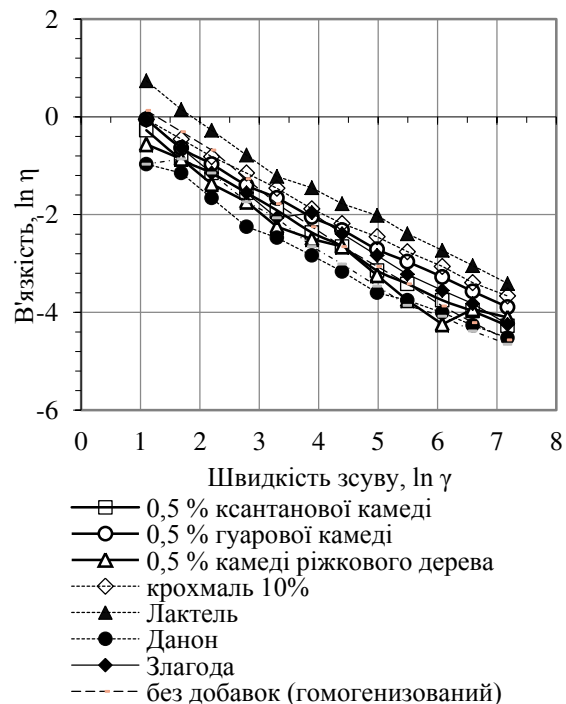


Рис. 6. Порівняння реологічних властивостей йогурту з додаванням різних регуляторів

На наступному етапі роботи в якості регулятора консистенції було досліджено камедь річкового дерева. Данні реологічного дослідження наведено на рис. 5.

Аналіз даних, рис. 5 свідчить, що в'язкість йогурту з додаванням камеді річкового дерева з концентрацією 0,1-0,5% нижче в'язкості йогурту з додаванням крохмалю та близько до значень ксантанової та гуарової камедей, знаходиться в межах значень в'язкості йогуртів вироблених промисловим способом. Органолептичні властивості йогурту з концентрацією гуарової камеді 0,5% - гірше, оскільки при такій концентрації вже відчутна склизкість, що дає розчин камеді. Інших змін та присмаку в продукті не виявлено.

Після гомогенізації йогурту с камеді річкового дерева консистенція змінювалась наступним чином: 0,1%- рідка; 0,3%- напівгустий; 0,5%- густий.

## Порівняння ефективності регуляторів консистенції

Порівняння реологічних властивостей йогурту з додаванням різних регуляторів консистенції максимальної дослідженої концентрації проводилось в натуральних величинах табл. 1.

Таблиця 1

**Порівняння реологічних властивостей йогурту з додаванням різних регуляторів в натуральних величинах**

Швидкість зсуву g, 1/с	Динамічна в'язкість, Па·с								
	Ксантанова камедь	Гуарова камедь	Камедь ріжкового дерева	Крохмаль	Лакталь	Данон	Злагода	Без добавок (гомогенизований)	Без добавок
3	0,76	0,95	0,57	0,95	2,09	0,38	0,95	1,14	1,71
5,4	0,422	0,528	0,422	0,633	1,161	0,317	0,528	0,739	1,056
9	0,317	0,38	0,253	0,443	0,76	0,19	0,317	0,507	0,823
16,2	0,211	0,246	0,176	0,317	0,457	0,106	0,211	0,281	0,563
27	0,148	0,19	0,106	0,232	0,296	0,084	0,127	0,169	0,422
48,6	0,094	0,129	0,082	0,152	0,235	0,059	0,141	0,106	0,293
81	0,07	0,099	0,07	0,113	0,169	0,042	0,091	0,07	0,225
145,8	0,043	0,066	0,039	0,086	0,133	0,027	0,059	0,047	0,137
243	0,033	0,052	0,023	0,063	0,091	0,023	0,04	0,033	0,094
437,4	0,023	0,038	0,014	0,047	0,065	0,018	0,029	0,021	0,052
729	0,019	0,028	0,02	0,034	0,048	0,014	0,022	0,015	0,043
1312,2	0,014	0,02	0,017	0,026	0,033	0,011	0,014	0,01	0,025

Таблиця 2

**Порівняння органолептичної оцінки йогурту з додаванням різних регуляторів**

Концентрація, г/л	Бали органолептичної оцінки (середня оцінка)		
	ксантанова камедь	гуарова камедь	камедь ріжкового дерева
0,1	6,2	4,4	6,4
0,3	6,2	8	6,4
0,5	5,6	6,8	6

