

Згурський А.В., асп.;

Поліщук Г.Є., канд. техн. наук, доц.

Крапивницька І.О., канд. техн. наук, доц.

*Національний університет харчових технологій*

## **ПЕРЕРОЗПОДІЛ ПЕКТИНОВИХ РЕЧОВИН В ОВОЧЕВІЙ СИРОВИНІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ МОРОЗИВА**

### **REDISTRIBUTION OF PECTIN IN THE RAW MATERIALS IN THE MANUFACTURE OF ICE CREAM**

*В статті наведено результати досліджень щодо загального вмісту пектинових речовин у сировині з гарбуза та впливу механічного й теплового оброблення на деструкцію протопектину. Встановлено ступінь та характер подібної деструкції для різних видів сировини з гарбуза. Доведено можливість одержання морозива молочно-овочевого та овочевого з нормативними показниками без додаткового внесення стабілізаторів.*

*Ключові слова: гарбуз, порошок з гарбуза, пектинові речовини, деструкція, стабілізація.*

*В статье представлены результаты исследований общего содержания пектиновых веществ в сырье из тыквы и влияния механической и тепловой обработки на деструкцию протопектина. Установлена степень и характер данной деструкции для разных видов сырья из тыквы. Доказана возможность получения мороженого молочного и овощного с нормативными показателями без дополнительного внесения стабилизаторов.*

*Ключевые слова: тыква, порошок из тыквы, пектиновые вещества, деструкция, стабилизация*

This article is dedicated to results of studying of total pectin's amount in raw pumpkin as well as the influence of mechanical and thermal processing on the destruction of protopectin. The rate and character of this destruction applied for different types of pumpkin's material have been established. Evidences have

been found that the production of milk-vegetable or vegetable ice-cream with standard quality is possible although a stabilizer has not been used.

Key words: pumpkin, pumpkin powder, pectin's substances, destruction, stabilization.

### **Сучасний стан питання**

В останні роки особливою популярністю серед споживачів користується група структурованих десертних продуктів на молочній основі (морозиво, муси, креми, самбуки та ін.). Подібні харчові системи потребують обов'язкового вмісту стабілізаторів та стабілізаційних систем: крохмалів, камедей, пектинів, білків, сульфатованих полісахаридів й ін. та їх композиційних сумішей. Це зумовлює, з одного боку, підвищення собівартості готового продукту, оскільки більшість з подібних харчових добавок не виробляють вітчизняні підприємства, а з іншого, такі сполуки та їх суміші, здебільшого, не впливають на формування харчової та біологічної цінності готової продукції.

Стабілізуючого ефекту у харчових системах можна досягти також шляхом розроблення технологій комбінованих молочних продуктів із застосуванням рослинної сировини, яка містить функціонально-технологічні компоненти, зокрема полісахариди. Це дозволить, по-перше, розширити асортимент структурованої продукції на основі виключно природних інгредієнтів, а по-друге, задовольнити потребу організму в мікро- та макронутрієнтах [1].

Враховуючи вищезазначене та спираючись на раніше проведені дослідження [2], автори вважають, що перспективним напрямом у технології морозива є використання у якості стабілізаційного та збагачувального компоненту сировини з гарбуза. Для досліджень було обрано гарбуз сорту Мускатний, який відрізняється високим вмістом каротиноїдів, пектинових речовин та має стабільну, високу урожайність географічних регіонах України [3]. Гарбуз свіжий вказаного сорту містить 8...14 % сухих речовин залежно від пори року та способу зберігання, що відповідає вимогам ДСТУ 3190-95 «Гарбузи продовольчі свіжі. Технічні умови». Враховуючи, що гарбуз є сезонною сировиною з високим вмістом води та зберігання якого у свіжому вигляді протягом тривалого часу потребує додаткових площ та енерговитрат, окрім гарбуза свіжого авторами було

також запропоновано як альтернативний вид овочевої сировини порошок з гарбуза, отриманий за допомогою конвективно-вакуумного сушіння, масова частка вологи якого становить 6...8 % відповідно до ТУ У 15.3-05417118.024-2002.

Авторами попередньо було досліджено кількість вільної та зв'язаної води в системах «вода-гарбуз» та «молочна суміш-гарбуз» й вплив режимів теплового та механічного оброблення на перерозподіл води за формами зв'язку у вказаних системах для підтвердження можливості використання гарбуза як структуроутворюючого компонента у виробництві морозива порівняно з традиційними стабілізаційними системами [2].

