

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

ОДАРЧЕНКО АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 547.458.1:664.8.037.5

**ВПЛИВ МІКРОБНОГО ПОЛІСАХАРИДУ "КСАНТАН"  
НА ЯКІСТЬ ЗАМОРОЖЕНИХ ПЛОДООВОЧЕВИХ ПАСТ  
В ПРОЦЕСІ ЇХ ЗБЕРІГАННЯ У ЗАМОРОЖЕНОМУ СТАНІ**

Спеціальність 05.18.15 – товарознавство харчових продуктів

АВТОРЕФЕРАТ  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2003

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі  
*Міністерства освіти і науки України*

**Науковий керівник:**

кандидат технічних наук, доцент  
**Дубініна Антоніна Анатоліївна,**  
Харківський державний університет харчування  
та торгівлі, завідувач кафедри товарознавства та  
експертизи товарів

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор  
**Пивоваров Павло Петрович,**  
Харківський державний університет харчування  
та торгівлі, професор кафедри технології  
харчування

кандидат технічних наук, доцент  
Жук Валентина Анатоліївна

Полтавський університет споживчої кооперації  
України, завідувач кафедри товарознавства та  
експертизи продовольчих товарів

**Провідна установа:**

Одеська національна академія харчових  
технологій Міністерства освіти і науки України,  
м. Одеса, кафедра технології консервування

Захист відбудеться 28 листопада 2003 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої  
вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та  
торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, 61051, м. Харків-51.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного  
університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, 61051,  
м. Харків-51.

Автореферат розісланий 28 жовтня 2003 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Михайлов В.М.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Одним зі шляхів рішення завдань раціонального використання ресурсів сільськогосподарської сировини України та збільшення випуску високоякісної продукції є організація промислового виробництва швидкозамороженої продукції. Перевага холодильного зберігання рослинної сировини порівняно зі зберіганням у свіжому вигляді, полягає в можливості підвищення ступеня готовності продукції до вживання та створення комбінованих багатокомпонентних харчових систем із заздалегідь заданою харчовою цінністю.

Однієї з основних причин незадоволеного попиту на заморожену продукцію з рослинної сировини в Україні є відсутність наукових основ її виробництва та зберігання. Тому реалізація науково обґрунтованих технологій виробництва овочевих і фруктових паст, розробка режимів та умов зберігання є актуальною проблемою. Збереження замороженої продукції рослинного походження в багатьох випадках може бути поліпшене введенням різних добавок, що дозволяють уникнути змін втрати смакових якостей, кольору, структурно-механічних і споживчих властивостей продукції.

В останні роки увагу дослідників привертають, як добавки, харчові камеді та полісахариди, отримані мікробіологічним шляхом, серед яких найбільш широке застосування знайшов екзополісахарид ксантан. Аналіз літературних даних свідчить про широке використання ксантану як загущувача та стабілізатора харчових систем. Проте відсутні дані про використання ксантану як стабілізатора овочевих паст під час зберігання. Розробка наукових основ зберігання овочевих паст, стабілізованих ксантаном, комбінованих з харчовими інгредієнтами і добавками дозволить істотно поліпшити споживчі, товарознавчі та технологічні властивості кінцевої продукції, раціонально використовувати сировинні ресурси і розширити асортимент продукції з рослинної сировини.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалася відповідно до бюджетної програми наукових досліджень ХДУХТ № 8-00-02Б "Вплив заморожування та зберігання на якість продуктів рослинного походження з підвищеним вмістом вологи" та № 4-03-05Б "Товарознавча характеристика заморожуваних стабілізованих плодоовочевих паст".

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є пошук і наукове обґрунтування шляхів удосконалення споживчих властивостей заморожених овочевих і яблучно-виноградної паст, стабілізованих ксантаном, і визначення впливу мікробного полісахариду ксантан на зміну якості плодоовочевих паст під час заморожування та тривалого зберігання.

У зв'язку з цим необхідно було вирішити наступні задачі:

- розробити наукові основи одержання овочевих і фруктових паст, стабілізованих ксантаном, та визначити їх товарознавчо-технологічні показники;
- встановити вплив ксантану на структурні та реологічні характеристики, фазові переходи, склування і стан води в досліджуваних пастах під час охолодження нижче 0<sup>0</sup>С;
- визначити вплив ксантану на стан біологічно активних речовин у заморожених пастах у процесі зберігання при температурі мінус 18<sup>0</sup>С та нижче температури склування;

- вивчити мікробіологічні показники паст, стабілізованих ксантаном, під час охолодження та тривалого зберігання в замороженому стані;
- встановити динаміку змін органолептичних і фізико-хімічних показників паст, модифікованих ксантаном, у процесі зберігання;
- розробити нормативну документацію на нові пасти з гарбуза, моркви, суміші винограду та яблук, модифікованих ксантаном;
- оцінити економічний і соціальний ефект практичного застосування нових продуктів;
- здійснити комплекс заходів щодо впровадження нових продуктів у практику харчових і переробних підприємств України.

*Об'єкт дослідження* – процеси, що впливають на зміну якості заморожених плодовоовочевих паст із додаванням ксантану.

*Предмет дослідження* – заморожені стабілізовані ксантаном плодовоовочеві пасти з моркви, гарбуза і суміші винограду та яблук.

*Методи дослідження:* органолептичні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні, планування експерименту і математичної обробки експериментальних даних.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Наукова концепція, яка покладена в основу роботи, полягає в тому, що запобігання змінам споживчих властивостей овочевих і фруктових паст, у тому числі текстури, повинне базуватися на встановленні чинників, що призводять до змін, і цілеспрямованому упередженому впливу на них різними прийомами.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- науково обґрунтовано технологію морквяної, гарбузової, яблучно-виноградної паст, стабілізованих екзополісахаридом ксантаном;
- визначено товарознавчо-технологічні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники стабілізованих овочевих і яблучно-виноградних паст;
- досліджено вплив ксантану на теплофізичні, структурні, фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні показники під час охолодження до температур нижче температури склування;
- встановлено закономірності зміни фізико-хімічних, органолептичних, мікробіологічних показників стабілізованих паст у процесі тривалого зберігання в замороженому стані;
- встановлено порівняльні показники якості свіжовиготовлених паст, та що зберігалися.

На наукові розробки отримано деклараційні патенти України на винаходи № 46672А “Спосіб виробництва паст на основі гарбуза і моркви” і № 60525А “Спосіб виробництва яблучно-виноградної паст”.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено технологію і рецептуру одержання яблучно-виноградної, гарбузової та морквяної паст. Розроблено й обґрунтовано спосіб заморожування паст із моркви, гарбуза і яблучно-виноградної суміші. Визначено умови і терміни зберігання паст у замороженому стані.

Розроблено і затверджено технічні умови ТУ У 15.3-01566330-123-2002 “Напівфабрикати плодоягідні та овочеві стабілізовані швидкозаморожені” на нову продукцію, а також рекомендації з її виробництва спеціалізованими цехами підприємств харчової промисловості.

*Реалізація роботи.* Розроблено рекомендації з використання стабілізованих паст підприємствами харчування. Випущено дослідно-промислові партії стабілізованих яблучно-виноградної, морквяної, гарбузової паст на Полтавському та Березівському консервних заводах, ТОВ “Планета-М” (м. Київ), ТОВ АПФ заготконтори (м. Люботин).

