

УДК 663.674:664.7

Мацько Л.М.¹, аспірант (lubovmatsko@mail.ru)Поліщук Г.Є.¹, докторант, к.т.н., доцент (milkniift@i.ua)¹ Національний університет харчових технологій, м. КиївГончарук О.В.², к.х.н., ст. наук. співр. (iscgoncharuk@meta.ua) ©² Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуїка НАНУ, м. Київ

ВПЛИВ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ ТА ВАКУУМУВАННЯ НА СТРУКТУРУЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ЯБЛУЧНОГО ПЮРЕ У СКЛАДІ МОРОЗИВА

Досліджено ефективну в'язкість яблучного пюре, гомогенізованого за змінного тиску та при вакуумуванні за різної тривалості та температури оброблення. Ефективну в'язкість визначали за допомогою ротаційного віскозиметра. Об'єктом досліджень обрано пюре з яблук пізніх строків визрівання та його структурно-механічні характеристики. Встановлено, що дані види обробки яблучного пюре, призводять до значних змін його структуруючої здатності. Для практичного застосування у складі морозива рекомендовано яблучне пюре, гомогенізоване за тиску 20МПа.

Ключові слова: яблучне пюре, гомогенізація, вакуумування, ефективна в'язкість, морозиво

Вступ. Морозиво являє собою складну полідисперсну систему. Для стабілізації його структури та зв'язування вільної вологи здавна застосовують харчові гідроколоїди або сировину, яка містить їх у своєму складі. Традиційним стабілізатором у складі морозива є пектин, який здебільшого застосовують у вигляді високоочищеної харчової добавки [1]. У свою чергу, пектиновмісні плодовоовочеві пюре теж можуть виявляти стабілізуючу здатність [2,3]. Плодовоовочеві пюре з підвищеним вмістом розчинного пектину (РП) є досить перспективними для виготовлення морозива плодово-ягідного та овочевого, а також шербету. Вказані види морозива мають підвищену кислотність, за якої не всі стабілізатори та стабілізаційні системи можуть максимально виявляти технологічні властивості, адже за цих умов частина їх може руйнуватися [4]. Пектиновмісна сировина, у тому числі яблучне пюре, за підвищеної кислотності навпаки, максимально проявляє стабілізуючі властивості [5]. РП у її складі матиме кращу вологозв'язувальну здатність, ніж сухий пектиновий препарат, одержаний за складною технологією із застосуванням досить агресивних способів очищення.

Авторами доведено, що на структуруючу здатність яблучного пюре можна впливати як за попереднього гідротермічного оброблення при підвищеній кислотності, високій температурі і певній тривалості витримки [6], так і при застосуванні гомогенізації та вакуумування. Проте, подібні технологічні прийоми як способи підвищення функціонально-технологічних властивостей пектиновмісних пюре не досліджено. Також не з'ясовано

взаємозв'язок між вмістом РП та ефективною в'язкістю яблучного пюре. Вказане вище визначило основну мету наукової роботи – дослідити вплив гомогенізації та вакуумування на структуруючу здатність яблучного пюре за рахунок часткової деструкції протопектину.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом досліджень обрано яблука свіжкі сорту «Чемпіон» пізніх строків визрівання, згідно з ГОСТ 21122 «Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия». Для регулювання кислотності застосовували кислоту лимонну за ДСТУ ГОСТ 908:2006 у вигляді 50 %-го водного розчину. Контролем було яблучне пюре нетермооброблене, подрібнене до гомогенного стану блендером з ріжучими ножами. Досліджувані зразки пюре готували наступним чином. У першому випадку нарізані шматочками яблука бланшували при (85 ± 2) °С протягом 20 хв, підкислювали лимонною кислотою до рН=3,0, витримували за цієї ж температури 20 хв, подрібнювали до гомогенної маси та додатково гомогенізували для підвищення вмісту розчинного пектину (РП) у пюре за рахунок додаткової деструкції протопектину (ПП) за тиску відповідного. Гомогенізацію проводили на гомогенізаторі клапанного типу марки 31M-3TA Lab Homogenizer & Sub Micron Disperser. У другому випадку – отримували пюре з сирого яблука, підкислювали його 50 %-им водним розчином лимонної кислоти до рН 3,0, нагрівали до температури 60, 90°С та проводили вакуумування при зміні тиску від 100 до 30 кПа впродовж 5 та 1 хв відповідно.

