

УДК 664.849

М.Л. КУЛІГІН, О.В. СКРОПИШЕВА, В.П. ГНІДЕЦЬ  
Херсонський національний технічний університет**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СТРУКТУРОУТВОРЮВАЧІВ, ЗАГУЩУВАЧІВ,  
ВОЛОГОУТРИМУЮЧИХ АГЕНТІВ НА КОНСИСТЕНЦІЮ ПЛОДОВО-  
ЯГІДНОГО МОРОЗИВА (ЧАСТИНА 2)**

*В роботі було досліджено вплив регуляторів консистенції - камеді ріжкового дерева, ксантанової камеді, гуарової камеді, альгінату натрію, пектину на реологічні властивості плодово-ягідного морозива. Визначена ефективність використання камедей в якості регуляторів консистенції. Встановлено, що використання ксантанової камеді, гуарової камеді, камеді ріжкового дерева в якості стабілізаторів консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при значно менших концентраціях та отримати більш стабільні реологічні характеристики морозива на всьому діапазоні швидкостей зсуву. Визначена ефективність використання пектину в якості регулятора консистенції. Встановлено, що використання пектину дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, але більших ніж у камедей, основний недолік пектину, як регулятора консистенції – недостатня в'язкість при високих швидкостях зсуву. Визначена ефективність використання альгінату натрію в якості регулятора консистенції, встановлено, що альгінат натрію дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням камедей, має такий недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.*

*Досліджено вплив регуляторів консистенції на органолептичні властивості плодово-ягідного морозива. Встановлено, що камеді при високих концентраціях вносять присмак, тому їх бажано використовувати у композиціях з іншими регуляторами консистенції: пектином, альгінатом натрію, нативним та модифікованим крохмалем. Пектин та альгінат натрію не змінюють смаку продукту.*

*Ключові слова: морозиво, реологія, регулятори консистенції.*

М.Л. КУЛИГИН, Е.В. СКРОПЫШЕВА, В.П. ГНИДЕЦ  
Херсонский национальный технический университет**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ЗАГУСТИТЕЛЕЙ,  
ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИХ АГЕНТОВ НА КОНСИСТЕНЦИЮ ПЛОДОВО-  
ЯГОДНОГО МОРОЖЕНОГО (ЧАСТЬ 2)**

*В работе было исследовано влияние регуляторов консистенции - камеди рожкового дерева, ксантановой камеди, гуаровой камеди, альгината натрия, пектина на реологические свойства плодово-ягодного мороженого. Определена эффективность использования камедей в качестве регуляторов консистенции. Установлено, что использование ксантановой камеди, гуаровой камеди, камеди рожкового дерева в качестве стабилизаторов консистенции позволяет получить значения вязкости идентичные вязкости систем с использованием крахмала при значительно меньших концентрациях и получить более стабильные реологические характеристики мороженого на всем диапазоне скоростей сдвига. Определена эффективность использования пектина в качестве регулятора консистенции. Установлено, что использование пектина позволяет получить значения вязкости идентичны вязкости систем с использованием крахмала при меньших концентрациях, но больших чем при использовании камедей, основной недостаток пектина, как регулятора консистенции - недостаточная вязкость при высоких скоростях сдвига. Определена эффективность использования альгината натрия в качестве регулятора консистенции, установлено, что альгинат натрия позволяет получить значения вязкости идентичны вязкости систем с использованием камедей, имеет такой недостаток - недостаточную вязкость при высоких скоростях сдвига.*

*Исследовано влияние регуляторов смеси на органолептические свойства плодово-ягодного мороженого. Установлено, что камеди при высоких концентрациях вносят привкус, поэтому их желательно использовать в композициях с другими регуляторами консистенции: пектином, альгинатом натрия, нативным и модифицированным крахмалом. Пектин и альгинат натрия не меняют вкуса продукта.*

*Ключевые слова: мороженое, реология, регуляторы консистенции.*

M. KULIGIN, O. SKROPISHEVA, V. HNIDETS  
Kherson National Technical University

### INVESTIGATION INFLUENCE OF STRUCTURALFORMS, DETERMINANTS, HYDROGENERABLE AGENTS ON THE CONSISTENCY OF FRUIT AND BERRY ICE CREAM (PART 2)