Економічний ефект на 1 т продукції складає 1009 грн для яблучно-виноградної пасту з ксантаном, 995,2 грн – для пасту з гарбуза, 969,8 – для пасту з моркви.

**Особистий внесок здобувача** полягає в проведенні аналітичної й експериментальної роботи в лабораторних і виробничих умовах, аналізі й узагальненні результатів досліджень і їх підготовці до опублікування, розробці нормативної документації на нові харчові продукти, особистій участі в заходах щодо впровадження у виробництво зазначених продуктів.

У наукових працях, виконаних у співавторстві, здобувачу належить планування дослідницької роботи, організація експерименту й участь у його реалізації, обробка результатів досліджень.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на міжнародній конференції “Крахмал и крахмалосодержащие источники – структура, свойства и новые технологии” (м. Москва, 2001 р.), міжнародній науково-методичній конференції “Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі (м. Харків, 2002 р.), міжнародній науково-практичній конференції “Актуальні проблеми технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв” (м. Харків, 2003 р.), наукових конференціях професорсько-викладацького складу Харківського державного університету харчування та торгівлі (м. Харків, 2001-2003 рр.)

Розроблену продукцію було представлено на обласній виставці “Наука Харківщини – 2002” (м. Харків), міжрегіональній виставці “Вільні економічні зони, території пріоритетного розвитку та техно-парки України: досягнення, проблеми, перспективи” (м. Харків, 2002 р.), виставці “Освіта, наука, виробництво Харківщини – 2003” (м. Харків), міжнародній багатогалузевій виставці-ярмарку “Регіональна співдружність” (м. Харків, 2003 р.)

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, серед них - 7 статей у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 2 деклараційних патенти України на винаходи, 3 тези доповідей на наукових конференціях.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, що включає 304 найменувань, у тому числі 83 іноземних, і додатків. Дисертацію викладено на 170 сторінках, вона містить 40 таблиці, 63 рисунків і 13 додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету та задачі досліджень, визначено наукову новизну і практичне значення результатів роботи, наведено відомості про апробацію цих результатів і їх впровадженні в практику, а також публікації автора за темою дисертації.

У першому розділі “Дія заморожування на сировину та харчову продукцію рослинного походження” проведено аналіз вітчизняної та іноземної літератури по темі дисертаційної роботи. Проаналізовано фізичні, хімічні та біохімічні процеси, що відбуваються під час заморожування та зберігання рослинних харчових продуктів, їх роль у холододовому пошкодженні рослинних продуктів. Наведено дані про зміну якості рослинних об'єктів у процесі зберігання, механізми природної пристосованості рослинних об'єктів до холоду. Розглянуто фізико-хімічні властивості камедей, як потенційно можливих стабілізаторів і захисних агентів під час заморожування рослинних продуктів. Наведено дані про властивості полісахариду “ксантан”, підтверджується цілеспрямованість його застосування, як захисного агента під час заморожування рослинних продуктів. Зроблено висновок про відсутність наукової інформації щодо використання ксантану як стабілізатора паст рослинного походження, що обґрунтовує актуальність даної розробки.

У другому розділі “Об'єкти, матеріали та методи досліджень” наведено стисло характеристику об'єктів досліджень – процесів, що впливають на зміну якості плодоовочевих паст із додаванням ксантану в ході їх виробництва і тривалого зберігання в замороженому стані.

Овочеві пасти одержували шляхом варіння, гомогенізації до однорідної консистенції й уварювання до вмісту сухих речовин у гарбузовій пасті –  $9,7 \pm 2,0\%$ , морквяній –  $11,0 \pm 2,0\%$  протягом 7х60 с. Яблучно-виноградну пасту одержували шляхом здрібнювання з наступним протиранням до однорідної консистенції яблук і винограду при співвідношенні 2:1. Вихідною сировиною для готування паст були взяті фрукти й овочі врожаю 2000 – 2002: виноград свіжий столовий (ГОСТ 25896-83) – сорт “Молдова”; яблука свіжі пізніх сортів дозрівання (ГОСТ 21122-75) – сорт “Сніжний кальвіль”; морква – ботанічний сорт “Каротель”; плоди гарбуза свіжі (ДСТ 7075-72) – ботанічний сорт “Ананасний”.

Відбір проб для дослідження проводили відповідно до ГОСТ 5904, органолептичний аналіз готової продукції проводили з побудовою профілей за усередненими даними з використанням п'ятибальної шкали. Визначення сухої речовини проводили за ГОСТ 28561-901, масової частки сахарів - за ГОСТ 8756.13-87, титруємої кислотності - за ГОСТ 8756.15-87, вмісту вітамінів - за ГОСТ 8756. В'язкість овочевих і яблучно-виноградної паст вимірювали на віскозиметрі ВПН-0,2М. Фазову гравітаційну стійкість паст вимірювали шляхом встановлення зміни маси центрифугата після центрифугування на центрифусі mLш Т-23 при  $4000 \text{ хв}^{-1}$  з перфорованими вкладишами. Заморожування та зберігання досліджуваних паст проводили в спеціально розробленому і виготовленому для цієї мети на базі ІПКіК НАН України кріостаті. Кріостат дозволяє підтримувати задане значення температури в інтервалі від 0 до мінус  $150^{\circ}\text{C}$  з точністю  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  тривалий час.

Фазовий аналіз заморожених паст проводили за допомогою рентгеноструктурного методу на дифрактометрі типу ДРОН – 3М, оснащеному кріостатом. Дослідження фазових переходів і склування в пастах у процесі зміни температури проводили за допомогою диференціального скануючого калориметра. Стан води в пастах визначали за допомогою спектрометра ядерного магнітного резонансу високої роздільної здатності - Tesla BS-567A з робочою частотою 100 мГц для протонів. Ступінь збереження каротинів у процесі зберігання в замороженому стані визначали методом спектрофотометрії на приладі “Pye Unicam SP 8000”. Мікробіологічні показники визначали з використанням стандартних методик.

Обробку отриманих результатів проводили методами математичної статистики з використанням ПЕОМ.

У третьому розділі “Вплив ксантану на структурний стан і фазові переходи в пастах під час заморожування” наведено результати дослідження впливу ксантану на структурний стан і фазові переходи в пастах під час заморожування.

