

ПОЛІЩУК Г.Є., канд. техн. наук, доцент, МАЦЬКО Л.М., аспірант,  
СОКОЛЕНКО А.І., д-р техн. наук, професор, БОЙКО О.О., мол. наук. співробітник  
Національний університет харчових технологій, м. Київ

### ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ВАКУУМНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА ВМІСТ РОЗЧИННОГО ПЕКТИНУ У ЯБЛУЧНОМУ ПЮРЕ

Досліджено вплив вакуумного оброблення на вміст розчинного пектину у яблучному пюре. Доведено, що підвищення вмісту розчинного пектину відбувається внаслідок часткової деструкції протопектину. Виявлено, що вплив тиску та температури є позитивним до певної межі, за перевищення якої відбувається зниження загального вмісту пектинових речовин. Доведено більшу ефективність вакуумного оброблення пюре з яблук, порівняно із гомогенізацією. Перевірено можливість виготовлення морозива яблучного високої якості на основі активованого фруктових пюре.

**Ключові слова:** пюре з яблук, вакуумування, пектинові речовини, морозиво.

The influence of vacuum treatment on the content of soluble pectin in apple puree was studied. It is shown that increasing of soluble pectin's content is going due to partial destruction of protopectyn. It was revealed that the influence of pressure and temperature has a positive effect to a certain limit. When it exceeds the limit - the total content of pectin substances reduces. We proved more efficiency of apples' puree vacuum processing, compared to homogenization. The possibility of making apple ice cream with high quality based on activated fruit puree was studied.

**Keywords:** apple puree, vacuuming, pectin, ice cream.

Порівняно з іншими видами молокозмісних продуктів, морозиво має ряд конкурентних переваг, однією з яких є його універсальний хімічний склад [1]. Використання рослинної, і, зокрема, пектиновмісної сировини, у технології морозива

відрізняється певною специфікою, а різні способи її теплового та механічного оброблення можуть підвищувати технологічну активність полісахаридів [2]. У традиційних технологіях структурованих десертів пектини застосовують у вигляді сухих порошків або пектинових екстрактів [3], але їх світове виробництво зосереджено, в основному, у Європі (Німеччина, Швейцарія, Данія), Південній Америці (Аргентина, Бразилія), Південній Африці, Китаї та Ірані, що ставить у залежність вітчизняних виробників від зовнішніх поставок пектинових концентратів. Вказане вище свідчить про те, що застосування натуральної пектиновмісної сировини та, зокрема, яблучного пюре, у виробництві збитих десертів є досить актуальним та може привнести у класичні технології певні інновації.

Під дією попереднього гідротермічного та механічного оброблення можлива цілеспрямована активація желуючих, емульгуючих та стабілізуючих властивостей пектиновмісних сумішей, які можна застосовувати у якості технологічних харчових інгредієнтів у виробництві морозива.

За даними Красносельської Є.О. яблука літніх сортів містять до 1,0...1,8 %, а яблука осінніх сортів – до 2,0...2,5 % пектинових речовин, з яких усього біля 20 % складає гідратопектин [4]. Таким чином, забезпечення вмісту розчинного пектину у складі сумішей морозива до рекомендованих технологічними інструкціями значень (0,4...0,6 %) лише за рахунок його природної кількості у яблучному пюре є недостатнім. Звідси виникає завдання щодо підвищення вмісту розчинного пектину у пектиновмісній сировині за рахунок часткової деструкції протопектину.

Найбільш прийнятним способом, що дозволяє одержати структуровані десерти на основі натуральної пектиновмісної сировини без додаткового внесення стабілізаторів структури, є застосування плодово-овочевих пюре. Василенко З.В. та Баранов В.С. довели можливість використання яблучно-пектинової пасти у кількості 1 % та овочевих пюре у кількості 2 % для стабілізації структури морозива [5]. Однак, недостатній вміст пектину та неефективне гідротермічне оброблення рослинної сировини разом із сумішами не дозволило одержати морозиво високої якості.