**Метою** науково-дослідної роботи є дослідження впливу теплового та механічного оброблення на перерозподіл за масовою часткою між протопектином (ПП) та розчинним пектином (РП), а також на загальний вміст пектину та ступінь його етерифікації для обґрунтування раціональних технологічних режимів оброблення овочевих та молочно-овочевих сумішей. Проведені дослідження дозволять удосконалити технологію та розширити асортиментний ряд молочно-овочевого та овочевого морозива.

**Завдання досліджень:** визначити кількість протопектину та розчинного пектину у сировині з гарбуза; дослідити вплив теплового та механічного оброблення на перерозподіл вмісту протопектину і розчинного пектину та на ступінь його етерифікації у межах загальноприйнятих у виробництві морозива режимів.

**Методи досліджень.** Вивчення ступеню переходу ПП в РП та ступінь етерифікації пектину проводили згідно з методикою викладеною в [4].

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

В процесі перероблення рослинну сировину піддають механічному та тепловому обробленню, при цьому, залежно від режимів попереднього оброблення, температуру задають на рівні від 70...85 °С до 96 °С тривалістю від декількох секунд до 15 хв [5]. Спосіб оброблення рослинної сировини обирають залежно від фізичного стану сировини (свіжа або висушена), її виду (плоди, овочі, листя та ін.) та виду кінцевого цільового продукту (джеми, морозиво, муси ,

тощо). З літературних джерел відомо, що структура плодоовочевої маси пов'язана з анатомічними особливостями рослинної тканини та зі складом стінок клітин [6]. У зв'язку з цим технологічні властивості пектиновмісних продуктів залежать від розчинності пектинових речовин та їх загального вмісту. Чим вища розчинність останніх, тим більша в'язкість водних розчинів та, здебільшого, здатність до структуроутворення. Тому вивчення умов переходу ПР в його розчинну форму має важливе технологічне значення.

При тепловому обробленні рослинної сировини структура гелів пектинових речовин руйнується, причому ступінь руйнування залежить від розчинності продуктів деструкції. Ті з них, які містять вільні і неіонізовані залишки галактуронової кислоти є нерозчинними, а продукти деструкції з метоксильованими та іонізованими залишками галактуронової кислоти розчинні. Деструкція пектинових речовин і геміцелюлоз при тепловому обробленні овочів призводить до порушення всього каркасу гелю матрикса стінок клітковини. Процес гідролізу протопектину залежить не тільки від його природи, температури, часу оброблення, а й від рН середовища. Так, науковцями Одеської національної академії харчових технологій [6] було встановлено, що ступінь переходу ПП у РП найбільший при рН середовища 3 та 6, хоча також відомо, що найбільший перехід протопектину у пектин відбувається при значеннях рН 1,5...2,1. В рослинній тканині плодово-ягідної сировини цей показник може становити 2,8-3,2 за рахунок власних кислот, але в овочевій сировині, де рН становить 5,8-6,5 протопектин активно не переходить у розчинну форму [5].

Враховуючи вищевикладене, очевидно є необхідність детального вивчення ступеню переходу ПР в розчинну його форму в технології морозива овочевого та молочно-овочевого із застосуванням сировини з гарбуза. Це надасть можливість пояснити з наукової точки зору попередньо встановлений авторами ефект суттєвого підвищення стабілізуючого ефекту після теплового та механічного оброблення овочевих та молочно-овочевих сумішей у межах класичних технологічних режимів, прийнятих в технології морозива.

**Організація проведення досліджень.** Режими гідротермічного оброблення обрано з врахуванням загальноприйнятих технологічних режимів при

виробництві морозива [7]. Так, для періодичного та безперервного способів теплового оброблення сумішей морозива прийнято 2 режими: 70 °С протягом 30 хв; 85 °С протягом 5 хв.

Найбільш раціональним режимом теплового оброблення з точки зору фізичного впливу на овочеву сировину є температура 85 °С протягом 5 хв, оскільки відомо, що процес бланшування при температурі більше 80 °С призводить до інактивації ферментів і перешкоджає ферментативному потемнінню. При підвищенні ж температури понад 90 °С проходить термічна деструкція пектинових речовин, знижується інтенсивність переходу розчиненого пектину з клітин в розчин, знижуються дифузійні властивості рослинної тканини. Результатом цього є зменшення молекулярної маси пектину, зміна ступеню його етерифікації, який в свою чергу впливає на його фізико-хімічні показники [8]. Саме тому підвищення температури теплового оброблення понад 90 °С або її зниження нижче 80 °С недоцільне.