У роботі досліджувалися пасти на основі моркви, гарбуза та яблучно-виноградної суміші як свіжовиготовлені, так і після заморожування, зберігання та разморожування без спеціальних стабілізуючих добавок, а також з добавками цукру і мікробного полісахариду ксантана. Загальний хімічний склад овочевих і яблучно-виноградної паст наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники стабілізованих ксантаном паст

Показник	Паста з моркви	Паста з гарбуза	Паста яблучно-виноградна
Масова частка сухих речовин у пасті, %	32,0±0,2	32,5±0,2	15,3±0,2
Масова частка вітаміну С, мг%	7,12±0,02	6,0±0,02	1,53±0,02
Кислотність, % у перерахунку на лимонну кислоту	0,28±0,02	0,27±0,02	0,3±0,02
Вміст редуруючих сахарів, %	1,31±0,06	2,80±0,06	12,52±0,06
Величина рН	5,0	4,9	4,7

Для свіжовиготовлених овочевих паст характерний смак вихідної сировини, що експертами характеризується як невиражений, неоднорідність продукту, що виявляється в його мимовільному розшаруванні на тверду і рідку фракції і, як наслідок, утворення губчатої структури. Так, частка мимовільно відокремленої рідкої фракції для гарбузової, морквяної та яблучно-виноградної паст складала відповідно 4,2; 6,2 і 8,2%. Механічний вплив призводить до збільшення частки вологи, що відокремилася. В результаті досліджень гравітаційної стабільності залежно від часу центрифугування (рис. 1) встановлено, що втрати рідкої фракції складають для морквяної пасти 29±2%, гарбузової – 25±2%, яблучно-виноградної –

$38 \pm 2\%$ . Короткострокове заморожування – відтанення збільшує втрати рідкої фракції відповідно до  $35 \pm 2$ ;  $29 \pm 1$  і  $42 \pm 2\%$ .

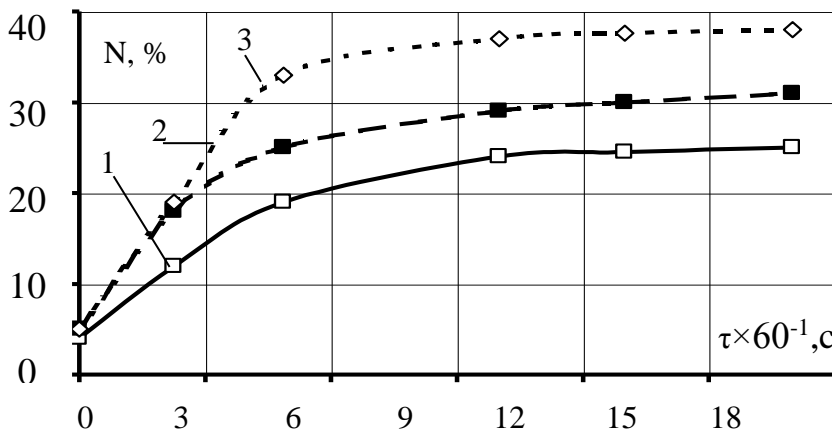


Рис.1. Залежність кількості рідкої фракції пасти, що відокремилася, від часу центрифугування за швидкості  $4000 \text{ хв}^{-1}$ : 1 - паста гарбузова; 2 - паста морквяна; 3 – паста яблучно-виноградна

Експертною оцінкою встановлено, що введення до 16% цукру і використання ароматизуючих добавок у вигляді м'яти істотно поліпшує смак вихідних овочевих паст. Але це не запобігає мимовільному розшаруванню паст, що підсилюється як під час механічного впливу, так і після заморожування-розморожування. Ця тенденція є загальною для всіх досліджуваних зразків.

Одним із шляхів поліпшення споживчих і товарознавчо-технологічних властивостей є стабілізація паст до мимовільного і примусового розшарування екзополісахаридом ксантан. З метою визначення раціональної концентрації ксантану нами вивчено гравітаційну стійкість овочевих і яблучно-виноградних паст. За даними рис. 2 видно, що кількість рідкої фракції (N), що відокремилася, залежить від концентрації ксантану (C мас %), і знижується з її збільшенням. При концентрації ксантану 0,10 мас % (для гарбузової і морквяної пасти) і 0,15 мас % (для яблучно-виноградної пасти) виділення рідкої фракції припиняється, що свідчить про високу стійкість паст до розшарування.

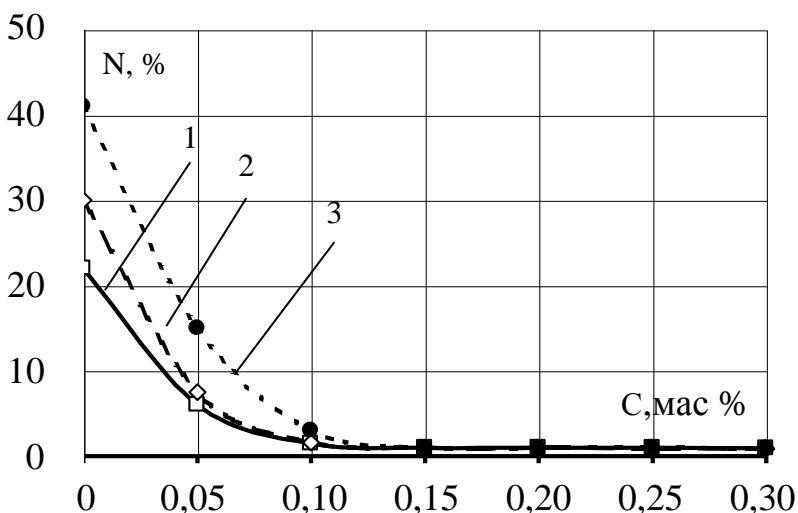


Рис.2. Залежність кількості рідкої фракції пасти, що відокремилася при центрифугуванні, від концентрації ксантану в системі:  
1 – гарбузова паста; 2 – морквяна паста; 3 – яблучно-виноградна паста ( $\tau=15 \times 60 \text{ с}$ ,  $n=4000 \text{ хв}^{-1}$ )

За масової частки вологи 84,7...90,3% ксантан може розчинятися безпосередньо в овочевих пастах. Проте для цього необхідно встановити вплив компонентів паст на розчинність ксантану. Встановлено закономірності



розчинення ксантану в рідкій фракції паст. Експериментально підтверджено, що ксантан необхідно ввести безпосередньо в протерту масу, залишити для набухання протягом не менш  $4 \times 3600$  с. і суміш гомогенізувати. Встановлено, що порівняно з розчиненням у воді, розчинені компоненти паст і внесені у рецептуру паст цукор перешкоджають розчиненню ксантану, час витримки і його концентрація залежать від виду паст і концентрації внесеного цукру. Принципову схему одержання стабілізованих паст наведено на рис. 3.

Відомо, що стабільність продукту в процесі зберігання в замороженому стані багато в чому визначається кількістю вимерзлої вологи і часткою води, що за температури зберігання залишається в невимерзлому стані. Співвідношення фаз води залежить як від глибини заморожування, так і визначається сполукою і концентрацією розчинених у ній речовин. Ці характеристики для кожного випадку є індивідуальними і вимагають вивчення кожного конкретного випадку. Введення ксантану з одного боку впливає на активність води ( $a_w$ ), а з іншого повинно впливати як на характеристики льоду, що утворився, так і співвідношення фаз.