*In this work, the influence of regulators of consistency - caraway gum, xanthan gum, guar gum, sodium alginate and pectin on rheological properties of fruit and berry ice cream were investigated. The effectiveness of using gums in the form of consistency regulators has been determined. It has been established that the use of xanthan gum, guar gum, caraway gum as a stabilizer of consistency allows the viscosity values to be identical to the viscosity of systems using starch at significantly lower concentrations and to obtain more stable rheological characteristics of ice cream throughout the range of shear rates. The effectiveness of using pectin as a consistency regulator has been determined. It has been established that the use of pectin allows to obtain viscosity values identical to the viscosity of systems using starch at lower concentrations, but larger than gums, the main disadvantage of pectin as a consistency regulator is insufficient viscosity at high shear rates. The efficiency of using sodium alginate as a consistency regulator has been determined, it has been established that sodium alginate allows the viscosity values to be identical to the viscosity of systems using gums, and this lack is insufficient viscosity at high shear rates.*

*The influence of consistency regulators on the organoleptic properties of fruit and berry moraise has been investigated. It has been established that gum in high concentrations add flavor, therefore it is desirable to use them in compositions with other regulators of consistency: pectin, sodium alginate, native and modified starch. Pectin and sodium alginate do not change the taste of the product.*

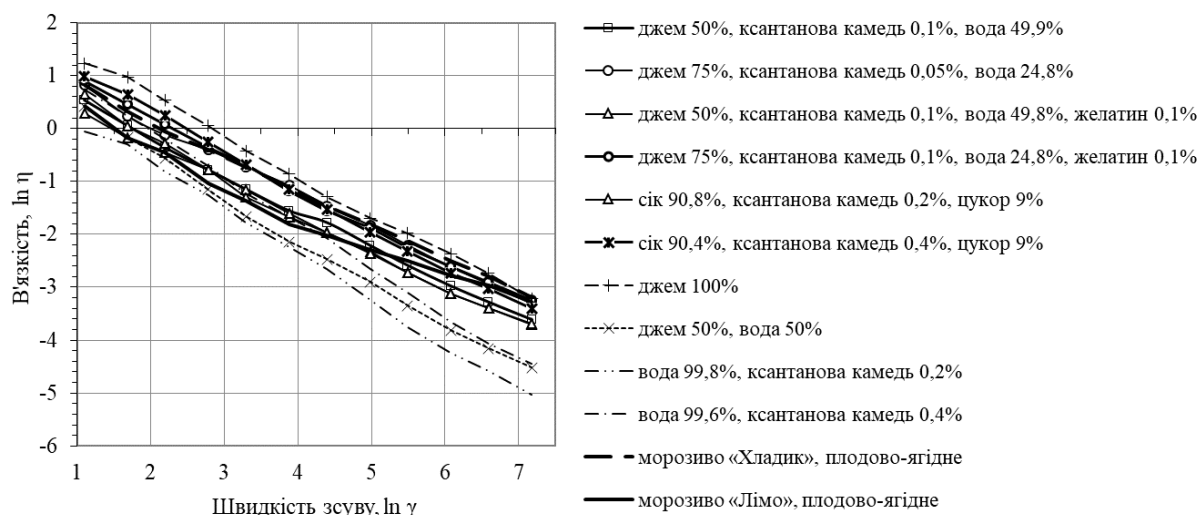
*Keywords: ice cream, rheology, consistency regulators.*

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень і публікацій та формулювання мети дослідження наведено в першій частині дослідження [1].

#### Дослідження впливу ксантанової камеді на консистенцію плодово-ягідного морозива

По хімічній природі ксантанова камедь є полісахаридом, що отримується шляхом ферментації з використанням бактерії *Xanthomonas campestris*. Ксантанова камедь використовується в харчових системах в якості згущувача, гелеутворювача і стабілізатора, добре розчиняється у холодній і гарячій воді, молоці, а також у розчинах солі і цукру. Молекули ксантану адсорбують воду з утворенням тривимірної сітки з подвійних спіралей ксантану, за структурою близька з гелем, але відрізняється меншою в'язкістю. У зв'язку з цим, ксантан зазвичай використовують як згущувач або стабілізатор, а не гелеутворювач.