У технологіях пектину та пектиновмісних продуктів подрібнення сировини після бланшування дозволяє збільшити швидкість переходу протопектину у пектин і підвищити ступінь вилучення пектину за рахунок інтенсифікації процесу екстрагування та впливу температури. Тому у даній науковій роботі автори також приділили увагу вивченню впливу різного ступеню механічного оброблення сировини з гарбуза сумісно з тепловим на ступінь декструкції протопектину.

Так, свіжу м'якоть гарбуза подрібнювали спочатку до крупнодисперсного стану за допомогою лабораторного подрібнювача до розмірів часточок, що не перевищують 3 мм, а потім до дрібнодисперсного стану за допомогою гомогенізатора клапанного типу марки «APV» (Великобританія) до розмірів часточок не більше за 100 мкм. Гомогенізацію проводили двоступенево при заданому тиску: на першому ступені - 12,5 МПа, на другому – 2,5 МПа. Обраний режим гомогенізації є загальноприйнятим як для технологій овочевих соків з м'якоттю, так і для сумішей морозива [7, 9].

З врахуванням вищевказаного, для проведення досліджень було обрано наступні об'єкти, номери зразків яких відображено нижче та в таблиці:

– Свіжа м'якоть гарбуза .

1. М'якоть гарбуза після крупнодисперсного подрібнення ;
2. М'якоть після крупнодисперсного подрібнення та теплового оброблення за температури 70 °С протягом 30 хв;
3. М'якоть після крупнодисперсного подрібнення, теплового оброблення за температури 70 °С протягом 30 хв та гомогенізації;
4. М'якоть після теплового оброблення за температури 85 °С протягом 5 хв;
5. М'якоть після теплового оброблення за температури 85 °С протягом 5 хв та гомогенізації.

**– Порошок з гарбуза:**

6. Порошок з гарбуза, відновлений за температури 40 °С протягом 30 хв;
7. Відновлений порошок з гарбуза після теплового оброблення за температури 70 °С протягом 30 хв;
8. Відновлений порошок з гарбуза після теплового оброблення за температури 70 °С протягом 30 хв та гомогенізації;
9. Відновлений порошок з гарбуза після теплового оброблення за температури 85 °С протягом 5 хв;
10. Відновлений порошок з гарбуза після теплового оброблення за температури 85 °С протягом 5 хв та гомогенізації.

Вміст пектинових речовин у вказаних зразках, ступінь етерифікації пектину, вміст зв'язаної води, попередньо визначеної методом диференційно скануючої калориметрії, та їх активну кислотність наведено у табл.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники сировини з гарбуза за різних режимів теплового та механічного оброблення

Но- мер зраз- ка	Кислотність, рН	Вміст пектину, % на 100 г сухих речовин			Ступінь етерифікації, %	Вміст зв'язаної води, г / г сухих речовин
		Загальний вміст пектинових речовин	РП	ПП		
1	6,50±0,18	12,91±0,32	4,59±0,12	8,32±0,21	59,0±1,50	1,012±0,020
2	6,30±0,15	12,90±0,33	4,57±0,11	8,23±0,20	57,7±1,48	1,003±0,021
3	6,30±0,12	12,89±0,34	4,61±0,10	8,28±0,21	56,8±1,41	1,051±0,019
4	6,25±0,13	12,00±0,32	5,0±0,12	7,0±0,20	53,2±1,40	1,216±0,018
5	6,25±0,16	11,80±0,30	5,2±0,14	6,6±0,19	53,0±1,45	1,225±0,019
6	6,25±0,11	9,86±0,32	5,55±0,12	4,31±0,11	43,6±1,39	0,999±0,018
7	6,20±0,13	9,86±0,32	5,53±0,13	4,33±0,12	43,6±1,35	0,989±0,020
8	6,20±0,12	9,86±0,34	5,57±0,15	4,29±0,10	43,6±1,37	1,051±0,015
9	6,15±0,11	9,45±0,32	5,60±0,12	3,85±0,10	43,0±1,32	1,143±0,012
10	6,15±0,12	9,35±0,32	5,65±0,13	3,7±0,09	43,0±1,35	1,197±0,015