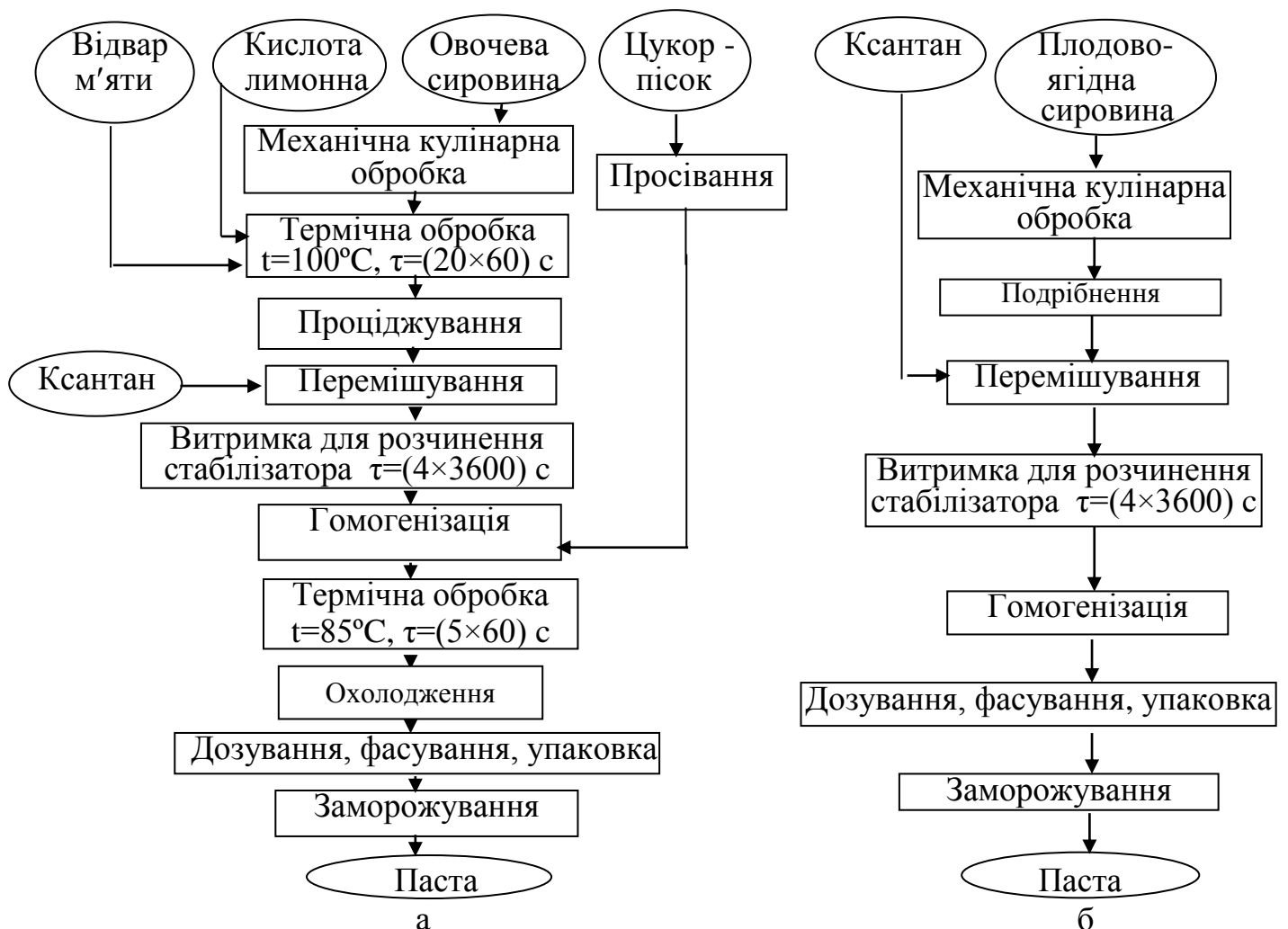


Рис. 3. Принципова схема одержання стабілізованих овочевих (а) і яблучно-виноградної (б) паст

Основні теплофізичні характеристики стабілізованих 0,15 мас% - розчином ксантану паст – температура склування ( $t_g$ ), кристалізації ( $t_k$ ) і плавлення ( $t_m$ ) визначали методом ДСК в режимі нагрівання при швидкості  $0,5^{\circ}\text{C}/\text{хв}$  з попереднім охолодженням до мінус  $150^{\circ}\text{C}$ . Як контроль використовувалися пасти такого ж

складу, але без ксантану (рис. 4). Охолоджені зразки паст із суміші яблук і винограду нагрівали в калориметрі до температури  $t_k$ -максимуму тепловиділення і знову охолоджували до мінус  $130^\circ\text{C}$ .

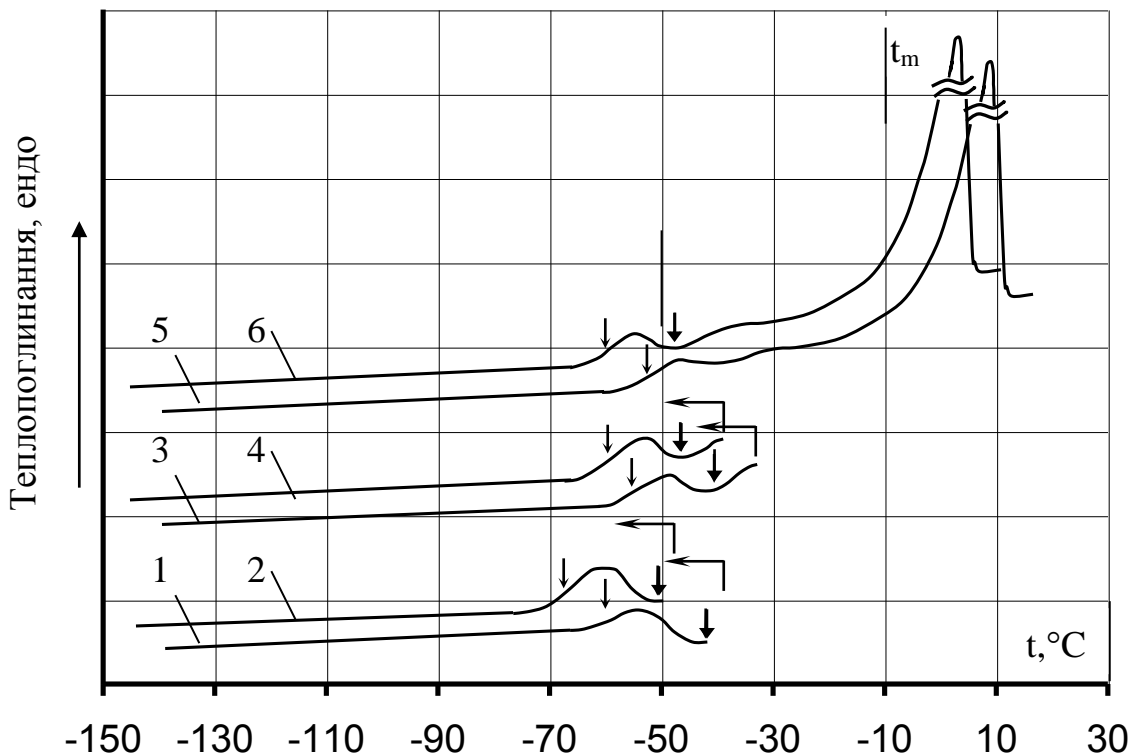


Рис. 4. Вплив термічної передісторії на ДСК-термограми яблучно-виноградної пасти: контрольної – 1, 3, 5; стабілізованої – 2, 4, 6; ↓ – температура склування ( $t_g$ ); – температура кристалізації ( $t_k$ ); температура плавлення ( $t_m$ )