На першому етапі роботи в якості регулятора консистенції плодово-ягідного морозива використовувалась ксантанова камедь. Досліджувались дві системи: «пюре-ксантанова камедь-вода» та «сік-ксантанова камедь». Результати дослідження консистенції плодово-ягідного морозива наведено на рис. 1.



**Рис. 1. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням ксантанової камеді різної концентрації**

Аналіз даних рис. 1 свідчить, що використання ксантанової камеді в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «пюре-ксантанова камедь-вода» достатня концентрація складає 0,1%. В системі «сік-ксантанова камедь» збільшення концентрації вдвічі – з 0,2% до 0,4% в'язкість зросла в середньому на 60%, максимальні розходження досягались при низьких швидкостях зсуву і склали 186-1082%.

Для зв'язування вологи, таким чином, зменшення кристалів льоду при фрезеруванні в композицію «пюре + ксантанова камедь + вода» додавали желатин. Встановлено, що додання желатину з концентрацією 0,1% значно не вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 4%, але при низьких швидкостях зсуву була більш істотно і складала до 90%.

У порівнянні з системою в якій був використаний крохмаль в якості стабілізатора консистенції рецептури з використанням ксантанової камеді дозволяють отримати більш стабільні результати на всьому діапазоні швидкостей зсуву. До реологічних властивостей еталонного морозива наблизились як варіанти систем на базі соку, так і з використанням джему.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання ксантанової камеді в якості регулятора консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при значно менших концентраціях та отримати більш стабільні реологічні характеристики морозива на всьому діапазоні швидкостей зсуву.

#### Дослідження впливу гуарової камеді на консистенцію плодово-ягідного морозива

Гуарова камедь (E412) — харчова добавка, що відноситься до групи стабілізаторів, згущувачів, емульгаторів, використовується в харчовій промисловості як згущувач, що сприяє підвищенню в'язкості. По хімічному складу гуарова камедь подібна камеді ріжкового дерева. Є полімерним з'єднанням, що містить залишки галактози. Речовина володіє достатньою жорсткістю і підвищеною еластичністю, добре розчинна у воді. Завдяки цим властивостям визнається досить ефективним емульгатором і стабілізатором. Вважається, що вона практично не всмоктується в кишечнику і сприяє зменшенню апетиту і дуже ефективно знижує рівень холестерину і насичених жирів в організмі. Основною властивістю гуарової камеді є здатність сповільнювати кристалізацію льоду в різних заморожених продуктах, завдяки чому особливо часто вона застосовується в морозиві або в виготовленні різноманітних охолоджених кондитерських виробів. Камедь швидко гідратується в холодній воді і створює в'язкий псевдопластичний розчин з низькою міцністю. Камедь гуара більш розчинна, ніж камедь ріжкового дерева, і в порівнянні з нею – кращий емульгатор. При цьому камедь гуара виявляє достатню стійкість у процесах заморожування-відтавання, уповільнює виникнення кристалів льоду, утворюючи структурований гель. У з'єднанні з камеді ксантану проявляє синергізм.

На другому етапі роботи в якості регулятора консистенції плодово-ягідного морозива використовувалась камедь гуара. Досліджувались дві системи: «пюре-ксантанова камедь-вода» та «сік-ксантанова камедь». Результати дослідження консистенції плодово-ягідного морозива наведено на рис. 2.