Масову частку сухих речовин у яблучному пюре визначали згідно з ГОСТ 3626. Активну кислотність контролювали потенціометрично, відповідно до ГОСТ 26781. Вміст пектинових речовин визначали згідно з ГОСТ 29059. Реологічні характеристики визначали за допомогою ротаційного віскозиметра Реотест 2 (Німеччина) із застосуванням циліндричної системи S/N в діапазоні швидкостей зсуву від 3 до 1312,2 с⁻¹. Перед визначенням ефективною в'язкості зразки охолоджували до 20 °С. Дослідження проводили в режимі збільшення швидкості зсуву (прямий хід) та в режимі зменшення швидкості зсуву (зворотний хід), що дозволяло відстежувати руйнування та відновлення структури при механічному впливі. Реограми реєстрували за допомогою аналогово-цифрового перетворювача, що був під'єднаний до комп'ютера [7].

На першому етапі було досліджено наступні зразки яблучного пюре:

- зразок №1 (контроль) - пюре із свіжих яблук;
- зразок №2 - пюре яблучне, термічно оброблене при 85°С впродовж 20хв при рН 3,0;
- зразок №3 - пюре яблучне, термічно оброблене при 85 °С впродовж 20 хв при рН=3,0 й гомогенізоване за тиску 10 МПа;
- зразок №4 - пюре яблучне, термічно оброблене при 85 °С впродовж 20 хв при рН=3,0 й гомогенізоване за тиску 20 МПа;
- зразок №5 - пюре яблучне, вакуумоване при 30 кПа та 60 °С впродовж 5 хв;
- зразок №6 - пюре яблучне, вакуумоване при 30 кПа та 90 °С впродовж 1 хв.

На другому етапі було досліджено наступні зразки сумішей для виробництва морозива:

- суміш №1 (контроль) - суміш для виробництва морозива яблучного. Хімічний склад: цукор – 26 %; стабілізатор – 0,5 %; яблучне пюре – 30 %;
- суміш №2 - суміш для виробництва морозива яблучного з пюре термічно обробленим при 85°C впродовж 20хв при рН 3,0. Хімічний склад: цукор – 26 %; яблучне пюре – 35 %;
- суміш №3 - суміш для виробництва морозива яблучного з пюре термічно обробленим при 85°C впродовж 20хв при рН 3,0 та гомогенізованим за тиску 20 МПа. Хімічний склад: цукор – 26 %; яблучне пюре – 35 %.

Суміш з вакуумованим пюре не досліджували, оскільки вказаний спосіб оброблення поки що може бути реалізований лише у лабораторних умовах і не становить практичного інтересу.

Результати досліджень та їх обговорення

Ефективну в'язкість яблучного пюре, обробленого за різних режимів, та закономірності її зміни при руйнуванні наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Ефективна в'язкість яблучного пюре різного ступеню термомеханічного оброблення

Зразок №	Ефективна в'язкість, мПа·с			Час руйнування структури при градієнті швидкості зсуву 1312 с ⁻¹ , хв	Вміст розчинного пектину	
	Градієнт швидкості зсуву 3 с ⁻¹ (прямий хід)	Градієнт швидкості зсуву 1312 с ⁻¹	Градієнт швидкості зсуву 3 с ⁻¹ (зворотний хід)		% від сухих речовин	г/100 г пюре
1	7084,00	40,52	4206,40	6,60	4,49	0,54
2	6531,48	69,52	9835,95	48,13	7,77	0,93
3	6444,65	48,20	3053,36	58,93	7,95	0,96
4	5796,01	47,54	3742,85	69,87	9,50	1,14
5	5096,30	48,95	4146,33	46,65	12,11	1,45
6	6694,91	51,83	4187,19	53,26	13,59	1,63

Відповідно до результатів досліджень, свіже яблучне пюре характеризувалося найбільшою ефективною в'язкістю, але утворювана ним структура дуже швидко й суттєво руйнувалася, порівняно із іншими зразками. Після зняття напруження в'язкість відновлювалася на 60 % від початкового значення, тобто система виявляла тиксотропність. Термічно оброблене яблучне пюре за дещо нижчої в'язкості практично незруйнованої структури виявляло найбільшу аномалію при максимальній швидкості зсуву, тобто структура руйнувалася найменше, і після зниження швидкості зсуву відновлювалася як типова реопексна система. Поясненням подібному може бути спільна дія РП з механічно зчепленими залишками рослинних стінок між собою.

Ефективну в'язкість зразків яблучного пюре при різних градієнтах швидкості наведено на рис.1.