Під час повторного нагрівання амплітуда максимуму тепловиділення  $t_k$  зменшилася (криві 3, 4) і  $t_k$  змістилася в бік високих температур. Потім зразки знову охолодили до мінус  $150^\circ\text{C}$  і нагріли до температури плавлення (криві 5, 6). Видно, що на термограмі ще реєструється екзотермічний пік  $t_k$  (крива 6), хоча він значно менший, ніж на термограмі після одно- і двохразового охолодження. На термограмі цієї ж пасти, але без добавки ксантану, пік  $t_k$  ледь помітний (крива 5). Таким чином, кристалізація льоду в стабілізованій ксантаном пасти навіть після трикратного охолодження цілком не була довершена. Аналіз кривих ДСК, побудованих у режимах нагрівання-заморожування-нагрівання свідчить, що введення ксантану, з одного боку, знижує температуру склування на  $2,3^\circ\text{C}$  (мінус  $66,1$  проти мінус  $63,8^\circ\text{C}$ ), температуру кристалізації на  $1,9^\circ\text{C}$  (мінус  $51,0$  проти мінус  $49,1^\circ\text{C}$ ), а температуру повного плавлення системи на  $1,5^\circ\text{C}$  (мінус  $6,0$  проти мінус  $4,5^\circ\text{C}$ ). Це значить, що в інтервалі температур від  $0^\circ\text{C}$  до наведених за будь-яких узятих дискретних температур (у тому числі і мінус  $18^\circ\text{C}$ ), введення ксантану збільшує частину невимерзлої вологи проти контролю. Результатами рівнобіжного визначення методом рентгеноструктурного аналізу підтверджено

одночасне зростання частини нестабільної аморфної фази, що повинне сприятливо позначатися на збереженні заморожених паст. Ці дані було підтверджено також методом ЯМР. Встановлено, що введення ксантану збільшує кількість води, яка не переходить у льодоподібний стан при температурі пасти нижче 0°C.

Вимерзання розчинника призводить до збільшення концентрації сухих речовин, а значить збільшує імовірність різних взаємодій, що у даному випадку будуть відбуватися на підставі закону діючих мас. Наявність невимерзлої фази буде знижувати інтенсивність небажаних необоротних реакцій за будь-якої температури, обраної в цьому інтервалі температур. Тобто введення ксантану не тільки поліпшує структурно-механічні й органолептичні показники паст, але і дозволяє, імовірно, знизити інтенсивність реакцій, що призводять до втрати, наприклад, вітамінної активності.

З іншого боку, введення ксантану істотно впливає на збільшення параметрів решітки утворених кристалів льоду (табл. 2). Густина стабілізованої пасти знижується як проти води, так і проти контрольного зразка, а молярний об'єм зростає. Це підтверджує гіпотезу про можливе зниження інтенсивності реакцій у досліджуваних пастах, що ведуть до втрати товарознавчих характеристик.

Таблиця 2

Рентгеноструктурні характеристики кристалічного гексагонального льоду в яблучно-виноградній пасті за температури мінус 150°C

Речовина	Швидкість заморожування °C/хв	Параметри решітки			Молярний об'єм V, см <sup>3</sup> /моль	Густина ρ, г/см <sup>3</sup>
		a, Е	c, Е	c/a		
Чиста паста	6	4,504	7,339	1,629	19,63	0,916
Паста зі стабілізатором	6	4,517	7,355	1,628	19,56	0,920
	25	4,502	7,342	1,631	19,41	0,927
Чистий лід	-	4,4980	7,3228	1,628	19,32	0,932

Таким чином, фізичні методи показують, що наявність ксантану збільшує кількість води, що не вимерзає у пастах, і сприяє гальмуванню небажаних змін, які ведуть до втрати товарознавчих характеристик паст.

У четвертому розділі “Товарознавча оцінка паст у процесі зберігання” наведені результати порівняльних досліджень показників якості паст, стабілізованих ксантаном, у процесі зберігання їх протягом року при мінус 18°C і мінус 70°C з використанням органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних методик. Проведені дослідження показали, що в упакованих пастах в процесі тривалого зберігання не змінюється вміст сухих речовин. У той же час протікають фізико-хімічні процеси, інтенсивність яких залежить від виду паст і глибини заморожування. У нестабілізованих ксантаном пастах динаміка змін фізико-хімічних показників більш виражена, у результаті чого тривалість їх зберігання не може перевищувати 6-ти місяців.

Результати досліджень зміни в'язкості стабілізованих паст і гравітаційної стійкості в процесі зберігання (рис. 5) свідчать, що в'язкість стабілізованих паст залишається незмінною для всього періоду досліджень і складає 1,6±0,2; 1,8±0,2 і

3,4±0,1 Па·с для яблучно-виноградної, гарбузової та морквяної паст відповідно. Одночасно зберігається гравітаційна стійкість, що для всіх паст близька до 100%. У той же час у контрольних зразках спостерігається практично монотонний ріст в'язкості в 1,3...1,4 рази за одночасного зниження гравітаційної стійкості. Ці процеси, імовірно, зв'язані з перекристалізацією вимерзлої вологи з контрольних зразків.

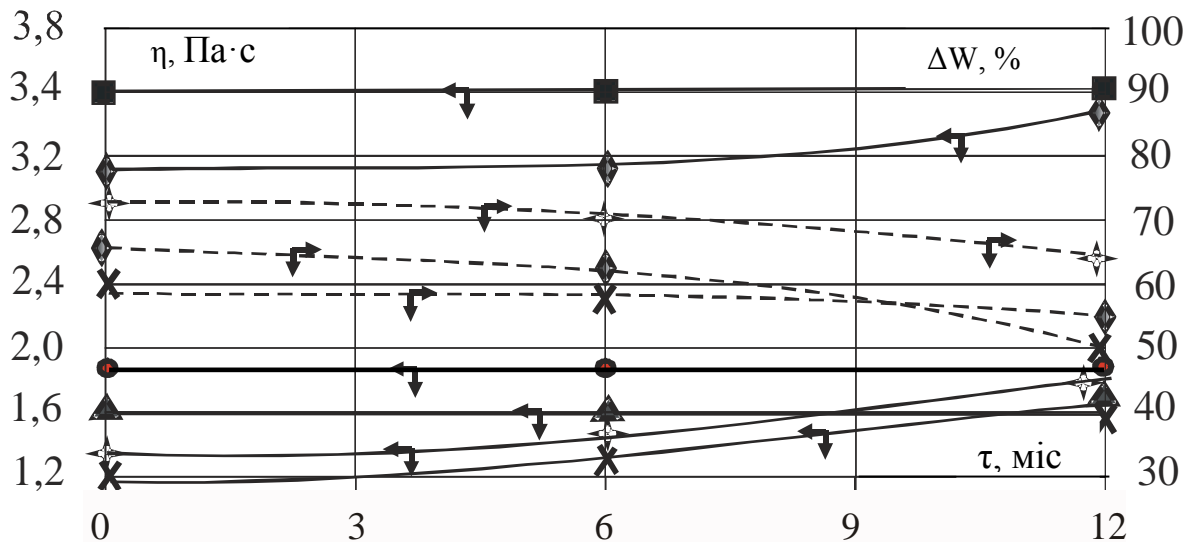


Рис.5. Зміна в'язкості ( $\eta$ ) та втрат вологи ( $\Delta W$ ) пастами в процесі зберігання:

контрольні (X яблучно-виноградна; \* гарбузова; ♦ морквяна);  
стабілізовані (▲ яблучно-виноградна; ● гарбузова; ■ морквяна)

В усіх пастах як без ксантану, так і з його добавками протягом 12 місяців зберігання в замороженому стані контролювали титруєму кислотність (ТК), вміст сахарів і вітаміну С. Для яблучно-виноградної пасті, що зберігається за мінус 18<sup>0</sup>С, ТК збільшилася за 12 місяців на 0,34%, а в пасті з ксантаном – на 0,29%. У процесі зберігання цієї ж пасті при мінус 70<sup>0</sup>С без ксантану ТК збільшилася на 0,10%, а з ксантаном на 0,08% за цей же період. Збільшення ТК у пастах ймовірно зумовлене як частковим гідролізом дубильних і пектинових речовин, так і ферментативними перетвореннями сахарів.