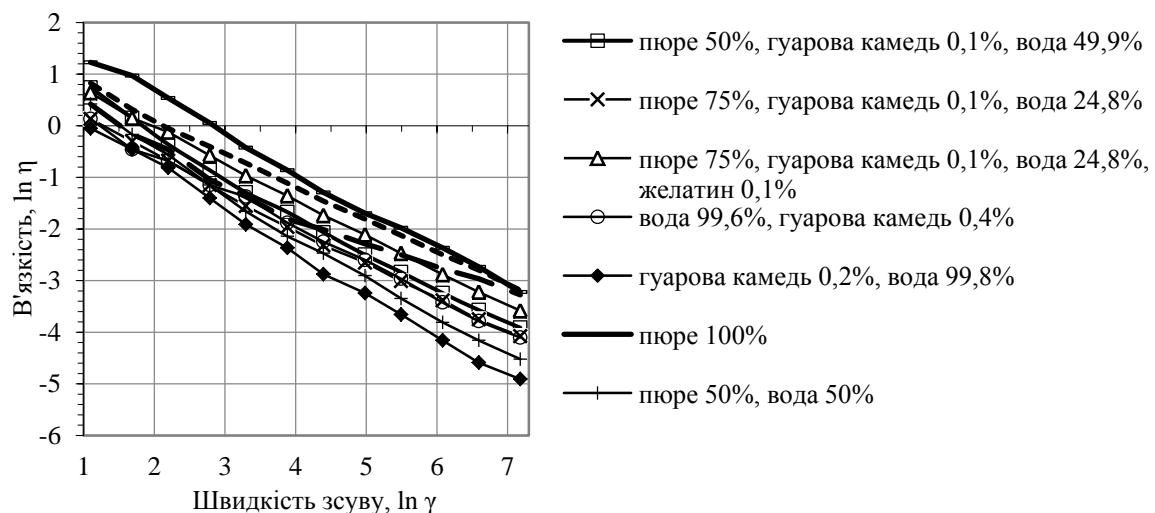


Рис. 2. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням гуарової камеді різної концентрації

Аналіз даних рис. 2 свідчить, що використання гуарової камеді в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації в декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «пюре-гуарова камедь-вода» достатня концентрація складає 0,1%.

При дослідженні ізольованої системи «гуарова-камедь-вода» підвищення концентрації камеді вдвічі – з 0,2% до 0,4% призвело до зростання в'язкості в середньому на 45%.

На відміну від ксантанової камеді додання в систему «пюре-гуарова камедь-вода» желатину концентрації 0,1% для зв'язування вологи значно вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 5%, але при низьких швидкостях зсуву була більш помітна і складала до 149-389%.

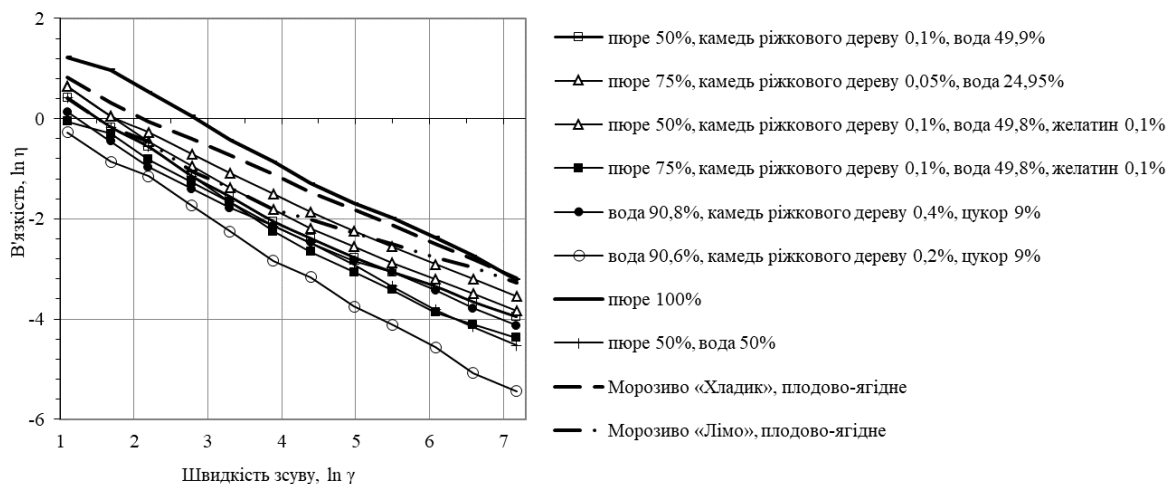
До реологічних властивостей морозива «Хладик» наблизився лише варіант з 75% пюре та 0,1% гуарової камеді, а до «Лімо» одразу декілька варіантів рецептур, але лише до середньої швидкості зсуву. При зростанні швидкості зсуву більше 51/с так же, гуарова камедь при досліджених концентраціях веде себе так само, як і крохмаль, в той час як морозиво «Лімо» показує більш стабільні реологічні характеристики при зростанні швидкості зсуву.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання гуарової камеді в якості стабілізатора консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, а системи на їх основі мають такий же недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