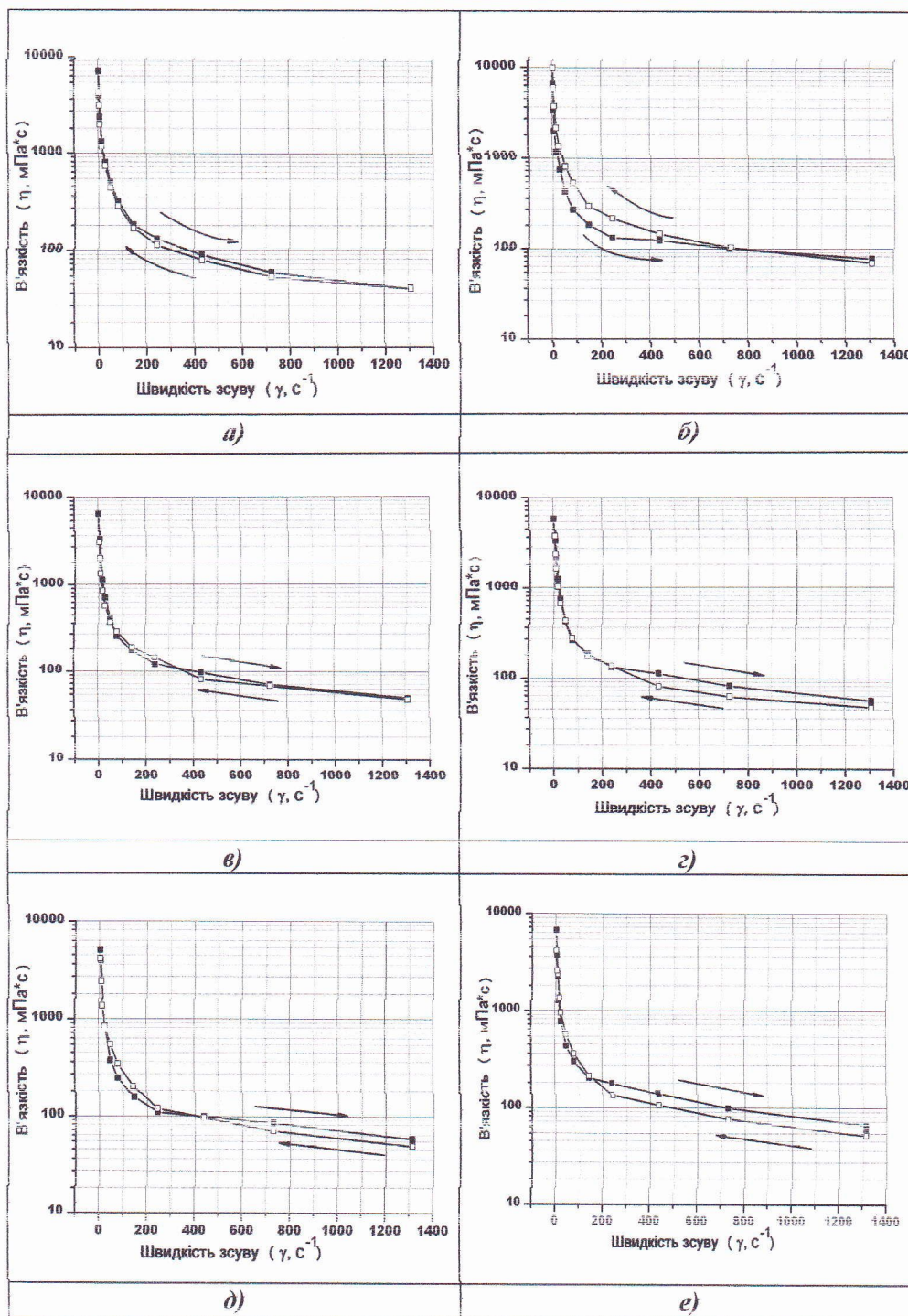


Рис. 1. Ефективна в'язкість яблучного поре при різних градієнтах швидкості (а – зразок №1; б – зразок №2; в – зразок №3; г – зразок №4; д – зразок №5; е – зразок №6)

Застосування гомогенізації дещо знижувало початкову в'язкість яблучного пюре, особливо при підвищенні тиску від 10 до 20 МПа, але структура виявляла тиксотропію і відновлювалася при знятті дії руйнівної сили на 47 та 65 % відповідно. Підвищення тиску гомогенізації незначно впливало на характер поведінки систем при різних градієнтах швидкості. Суттєва відмінність ефективної в'язкості відновленої структури для не гомогенізованого та гомогенізованого яблучного пюре (майже у 3,2 раза менша при тиску 10 МПа і у 2,6 раза при 20 МПа), ймовірно спостерігалася внаслідок надмірного подрібнення рослинних волокон, які частково втрачають здатність до утворення просторових каркасних сіток, навіть у присутності підвищеного вмісту РП. Але слід відмітити, що гомогенізоване при 20 МПа пюре певною мірою виявило самовідновні властивості при зворотному ході за градієнтів швидкості: 243; 145,8; 81 та 48,6 с⁻¹, а при 10 МПа, навіть реопексні за значень: 243; 145,8; 81 с⁻¹.