Кількість загального цукру в яблучно-виноградній пасті без ксантану після року зберігання зменшилася на 2,2% за мінус 18<sup>0</sup>С, і на 1,2% - за мінус 70<sup>0</sup>С, а з ксантаном – на 1,6 і 0,9% відповідно. Зменшення вмісту вітаміну С за мінус 18<sup>0</sup>С складає 0,80 мг%, а в пасті з ксантаном – 0,75 мг%, після зберігання паст за мінус 70<sup>0</sup>С втрата вітаміну С складала 0,52 і 0,40 мг%, відповідно.

Серед низки показників якості овочевих паст важливе місце займає ступінь збереження каротинів. Результати досліджень показали, що під час зберігання пасті з гарбуза при мінус 18<sup>0</sup>С вміст каротинів і їх структура зберігаються протягом 6 місяців, після чого спостерігається зниження концентрації

екстрагованих каротинів і до 12 місяців це зниження складає 20%. Після 6 місяців зберігання спостерігається зміна спектрів в короткохвильовій області поглинання як в екстрактах етиловим спиртом, так і в екстрактах толуолом, що свідчить про ізомеризацію подвійних зв'язків. Збільшення співвідношення  $E_{344}/E_{456}$  свідчить про збільшення вмісту нестійких цис- ізомерів каротинів. В екстрактах етиловим спиртом стабілізованої пасти з гарбуза, що зберігалася при мінус  $70^{\circ}\text{C}$ , концентрація каротинів не змінюється і залишається постійною до 10 місяців зберігання. Починаючи з 11 місяців спостерігається її зниження.

Аналогічні результати отримані для стабілізованої пасти з моркви. Концентрація каротинів в екстрактах етиловим спиртом морквяної пасти (за мінус  $18^{\circ}\text{C}$ ) не змінюється до 8 місяців зберігання, а потім починає знижуватися. Помітні зміни в спектрах поглинання після 8...9 місяців зберігання спостерігаються в області 300...360 нм. Вони зв'язані, імовірно, з руйнуванням каротинів з меншим ступенем сполучення і, у той же час більшим вмістом менш стійких цис- ізомерів. Зміни параметрів пасти, що зберігалася за мінус  $70^{\circ}\text{C}$ , незначні, а відносно зниження концентрації екстрагованих каротинів спостерігається лише після 12 місяців зберігання.

Досліджено зміни мікробіологічних показників паст у процесі зберігання. Заморожування паст призводить до зниження загальної кількості мікроорганізмів. Так, загальна мікробна обсемененість паст під час заморожування до мінус  $18^{\circ}\text{C}$  знижувалася в 5...8 разів, до мінус  $70^{\circ}\text{C}$  – 10...17 разів. Вміст дріжджів і цвілевих грибів у пастах, заморожених до мінус  $70^{\circ}\text{C}$ , нижчий у середньому в 1,6...2,3 рази, ніж у пастах, заморожених до мінус  $18^{\circ}\text{C}$ . В усіх досліджених зразках БГКП не виявлені в 0,1 г; також не виявлені патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели в 25 г. У процесі зберігання спостерігалася поступове зниження мікробного забруднення, але повного відмирання не відбувалося. У пастах, які зберігали за мінус  $18^{\circ}\text{C}$ , після дванадцятого місяця зберігання рівні показника МАФМ складала 30...500 КОЕ/г, вміст дріжджів і цвілевих грибів складав до 50 КОЕ/г.

Моніторинг органолептичних показників стабілізованих паст у зіставленні з контрольними показав, що в процесі зберігання за мінус  $18^{\circ}\text{C}$  після 8...10 місяців спостерігаються незначні зміни органолептичних показників, які корелюють також і зі зміною фізико-хімічних показників. У той же час органолептичні показники контрольних зразків істотно змінюються після 6 місяців зберігання.

Експериментальні профілі якісних органолептичних показників свіжовиготовленої яблучно-виноградної пасти і стабілізованої після 12 місяців зберігання за температури мінус  $18^{\circ}\text{C}$  показали, що останні характеризуються як високоякісні продукти, які не поступаються показникам свіжовиготовленим пастам (рис. 6).

Зовнішній вигляд

Консистенція

Зовнішній вигляд

Консистенція

Рис. 6. Панель якості нестабілізованої свіжовиготовленої (а) і стабілізованої після 12 місяців зберігання при температурі мінус 18°C (б) яблучно-виноградної пасти: зовнішній вигляд: (1 – губчатість поверхні; 2 – наявність блиску на поверхні; 3 – однорідність; 4 – наявність випресованої вологи; 5 – наявність підсохлих (завітряних) ділянок); консистенція (6 – однорідність; 7 – пластичність; 8 – липкість; 9 – розсипчастість; 10 – пористість); колір (11 – однорідність; 12 – інтенсивність; 13 – відповідність виду використовуваної сировини); запах (14 – виразність; 15 – чистота; 16 – натуральність; 17 – відповідність виду використовуваної сировини; 18 – швидкість вивільнення аромату); смак (19 – виразність; 20 – чистота; 21 – натуральність; 22 – відповідність використовуваній сировині; 23 – збалансованість; 24 – швидкість вивільнення; 25 – сторонній присмак)

У п'ятому розділі “Практичне впровадження результатів досліджень” представлені дані про практичну реалізацію результатів роботи, а також дано оцінку економічного і соціального ефекту від впровадження. Розраховано економічний ефект від використання добавки ксантану у фруктових-овочевих пасти й умов їх зберігання, який у розрахунку на 1 т складає 1009 грн для яблучно-виноградної пасти з ксантаном, 995,2 грн – для пасти з гарбуза, 969,8 грн – для пасти з моркви.

## ВИСНОВКИ

1. На основі комплексного системного аналізу наукової літератури та експериментальних досліджень доведено доцільність використання екзополісахариду ксантана в концентраціях 0,10÷0,15 мас % для стабілізації яблучно-виноградної, морквяної та гарбузової паст.

2. Доведено, що введення ксантану в пюре із овочів та фруктів покращує консистенцію, запобігає самочинному та примусовому розшаруванню пюре на тверду та рідку фракції як у свіжовиготовленому вигляді, так і тих, що зберігалися в замороженому стані.