#### Дослідження впливу камеді ріжкового дерева на консистенцію плодово-ягідного морозива

Камедь ріжкового дерева Е410 - полімер, що складається з неіонних молекул, які представлені у вигляді 2000 залишків простих і складних моносахаридів. Камедь ріжкового дерева є менш розчинною, ніж камедь гуара, при низьких температурах. Вона не розчиняється у холодній воді, тому розчинення повинно відбуватися в гарячій воді (повне розчинення при 85 °С), але існують модифікації, розчинні у холодній воді. Є сильним синергістом, надає великий вплив на функціональні властивості інших колоїдів. Зберігає і передає смак різних ароматів в продукті. При охолодженні камедь ріжкового дерева уповільнює утворення кристалів льоду, створюючи структурований гель. Використовується як загусник при приготуванні морозива і різних заморожених десертів (у тому числі молочних), вершкових сирів, соусів, в хлібопекарській промисловості. Рекомендована норма споживання Е410 становить не більше 20 мг/кг або 0,1-1% від маси готового продукту.

Результати дослідження використання камеді ріжкового дерева в якості регулятора консистенції плодово-ягідного морозива наведено на рис. 3.



**Рис. 3. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням камеді ріжкового дерева різної концентрації**

Аналіз даних рис. 3 свідчить, що використання камеді ріжкового дерева в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації в декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «камедь ріжкового дерева-вода» достатня концентрація складає 0,1%.

При дослідженні ізольованої системи «камедь ріжкового дерева-вода» підвищення концентрації камеді вдвічі – з 0,2% до 0,4% призвело до зростання в'язкості в середньому на 5%.

На відміну від ксантанової камеді додання в систему «пюре + камедь ріжкового дерева + вода» желатину концентрації 0,1% для зв'язування вологи значно вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 5%, але при низьких швидкостях зсуву була більш помітна і складала до 149-389%.

До реологічних властивостей морозива «Лімо» наблизився варіант з 75% джему та 0,05% камеді ріжкового дерева, який дозволив отримати при низьких швидкостях зсуву в'язкість навіть вище, ніж у

морозива, але при високих швидкостях в'язкість дослідженого варіанту поступалась морозиву. Характеристикам морозива «Хладик» не відповідав не один з досліджених варіантів.

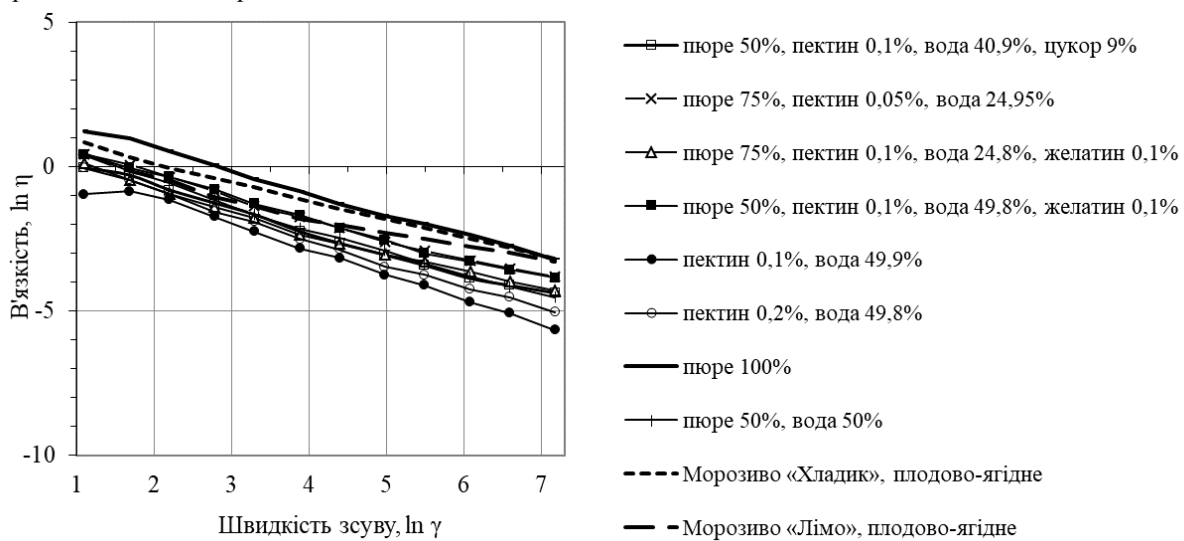
Таким чином можливо зробити висновок, що використання камеді ріжкового дерева в якості регулятора консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, має такий же недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