За одержаними результатами досліджень загальний вміст пектинових речовин для кожного виду рослинної сировини зменшується не суттєво. Так, для свіжої м'якоті гарбуза це значення знижується на 1,11 %, а для порошку з гарбуза – на 0,51 %, при цьому кількість пектину збільшується на 0,61 та 0,1 % відповідно. Це свідчить про результат попереднього термічного впливу на полісахариди м'якоті гарбуза при сушінні: деструкцію макромолекул пектину на розгалужених ділянках – відщеплення ланцюгів нейтральних полісахаридів арабанів та галактанів й переходу залишків молекулярного ланцюга гомогалактуронана у розчин [10].

Згідно з даними таблиці було розраховано вміст РП у відсотках від загального вмісту пектинових речовин у кожному досліджуваному зразку та побудовано діаграму, наведену на рис. 1.

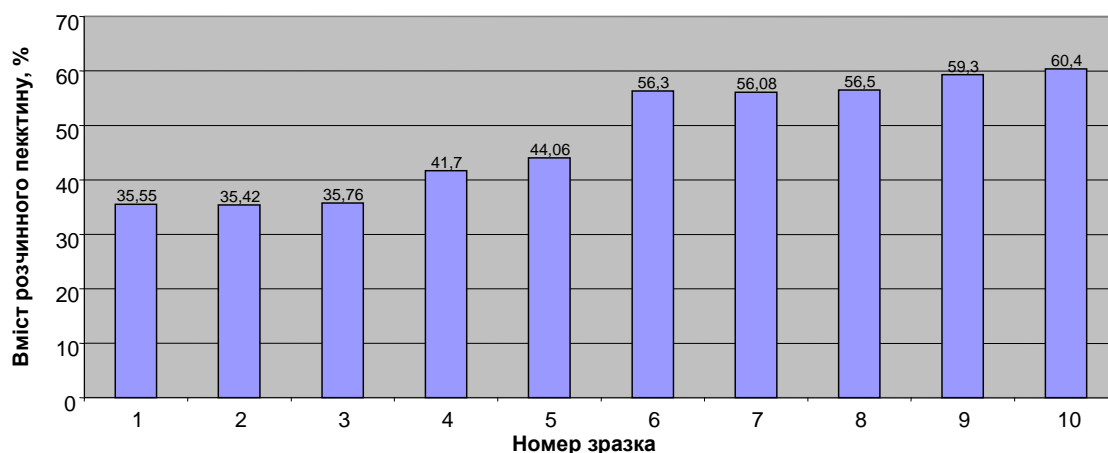


Рис. 1. Вміст пектину у гарбузі за різного ступеню оброблення

Відповідно до рис.1 очевидним є те, що вміст пектину відносно загального вмісту пектинових речовин у свіжому гарбузі нижчий у порівнянні з порошком. Так, на початкових стадіях оброблення (зразки 1, 2, 3 та 6, 7, 8) вміст пектину змінюється незначно і становить для свіжого гарбуза 35,42...35,76 %, а для порошку з гарбуза 56,08...56,50 %.

Суттєвіше збільшення вмісту пектину слід відмітити після теплового оброблення при температурі 85 °C та після гомогенізації (до 44,06 % та до 60,4 %), причому ступінь впливу ефективніша для зразку зі свіжого гарбуза - приблизно у 2 рази. Співвідношення ж між пектином та протопектином у порошку приблизно у 1,6 разів більше, ніж для такого у свіжому гарбузі. Вказаний ефект можна пояснити тим, що м'якоть свіжого гарбуза в процесі сушіння зазнає значних змін, під час яких попередньо вже відбулася часткова деструкція протопектину.

Згідно з даними таблиці було також побудовано залежності питомого вмісту зв'язаної води від кількості пектину у системах з свіжою м'якоттю гарбуза (рис. 2) та з порошком гарбуза (рис. 3).