3. Доведено, що введення ксантану до складу паст суттєво змінює їх властивості в процесі заморожування в інтервалі температур від 0°C до мінус 70°C,

збільшуючи частку аморфної фази та кількість невимороженої рідини. Встановлено, що в співвідношенні з пастами нестабілізованими для стабілізованої ксантаном яблучно-виноградної пасти різниця температур склування, кристалізації та плавлення складає, відповідно, 2,3, 1,9 та 1,5°C. Це є важливою передумовою стабілізації товарознавчих, фізико-хімічних та структурно-механічних властивостей паст, що зберігаються.

4. Експериментально доведено, що введення ксантану до складу паст як стабілізатора суттєво впливає на параметри решітки в інтервалі температур від 0°C до мінус 70°C, збільшуючи молярний об'єм та зменшуючи густину гексагонального льоду в стабілізованих пастах, що є суттєвою передумовою збільшення терміну зберігання паст.

5. Встановлено закономірності зміни основних товарознавчих, фізико-хімічних, органолептичних та мікробіологічних показників яблучно-виноградної, морквяної та гарбузової паст протягом 12 місяців зберігання за температури мінус 18°C та близької до температури склування. Доведено принципову можливість збільшення терміну зберігання стабілізованих паст порівняно з нестабілізованими.

6. Доведено стабілізуючу роль ксантану по відношенню до каротиноїдів у пастах із моркви та гарбуза в процесі заморожування та тривалого терміну зберігання за температур мінус 18°C та мінус 70°C. Підтверджено, що кількість незмінних екстрагованих каротиноїдів із морквяної та гарбузової паст залежить від терміну зберігання та глибини заморожування.

7. Розроблено та затверджено технічні умови ТУ У 15.3-01566330-123-2002 “Напівфабрикати плодоягідні та овочеві стабілізовані швидкозаморожені” та технологічну інструкцію до них.

8. Проведено комплекс організаційних заходів щодо впровадження розроблених стабілізованих паст у виробництво. Доведено економічну ефективність виробництва розробленої продукції, розраховано собівартість, економічний ефект на 1 т продукції, який складає 1009 грн для яблучно-виноградної, 995,2 грн для гарбузової та 969,8 грн для морквяної паст.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Одарченко А.Н. О стабилизации овощных пюре полисахаридами // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: Зб. наук. пр.- Харків, ХДАТОХ, 2001.- Ч.1.- С. 331-335.

Здобувач брав участь у підготовці об'єктів дослідження, проведенні експерименту та обробці одержаних результатів.

2. Одарченко А.М. Фазовий склад, структура та властивості фаз заморожених яблучно-виноградних харчових паст. Вплив стабілізатора та криогенно-вакуумного сушіння // Вестник Херсонского государственного технического университета.– 2002. - Вып. № 16. - С. 212-216.

3. Одарченко А.М. Харчові пасти з гарбузів і моркви // Харчова і переробна промисловість.- 2002. - № 9. - С. 19-20.

4. Одарченко А.М. Стан води в пастах з яблук і винограду при температурах, нижчих 0°C // Харчова і переробна промисловість.- 2002.- № 6.- С. 23.

5. Одарченко Д.М., Одарченко А.М. Стан води в пастах на основі гарбузів і моркви при температурі нижче 0°C методом ядерного магнітного резонансу // Харчова і переробна промисловість. – 2002.- № 2.- С. 22-23.

Здобувачем проведено дослідження методом ЯМР та побудовано графіки впливу ксантану на стан води в пастах.

6. Дубініна А.А., Одарченко А.М. Вплив ксантану на зберігання пасти, виготовленої на основі моркви та гарбуза // Обладнання та технології харчових виробництв: Тематичний зб. наук. пр.- Донецьк: ДонДУЕТ, 2002.- Вип. 7.- С. 329-337.

Здобувачем проаналізовано перспективи використання екзополісахариду ксантану в складі плодоовочевих та фруктових паст, прийнято участь у підготовці об'єктів та проведенні дослідження.

7. Дубініна А.А., Одарченко А.М., Одарченко Д.М., Зінченко О.В. Фазові переходи і склування досліджено в овочевих і фруктових пастах методом диференціальної скануючої калориметрії // Харчова і переробна промисловість. - 2003. - № 2. – С. 16-17.

Здобувач приймав участь в проведенні експерименту та обробці одержаних результатів.

8. Деклараційний патент 46672 А Україна, МКИ А 23L1/212. Спосіб виробництва паст на основі гарбуза та моркви /А.М. Одарченко (Україна).-№ 2002010278; Заявл. 10.01.2002; Опубл. 15.05.2002, Бюл. №5.- 3 с.

9. Деклараційний патент 60525 А Україна, МКИ А23L1/06. Спосіб виробництва яблучно-виноградної пасти /А.М. Одарченко, Д.М. Одарченко (Україна).-№ 2002119096; Заявл. 15.11.2002; Опубл. 15.10.2003, Бюл, № 10.- 3 с.

10. Одарченко А.Н., Дубініна А.А., Зінченко А.В. Влияние ксантана на содержание каротинов в яблочно-виноградной пасте при длительном низкотемпературном хранении // Праці міжнар. наук.-практ. конф. “Актуальні проблеми технології та механізації процесів переробних та харчових виробництв”: Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип. № 16. – С. 213-217.

Здобувач приймав участь в постановці експерименту та обробці одержаних результатів.

11. Одарченко А.Н. Влияние микробного полисахарида ксантана на структурно-механические свойства овощных паст в процессе длительного хранения при низких температурах // Тезиси междунар. конф. “Крахмал и крахмалсодержащие источники – структура, свойства и новые технологии”. – М.: Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля. –2001. – С. 44-46.

12. Дубініна А.А., Одарченко А.М. Дослідження впливу ксантану на зберігання паст з винограду та яблук // Тези міжнар. наук.-метод. конф. “Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі.- Харків: ХДАТОХ.- 2002.- С. 253-256.



Здобувачем досліджено вплив ксантану на зберігання паст з винограду та яблук, зроблено обробку результатів досліджень та висновки щодо доцільності використання ксантану під час тривалого зберігання плодоовочевих паст.

### АНОТАЦІЯ

Одарченко А.М. Вплив мікробного полісахариду “ксантан” на якість заморожених плодоовочевих паст в процесі їх зберігання у замороженому стані. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.15 – товаровознавство харчових продуктів. - Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2003.

Дисертація присвячена розробці наукового підходу до способу зберігання товаровознавчих характеристик плодоовочевих паст. Розроблено технологію одержання паст з добавками ксантану як драглеутворюючого агента. У пастах з ксантаном і без нього проведено дослідження параметрів кристалічної решітки льоду методом рентгеноструктурного аналізу, досліджені процеси склування методом диференційної скануючої калориметрії (ДСК), і стан води – методом ядерного магнітного резонансу (ЯМР). Уся сукупність одержаних фізичними методами результатів дала можливість пояснити механізм захисної дії ксантану та обрати температури зберігання паст – мінус 18°C та мінус 70°C. Органолептичні характеристики продукту після зберігання за такого режиму протягом 12 місяців зберігаються на рівні вихідного продукту.