#### Дослідження впливу пектину дерева на консистенцію плодово-ягідного морозива

Пектини Е440 - добавки природного походження абсолютно нешкідливі, їх можна використовувати в необмежених кількостях. Пектин легко набрякає, розчиняється в холодній та гарячій воді. Водні розчини пектину мають високу в'язкість, використовуються в якості гелеутворювача, стабілізатора, згущувача, вологоутримуючого агента, освітлювача, а також речовини. Головна властивість на якій ґрунтується застосування пектинів в харчових технологіях - гелеутворююча здатність.

Гелева структура пектинів утворюється в результаті взаємодії пектинових молекул між собою і залежить від особливостей будови молекули - молекулярної маси, ступеня етерифікації, характеру розподілу карбоксильних груп. Крім того, на процес гелеутворення впливають температура, рН та вміст дегідратуючих речовин.

Результати дослідження використання пектину в якості регулятора консистенції фруктового морозива наведено на рис. 4.



**Рис. 4. В'язкість плодово-ягідного морозива з додаванням пектину різної концентрації**

Аналіз даних рис. 4 свідчить, що використання пектину в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації в декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «пек-тин -вода» достатня концентрація складає 0,1%.

При дослідженні ізольованої системи «пектин-вода» підвищення концентрації пектину вдвічі – з 0,2% до 0,4% призвело до зростання в'язкості в середньому на 21%, але при низьких швидкостях зсуву в'язкість зростала в межах 47-94%.

Додавання в систему «пюре + пектин + вода» желатину концентрації 0,1% для зв'язування вологи значно вплинуло на в'язкість системи, яка зростає в середньому на 102%, але при низьких швидкостях зсуву була більш істотною і складала до 916%. Таким чином можливо зробити висновок, що при використанні пектину в якості згущувача та введенні в систему желатину спостерігається яскраво виражений синергічний ефект.

Реологічним властивостям морозива «Лімо» відповідало два досліджених варіанти, але також як при використанні крохмалю, камеді ріжкового дерева в'язкість досліджених систем з використанням пектину була нижче, ніж у морозива при великих швидкостях зсуву. Характеристикам морозива «Хладик» не відповідав не один з досліджених варіантів.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання пектину в якості регулятора консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, має такий же недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

#### Дослідження впливу альгінату натрію на консистенцію плодово-ягідного морозива

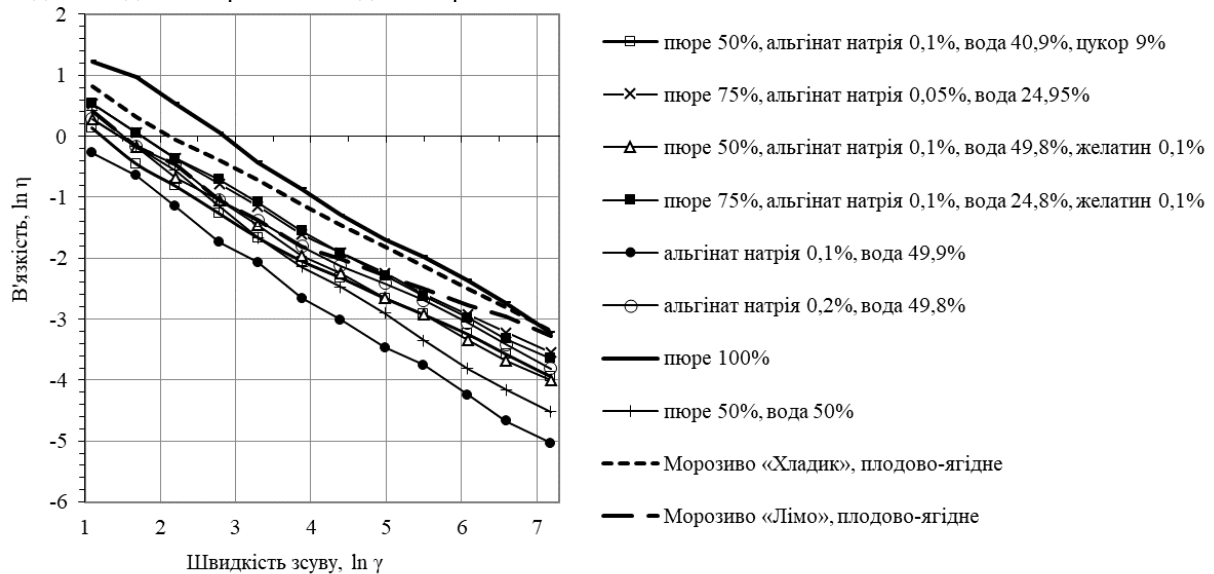
Альгінат натрію Е401 - полісахарид, який одержують з бурих водоростей, він дає прозорі безколірні драгли.