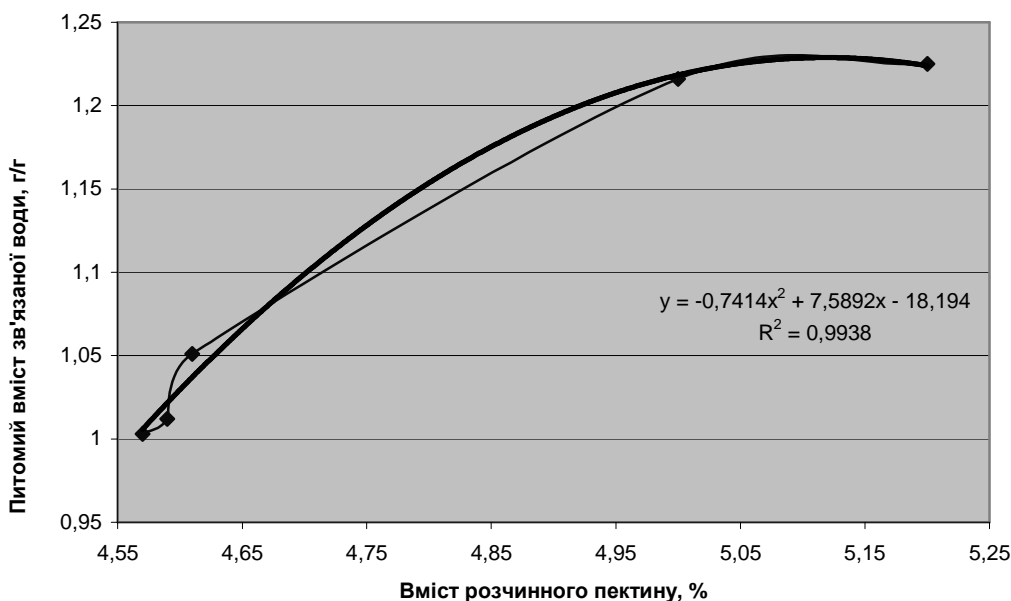


Рис.2. Залежність питомого вмісту зв'язаної води від кількості пектину у системах зі свіжим гарбузом

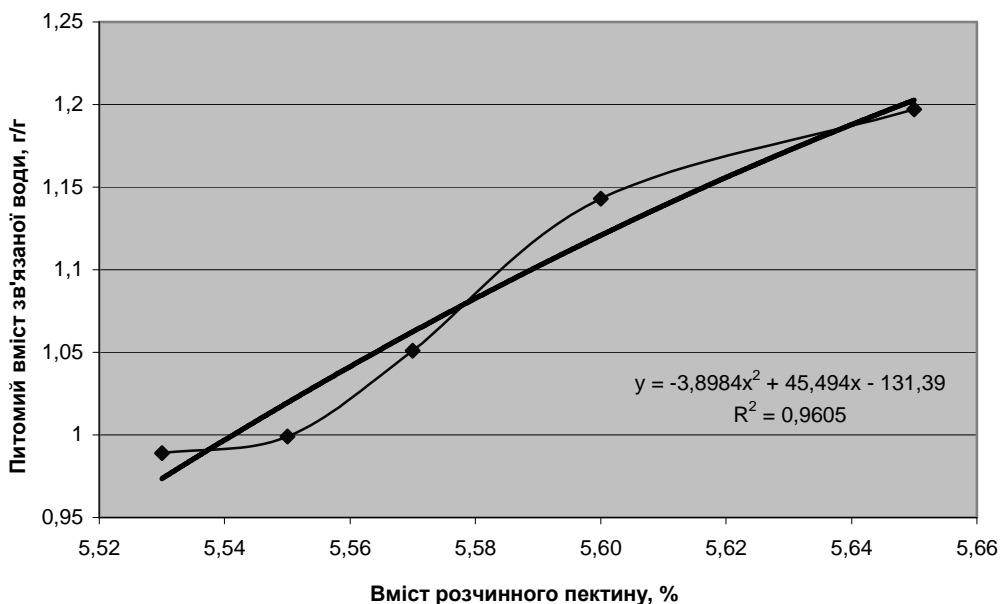


Рис. 3. Залежність питомого вмісту зв'язаної води від кількості пектину у системах з порошком гарбуза

Отже, питомий вміст зв'язаної води у досліджуваних системах корелюється, у першу чергу, з вмістом пектину і його зміни можуть бути описані поліномами третього ступеню. Таким чином, доведено, що найсуттєвіший вплив на ступінь



зв'язування води чинить саме розчинний пектин. Отримані результати досліджень мають практичне значення, оскільки доведено можливість підвищення вмісту розчинного пектину у пектиновмісній овочевій сировині за рахунок її попереднього теплового та механічного оброблення. Обрані технологічні режими є загальноприйнятими у виробництві морозива, тому активізація стабілізуючої дії гарбузової сировини не вимагатиме додаткових і не властивих традиційній технології режимів та операцій.