Аналіз даних табл. 1-2 свідчить, що при порівнянні значень в'язкості в натуральних величинах можна зробити наступні висновки: найбільшу в'язкість йогурту надає гуарова камедь та крохмаль, її значення еквівалентно значенню промислового йогурту «Злагода»; навидь в йогуртах, що виготовлено в промислових умовах, в'язкість у різних виробників може коливатись більш ніж у 4 рази; процес гомогенізації значно зменшує в'язкість йогурту - приблизно в 2 рази; додавання регуляторів консистенції – камедей зменшує в'язкість йогурту на 25-30%; збільшення концентрації камедей в йогурті погіршує органолептичні показники продукту.

**Висновки**

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено:

- найбільшу в'язкість йогурту надає гуарова камедь та крохмаль;
- в'язкість йогурту у різних виробників може коливатись 4 рази;
- процес гомогенізації зменшує в'язкість йогурту в 2 рази;
- при використанні в якості регуляторів консистенції камедей зменшує в'язкість йогурту зменшується на 25-30%;
- збільшення концентрації камедей в йогурті погіршує органолептичні показники продукту.

**Список використаної літератури**

1. Архипов, А. Применение структурообразователей в производстве молочных продуктов // Техника и технология пищевых производств. – Кемерово. - Том 15. - Изд. 4. – 2009 – с.16-19.
2. Булдаков, А.С. Пищевые добавки: справочник / А.С. Булдаков. - СПб., 1996. - 240 с.
3. Надина Л.С., Царакаева Н.Е. Влияние стабилизаторов на качество йогуртов // Материалы V Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». [Электронный ресурс] URL: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013006796> (дата звернення 10.01.2020)
4. Сарафанова Л.А. Применение пищевых добавок: Практические рекомендации. – Спб.: ГИОРД, 2002. – 160 с.
5. Неповинных, Н. В. Теоретическое обоснование и практические аспекты использования пищевых волокон в технологиях молкосодержащих продуктов диетического профилактического питания: Диссертация / Неповинных Н.В. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 320 с.
6. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник – М.: ДеЛиПринт, 2001. – 435 с.
7. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. – М.: Колос, 2001. – 256 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высших учебных заведений).
8. Пищевая химия / Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под ред. А.П. Нечаева. Издание 2-е, перераб. и испр. – Спб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.

**References**

1. Arhipov, A. Primenenie strukturoobrazovatelej v proizvodstve molochnyh produktov [The use of builders in the production of dairy products] // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. – Кемерово. - Том 15. - Изд. 4. – 2009 – pp.16-19.
2. Buldakov, A.S. Pishhevye dobavki: spravochnik [Nutritional Supplements: A Guide] / A.S. Buldakov. - SPb., 1996. - 240 p.
3. Nadina L.C., Tsarakaeva N.E. Vlijanie stabilizatorov na kachestvo jogurtov [The influence of stabilizers on the quality of yoghurts] // Materialy V Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchnoj konferencii «Studencheskij nauchnyj forum» [Materials of the V International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum"]. Available at: <https://scienceforum.ru/2013/article/2013006796> (accessed January 10, 2020).
4. Sarafanova L.A. Primenenie pishhevyh dobavok: Prakticheskie rekomendacii [The use of food additives: practical recommendations]. – Spb.: GIORД, 2002. – 160 p.
5. Nepovinnyyh, N. V. Teoreticheskoe obosnovanie i prakticheskie aspekty ispol'zovanija pishhevyh volokon v tehnologijah molkosoderzhashhih produktov dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya: Dissertacija [Theoretical basis and practical aspects of the use of dietary fiber in the technologies of milk-containing products of dietary preventive nutrition: The dissertation] / Nepovinnyyh N.V. - Moscow: NIC INFRA-M, 2017. - 320 p.
6. Buldakov A.S. Pishhevye dobavki. Spravochnik [Nutritional supplements. Directory] – М.: DeLiPrint, 2001. – 435 p.
7. Nechaev A.P., Kochetkova A.A., Zajcev A.N. Pishhevye dobavki [Nutritional supplements]. – М.: Колос, 2001. – 256 p.: il. – (Uchebniki i ucheb. posobija dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij [Textbooks and teaching aids for university students]).
8. Pishhevaja himija [Food chemistry] / Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. i dr. Pod red [editors]. A.P. Nechaeva. Izdanie 2-e, pererab. i ispr [edited and managed]. – Spb.: GIORД, 2003. – 640 p.