Утворення гелевої структури в розчинах альгінатів відбувається в результаті взаємодії їх молекул між собою з участю іонів бівалентного натрію. В зв'язку з цим гелеутворююча здатність і міцність гелів безпосередньо пов'язані з кількістю і довжиною зон кристалічності. З хімічної точки зору формування гелю при взаємодії альгінату з іонами натрію можна розглядати як іонообмінний процес заміни одновалентного катіона в молекулі водорозчинної солі альгінової кислоти з утворенням спіжових зон.

Застосування альгінатів в харчовій продукції засноване на взаємодії їх водорозчинних сольових форм в присутності іонів натрію, що призводить до модифікації реологічних властивостей (підвищення в'язкості або утворенню гелевою структури). За своїми технологічними функціями альгінати є згущувачами, гелеутворювачами і стабілізаторами.

Одною з головних переваг альгінатів як гелеутворювача є їх здатність утворювати термостабільні гелі, які можуть формуватися вже при кімнатній температурі.

Результати дослідження використання альгінату натрію в якості регулятора консистенції плодово-ягідного морозива наведено на рис. 5.



**Рис. 5. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням альгінату натрію різної концентрації**

Аналіз даних рис. 5 свідчить, що використання альгінату натрію в якості регулятора консистенції дозволяє отримати в'язкі системи при концентрації в декілька разів нижче, ніж при використанні крохмалю. Так в системі «альгінату натрію-вода» достатня концентрація складає 0,1%.

При дослідженні ізолюваної системи «альгінату натрію-вода» підвищення концентрації альгінату натрію – з 0,1% до 0,2% призвело до зростання в'язкості в середньому на 50%. Найбільше зростання 60-203% спостерігалось при низьких швидкостях зсуву.

Додання в систему «пюре + альгінат натрію + вода» желатину концентрації 0,1% для зв'язування вологи незначно вплинуло на в'язкість системи, яка зросла в середньому на 0,6%, але при середніх швидкостях зсуву була більш помітна і складала до 9%.

Реологічним властивостям морозива «Лімо» відповідало три досліджених варіанти, але також як при використанні крохмалю, камеді ріжкового дереву та пектину в'язкість досліджених систем з використанням пек-тину була нижче, ніж у морозива при великих швидкостях зсуву. Характеристикам морозива «Хладик» не відповідав не один з досліджених варі-антів.

Таким чином можливо зробити висновок, що використання пектину в якості стабілізатора консистенції та згущувача дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, має такий же недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву.

#### Порівняння ефективності регуляторів консистенції

Для порівняння ефективності всіх досліджених регуляторів консистенції були обрані найкращі варіанти обробки для кожної речовини. Порівняння проводилось відносно реологічних даних морозив «Лімо» та «Хладик». Данні дослідження наведені на рис. 6.

Аналіз даних рис. 6 свідчить, що реологічним властивостям морозива «Лімо», що має дещо нижчу в'язкість у порівнянні з морозивом «Хладик» відповідають більшість досліджених стабілізаторів консистенції, але тільки при низьких швидкостях зсуву. При зростанні швидкості зсуву спостерігається

значення в'язкості значно нижче, ніж у еталонного варіанта морозива. Реологічним властивостям точно відповідає варіант обробки з використанням ксантанової камеді.

Таким чином можливо зробити висновок, що при використанні ксантанової камеді в якості єдиного стабілізатора консистенції можливо досягти реологічних параметрів промислових зразків морозива.