Вакуумовані зразки виявили дещо кращі показники, порівняно із гомогенізованими, причому підвищення температури вакуумування до 90 °С погіршувало структуруючу здатність пюре. Але на певному проміжку випробувань при зниженні градієнту швидкості з 81 до 9 с⁻¹ спостерігались реопексні властивості вакуумованого пюре, які наприкінці вимірювання зникали. Найхарактернішу реопексну поведінку виявив зразок, вакуумований при 60 °С при відновленні структури зі зменшенням швидкості зсуву, починаючи з 145,8 до 5,4 с⁻¹.

Крім того, незважаючи на доволі складний і неоднозначний характер структурування яблучного пюре різного ступеня обробки, для з'ясування ролі яблучних волокон та РП у формуванні структури морозива, було проведено дослідження реологічних характеристик сумішей для виробництва морозива яблучного, складених відповідно до існуючих рекомендацій.

Ефективну в'язкість сумішей морозива з яблучним пюре та закономірності її зміни при руйнуванні структури наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Ефективна в'язкість сумішей морозива з яблучним пюре різного ступеню термомеханічного оброблення

Суміш №	Ефективна в'язкість, мПа·с			Час руйнування структури при градієнті швидкості зсуву 1312 с ⁻¹ , хв
	Градієнт швидкості зсуву 3 с ⁻¹ (прямий хід)	Градієнт швидкості зсуву 1312 с ⁻¹	Градієнт швидкості зсуву 3 с ⁻¹ (зворотний хід)	
1	572,00	28,35	425,33	14,09
2	688,64	31,36	494,56	8,96
3	454,67	26,69	513,33	9,09

Ефективну в'язкість сумішей морозива з яблучним пюре різного ступеню обробки за зміни градієнтів швидкості наведено на рис.2.

У результаті дослідження сумішей стало зрозумілим, що пектинові речовини (ПР) та їх кількість є вагомим показником відновних властивостей

системи після повного її зруйнування, а підвищена в'язкість ще не є показником самовідновної або реопексної системи.