На основі отриманих результатів досліджень було проведено контрольні виробки морозива молочно-овочевого та овочевого у напівпромислових умовах на фризери періодичної дії та попередньо доведено, що збитість, опір до танення та дисперсність повітряної фази нових видів морозива не поступаються таким для морозива класичних видів. Звідси очевидно є необхідність проведення подальших досліджень для вивчення як структуроутворювальної та стабілізуючої дії пектинових речовин гарбуза, так і впливу різного ступеня метоксилування пектину гарбуза свіжого та порошку з гарбуза на фізико-хімічні показники молочно-овочевих сумішей та морозива.

## **Висновки**

1. Теплове та механічне оброблення свіжого гарбуза при температурі 70 °C практично не призводить до теплової деструкції протопектину.

2. Значних змін зазнає свіжа м'якоть гарбуза в процесі сушіння. За рахунок теплової деструкції у порошку з гарбуза зменшується загальна кількість пектинових речовин та змінюється співвідношення між їх фракціями. При цьому кількість водорозчинного пектину збільшується з 4,57 % до 5,52 % при одночасному зменшенні вмісту протопектину на 4,03 %.

3. Під дією теплового оброблення відбуваються суттєві зміни в складній структурі протопектину, що викликає його часткове деметоксилування та розривання міжклітинних, глікозидних і міжмолекулярних зв'язків. В результаті ступінь етерифікації полісахаридів для свіжої м'якості гарбуза зменшується з 59,0 до 53,0 %, а для порошку з гарбуза - до 43,6 %.

4. Вміст зв'язаної води у досліджуваних системах знаходиться у поліноміальній залежності від вмісту розчинних пектинових речовин для різних видів сировини з гарбуза.

5. Для практичного застосування можна рекомендувати як свіжу м'якоть гарбуза, так і порошок з гарбуза. Останній вид сировини є дещо ефективнішим внаслідок більшого вмісту розчинного пектину та нижчого ступеню його метоксилювання.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Артемова, Е. Н.* Научные основы пенообразования и эмульгирования в технологии пищевых продуктов с растительными добавками [Текст]: Дис. д-ра техн. наук: СПб.: 1999. – 372 с.
2. *Згурський А. В.* Вплив режимів термо-механічного оброблення на стан води в рослинній сировині та молочно-рослинних сумішах / А. В. Згурський, Г. Є. Поліщук, В. А. Михайлік, О. С. Парняков // Наукові праці НУХТ. – 2010. – №33. – С. 71–75.
3. *Федорова Л. В., Немченко И. И.* Овощной подкомплекс АПК: состояние, проблемы, резервы. – К.: – Урожай, 1987. – 168 с.
4. ГОСТ 29059–91 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения пектиновых веществ.
5. *Гнатенко М. А.* – Розробка технології пектинових екстрактів та способу їх сушіння [Текст]: Дис. канд. техн. наук : 05.18.05. Київ.: 2002. – 165 с.
6. *Білоусова І.О., Сапожнікова Н.Ю., Нікітіна Т.І.* Дослідження технологічних властивостей пектиновмісної сировини, як добавки для кондитерських виробів і консервної продукції // Харчова наука і технологія. – 2009. - №1(6). – С. 62–64.
7. Типова технологічна інструкція ТТІ 31748658-1-2007 до ДСТУ 4733:2007, 4734:2007, 4735:2007.
8. *Муминов Н. Ш.* Технология пектиновых и сахаристых веществ на основе хлопковой створи и стеблей сахарного сорго [Текст]: Дис. док. техн. наук. Ташкент.:1998 – 232 с.
9. *Флауменбаум Б. Л., Кротов С. Г., Загібалов О. Ф.,* та ін Технологія консервування: плодів, овочів, м'яса і риби – Одеса.: 1995. – С. 152–153.
10. *Алтуньян М. К.* Кинетика деструкции полисахаридов в процессе получения пектина. – Автореф. канд. техн. наук. Краснодар.: 1988. – 25 с.