Але слід зазначити наступне. Хоча камеді на відміну від желатину не мають присмаку їх використання у високих концентраціях приведе до зміни органолептичних властивостей морозива. У морозива, що створено з використанням камедей з'являється деяка склизкість. Тому камеді бажано використовувати у композиціях з іншими регуляторами консистенції, які можуть не утворювати цю небажану властивість. У композиції з камедями можливо використовувати пектин, альгінат натрію, нативний та модифікований крохмаль. Розробка таких композицій може стати одним з напрямків наступної роботи магістра.

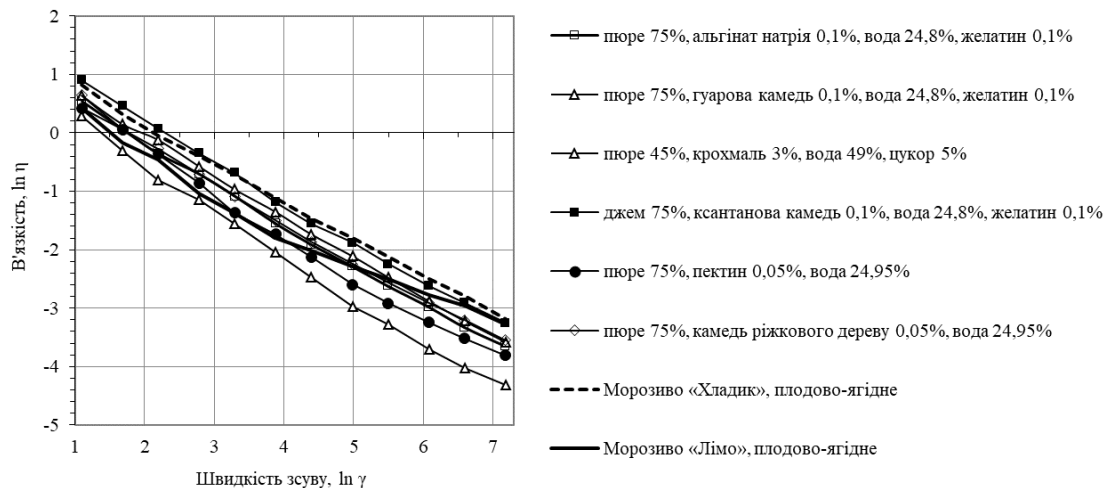


Рис. 6. В'язкість плодово-ягідного морозива з доданням пектину різної концентрації

#### Висновки

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено:

- ефективність використання камедей в якості регуляторів консистенції: ксантанової камеді, гуарової камеді, камеді ріжкового дерева - використання камедей в якості стабілізаторів консистенції дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при значно менших концентраціях та отримати більш стабільні реологічні характеристики морозива на всьому діапазоні швидкостей зсуву;

- ефективність використання пектину в якості регулятора консистенції - пектин дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням крохмалю при менших концентраціях, але більших ніж у камедей, пектин має такий недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву;

- ефективність використання альгінату натрію в якості регулятора консистенції, - альгінат натрію дозволяє отримати значення в'язкості ідентичні в'язкості систем з використанням камедей, має такий недолік – недостатню в'язкість при високих швидкостях зсуву;

- камеді при високих концентраціях впливають на органолептичні властивості морозива, тому їх бажано використовувати у композиціях з іншими регуляторами консистенції: пектином, альгінатом натрію, нативним та модифікованим крохмалем.

#### Список використаної літератури

1. Дослідження впливу структуроутворювачів, загущувачів, вологоутримуючих агентів на консистенцію плодово-ягідного морозива (Частина 1) / Кулігін М.Л. // Вісник Херсонського національного технічного університету . - 2018. - № 3(66). - С. 108-113.
2. Технология продукции общественного питания. Т.1. Физико-химические процессы, протекающие в пищевых продуктах при их кулинарной обработке [под ред. А.С. Ратушного]. – М: Мир, 2003. – 351с.
3. Деркач С.Р. Реология пищевых эмульсий / С.Р. Деркач, К.В. Зотова // Вестник МГТУ. – 2012. – Т.15, №1. – С.84-95.
4. Кузнецов О.А. Реология пищевых масс / О.А. Кузнецов, Е.В. Волошин, Р.Ф. Сагитов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 106 с.
5. Падохин В.А. Физико-механические свойства сырья и пищевых продуктов / В.А. Падохин, Н.Р. Кокина. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т, Институт химии растворов РАН, 2007. – 128 с.