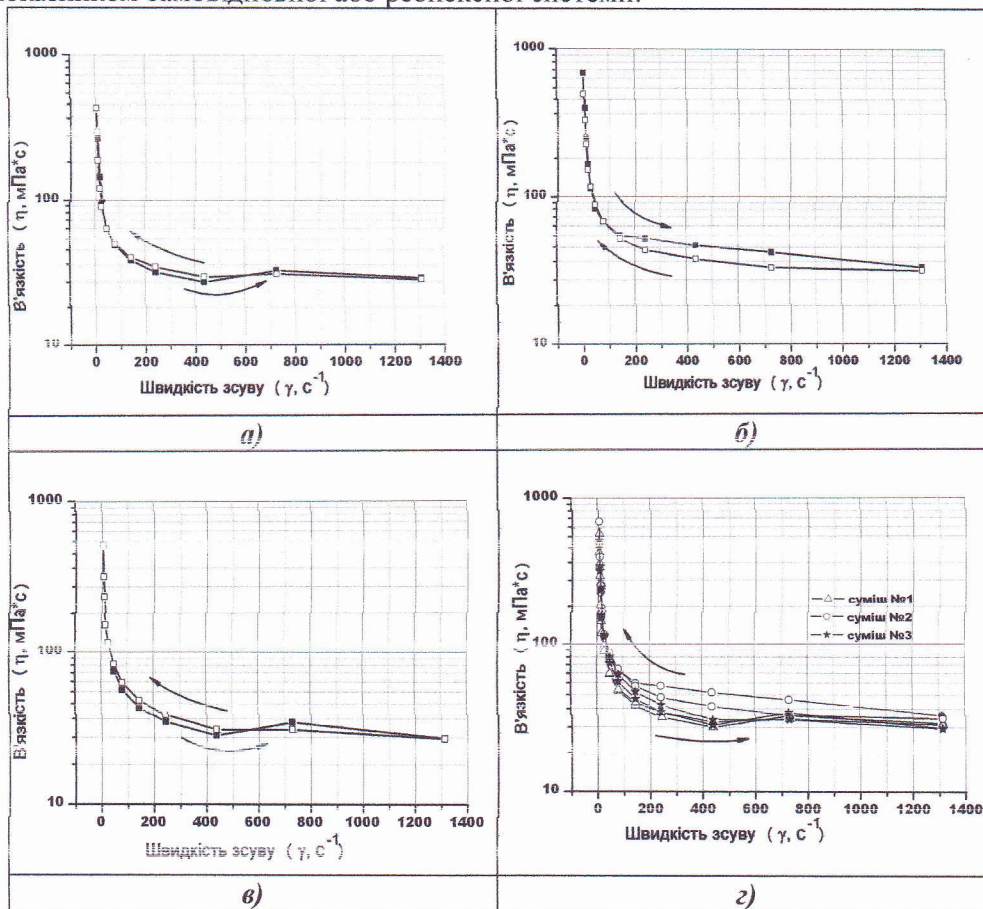


Рис.2. Ефективна в'язкість яблучного пюре при різних градієнтах швидкості зсуву (а– суміш №1(контроль); б – суміш №2; в – суміш №3; г – суміші №1, 2 та 3)

Так, початкова в'язкість суміші №2 була вищою порівняно із сумішами №1 та 3 на 17 та 34% відповідно, але вона більше виявляла тиксотропні властивості. Суміш із гомогенізованим пюре при 20 МПа, незважаючи на меншу структурованість, єдина проявила реопексний характер та повністю відновила структурні властивості відносно суміші №1. Таким чином, можна судити про те, що суміш №3 не потребує додаткового внесення стабілізатору порівняно із контролем, де його кількість складала 0,5 %, оскільки 0,4 % РП, які містяться у складі активованого яблучного пюре, повністю його замінюють.

Цікавим є ще той факт, що гомогенізоване при 20 МПа пюре із вмістом 9,5 % РП (від сухих речовин) проявляло реопексні властивості лише у складі суміші. Поясненням цьому, ймовірно, є те, що пектинові речовини, сполучаючись з іншими структурними компонентами, можуть утворювати міцні просторові пластичні структури, здатні до самовідновлення.

Висновки.

1. Гомогенізація суттєво впливає на структуруючі властивості яблучного пюре у складі сумішей морозива. Для практичного застосування рекомендовано яблучне пюре, гомогенізоване за тиску 20 МПа. 2. Вакуумування є перспективним методом обробки пектиновмісної сировини задля збільшення кількості гідратопектину та, відповідно, її структуруючої здатності. 3. Суміші для виробництва морозива яблучного можна віднести до систем із самовідновною структурою та фрагментарним виявленням тиксотропних і реопексних властивостей за різних швидкостей зсуву.

Література

- 1.Филлипе Г.О. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипе, П.А. Вильямс (ред.). Пер. с англ. Под. ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сарафановой. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 536 с.
- 2.Wong, T.W. Release characteristics of pectin microspheres prepared by an emulsification technique // Journal of Microencapsulation, 19, 2002.-P. 511-522.
- 3.Chiampo, F., Tasso, M., Occelli, A., & Conti, R. Rheological properties of fruit purees // Industria Conserve, 71(3), 1996.-P. 331–336.
- 4.Творогова А.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование формирования и стабилизации структуры мороженого // А.А. Творогова Дис. докт. техн. наук. – М.: 2006. – 352с.
- 5.Щетинин М.П. Мороженое с растительными компонентами / М.П. Щетинин, Е.В. Писарев, З.Р. Ходырева // Молочная промышленность. – 2006. – № 2. – С. 61-62.
- 6.Мацько Л.М. Яблучне пюре як стабілізатор у морозиві / Л.М. Мацько, Г.Є. Поліщук, І.О. Крапивницька // Продовольча індустрія АПК. - №5. – 2011. – С. 18-21.
- 7.Косой В.Д. Контроль качества молочных продуктов методами физико-химической механики / В.Д. Косой, М.Ю. Меркулов, С. Б. Юдина. — СПб.: ГИОРД, 2005. – 208 с.

Summary

Matsko L.M., Polischuk G.E., Goncharuk O.V.

THE EFFECT OF HOMOGENIZATION AND VACUUMING ON STRUCTURING PROPERTIES APPLE PURRE IN ICE CREAM COMPOSITION

Investigated the effective viscosity of apple puree, homogenized by alternating pressure and vacuumed for different duration and temperature processing. The effective viscosity was determined by using a rotational viscometer. The objects of researches were late ripening apples' puree and its structural and mechanical characteristics. It was established, that these kinds of processing apple puree leads to a significant change of its structural ability. The apple puree homogenized at a pressure of 20 MPa is recommended for practical usage in ice cream.

Key words: apple puree, homogenization, vacuuming, effective viscosity, ice cream

Рецензент - д.с.-г.н., професор Цісарик О.Й.