Запропоновано новий спосіб зберігання плодоовочевих паст із застосуванням ксантану як стабілізуючого агента. Представлені відомості про шляхи практичної реалізації результатів роботи, а також дана оцінка економічного ефекту від їх впровадження на підприємствах харчової та переробної промисловості.

*Ключові слова:* плодоовочеві пасти, заморожування, ксантан, тривале зберігання, рентгеноструктурний аналіз.

### АННОТАЦИЯ

Одарченко А.Н. Влияние микробного полисахарида “ксантан” на качество замороженных плодоовощных паст в процессе их хранения в замороженном состоянии. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.15 – товароведение пищевых продуктов. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2003.

Диссертация посвящена разработке научного подхода к способу сохранения товароведных характеристик плодоовощных паст, хранящихся в замороженном состоянии. Анализ литературы показал, что перспективными для этой цели могли бы явиться гелеобразующие добавки типа камедей растительного и микробного

происхождения, поскольку они способны восстанавливать гелеобразное состояние после замораживания и отогрева.

Разработана технология получения паст из моркови, тыквы и яблочно-виноградной смеси с добавками ксантана как гелеобразующего агента. Экспериментально показано, что введение ксантана позволяет улучшить товароведные характеристики свежеприготовленных паст: улучшается внешний вид, вкус, консистенция становится более однородной, не наблюдается расслоения. На основании вискозиметрических и седиментационных исследований выбраны рациональные концентрации ксантана, составляющие 0,10 мас % для морковной и тыквенной паст и 0,15 мас % - для яблочно-виноградной.

Изучение механизмов модифицирующего действия ксантана на пасты проводили при помощи современных физических методов: рентгеноструктурного анализа, дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК), ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

Согласно результатам рентгеноструктурных исследований параметры решетки льда в пастах без ксантана больше, чем в чистом льду, а введение ксантана ведет к уменьшению параметров решетки гексагонального плотноупакованного льда. Во всех замороженных пастах, наряду с кристаллической фазой, присутствует аморфная фаза. Методом ДСК установлены значения температуры стеклования аморфной фазы в морковной, тыквенной и яблочно-виноградной пастах. Методом ЯМР показано, что в присутствии ксантана увеличивается количество невымерзающей воды в пастах при температурах ниже 0°C. Вся совокупность полученных при помощи физических методов данных показывает, что в основе защитного действия ксантана лежит разбавление химически активных веществ, способных вступать в реакцию в незамороженных жидких фазах. Отсюда следует, что предпочтительным режимом хранения является хранение при температурах ниже температуры стеклования. Исходя из полученных данных, были выбраны температурные режимы хранения паст – минус 18 и минус 70°C.

Исследуемые пасты хранили при этих температурах в течение 12 месяцев, контролируя в них содержание каротинов, титруемую кислотность, содержание витамина С, сахаров, сухих веществ, а также органолептические и микробиологические показатели. Было установлено, что органолептические характеристики остаются на уровне исходного образца в условиях хранения при минус 70°C и несколько изменяются при минус 18°C в течение 12 месяцев. Контроль содержания и структурных форм каротинов проводили спектрофотометрическим методом. В процессе хранения замороженных паст увеличивается содержание цис- форм каротинов и уменьшается содержание каротинов в экстрактах из морковной и тыквенной паст. Хранение паст при минус 70°C дает более стабильные результаты по данным параметрам.

Показано, что во всех пастах с добавкой ксантана титруемая кислотность в процессе хранения паст без добавки увеличивается в меньшей степени. Для яблочно-виноградной пасты, хранящейся при минус 18°C без ксантана, титруемая кислотность увеличивается за 12 месяцев на 0,34%, а в пасте с ксантаном – на 0,29%. В процессе хранения этих же паст при минус 70°C титруемая кислотность

увеличивается на 0,10% без ксантана и на 0,08% с ксантаном за этот же период. Количество общего сахара в яблочно-виноградной пасте без ксантана после года хранения при минус 18°C уменьшилось на 2,2%, а в пастах с ксантаном – на 1,6%, после хранения при минус 70°C этот показатель уменьшился на 1,1 и 0,9% соответственно для паст без ксантана и с ксантаном. Уменьшение содержания витамина С в яблочно-виноградной пасте без ксантана после 12 месяцев хранения при минус 18°C составляет 0,80 мг%, а в пасте с ксантаном – 0,75 мг%, после хранения паст при минус 70°C потеря витамина С составляла 0,52 и 0,40 мг% соответственно для паст без ксантана и с ксантаном. По данным исследования яблочно-виноградной пасты можно сделать вывод, что массовая доля сухих веществ не изменяется.

В свежеприготовленных пастах, как и пастах после однократного замораживания и хранения при указанных выше режимах, содержание микроорганизмов всех групп, подлежащих контролю, не превышало допустимых уровней.

Таким образом, вся совокупность полученных результатов показывает, что введение ксантана способствует лучшему сохранению физико-химических, органолептических и микробиологических показателей паст, определяющих их товароведные характеристики в процессе хранения в замороженном состоянии как при минус 18°C, так и при минус 70°C. При этом режим хранения ниже температуры стеклования жидкой фазы (минус 70°C) является более предпочтительным.

Представлены сведения о мерах практической реализации результатов работы, а также дана оценка экономического и социального эффекта от внедрения результатов работы на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности.

*Ключевые слова:* плодовоовощные пасты, замораживание, ксантан, длительное хранение, рентгеноструктурный анализ.

## ANNOTATION

Odarchenko A.M. Influence of the microbial polysaccharide xantan on the quality of frozen fruit-vegetable pastes during their storage". – Manuscript.

Thesis for competition of candidate of technical sciences degree by speciality 05.18.15. - Food products merchandising. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2003.

The thesis is devoted to the elaboration of scientific approach to the maintenance of merchandising characteristics of fruit-vegetable pastes. The technology of receiving pastes with the addition of xantan as a gelling agent is elaborated. In pastes both with or without xantan, parameters of crystalline grating of ice by rontgenostructural analysis as well as the processes of glassing by the diffusion-scanning calorimetry (DSC) method and state of water by the nuclear-magnetic resonance (NMR) are investigated. All the results received by physical methods allowed to explain mechanism of xantan's

protective activity and choose temperatures for the pastes storage from  $-18^{\circ}\text{C}$  to  $-70^{\circ}\text{C}$ . Product's organoleptic characteristics after being stored in such conditions for 12 months are kept at the level of output. Xantan additives improve maintenance of merchandising characteristics of pastes.

A new way of fruit-vegetable pastes storage with the use of xantan as stabilizing agent is proposed. Information concerning practical realization of investigation is presented as well as economic effect of their inculcation at catering and food-processing enterprises is evaluated.

*Key words:* fruit-vegetable pastes, freezing, xantan, long-term storage, rontgenostructural analysis.

Підп. до друку 27.10.2003р. Формат 60x84 1/16. Папір офс. Друк офс.  
Обл.-вид. арк. 1,0. Умов.-друк. арк. 1,1. Умов. фарб.-відб. 1,0. Тираж 100 прим. Зам370  
№

---

ДОД ХДУХТ, вул. Клочківська, 333, 61051, Харків-51.