Тому авторами було досліджено різні способи підвищення технологічних властивостей яблучного пюре. Попередньо було з'ясовано, що високий вміст розчинного пектину у ньому можна одержати шляхом поєднання гідротермічного та механічного оброблення під тиском до 20 МПа. Але, за результатами першої спроби вакуумного оброблення яблучного пюре було одержано ще більший технологічний ефект. Виходячи з вищезазначеного, наукову роботу було присвячено вивченню впливу вакуумування на ступінь деструкції протопектину у яблучному пюре та можливості його застосування у виробництві морозива.

Метою роботи було дослідження впливу вакуумування яблучного пюре на активацію його технологічних властивостей шляхом підвищення у ньому вмісту розчинного пектину для стабілізації структури морозива.

Ефективність гідролізу пектинових речовин у яблучному пюре визначали за вмістом розчинного пектину та протопектину до та після його вакуумування за допомогою кальційпектатного методу. Активну кислотність визначали потенціометрично, масову частку сухих речовин – висушуванням до сталої маси. Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у зразках яблучного пюре (КУО МАФАНМ в 1 г) визначали шляхом їх поверхневого висіву на агаризоване поживне середовище. Чашки з посівами інкубували протягом 2...3 діб за температури 37 °С.

Для визначення раціональних режимів вакуумування активну кислотність яблучного пюре регулювали 50 %-м розчином лимонної кислоти до значення  $pH=3,0$ . За попередньо проведеним дослідженням було встановлено, що саме така кислотність була прийнятною як для ефективної деструкції протопектину, так і для одержання морозива при вмісті яблучного пюре у сумішах до 30...35 % з титрованою кислотністю не вище 70 °Т, відповідно до вимог ДСТУ 4734:2007 «Морозиво плодово-ягідне, ароматичне, щербет, лід». Наважки підкисленого яблучного пюре зимово-осіннього сорту «Чемпіон» масою по

100 г піддавали вакуумному обробленню при зміні тиску від 100 до 55, 30 та 5 кПа за температурних режимів 30, 60 та 90 °С та змінної тривалості процесу від 1 до 5 хв. Вакуумна установка складалася з вакуумної камери, ємкості для розташування досліджуваних зразків, роторного вакуумного насоса, мановакууметру та переходника. На початку досліду до вакуумної камери закладали нагрітий до заданої температури зразок. Після герметизації камери вмикали вакуумний насос та створювали розрідження при залишковому тиску до 5 кПа. За цих умов температура кипіння водних розчинів перебувала у межах 28...35 °С. Для розгерметизації дослідної установки застосовували трьох-ходовий клапан, який з'єднував повітряний простір камери або з насосом, або з навколишнім середовищем. На початку дослідження було встановлено, що вміст пектинових речовин у свіжому яблучному пюре складав 2,12 г, з них розчинного пектину (РП) – 0,21 г, протопектину (ПП) – 1,91 г. При загальному вмісті сухих речовин у пюре 12,01 % пектинові речовини складали 17,7 % від цього значення.

Вміст розчинного пектину у зразках яблучного пюре, вакуумованого за температур 30, 60 та 90 °С, наведено на рис. 1, 2 та 3.

При 30 °С максимальний вміст РП у зразках (0,30...0,66 г/100 г пюре) був досягнутий на 5 хв вакуумування. Найкращий результат було отримано при вакуумуванні за тиску 5 кПа, що можна пояснити адіабатним кипінням рідини у досліджуваних зразках. При 60 °С максимальний вміст РП спостерігався на 3...5 хв вакуумування і досягав значень від 1,21 до 1,45 г/100 г, але при цьому вплив ступеня вакуумування на перерозподіл пектинових речовин дещо знижувався. Кращий результат було одержано за тиску 30 кПа. Тиск 5 кПа виявився менш ефективним, особливо на 5 хв вакуумування, ймовірно внаслідок занадто сильного й, можливо, деструктивного впливу на пектинові речовини при активному адіабатному кипінні, що супроводжувалося випаровуванням води. За температури 90 °С максимальний вміст РП спостерігався для всіх зразків вже на 1 хв оброблення. При вакуумуванні довше трьох хв спостерігалася чітка тенденція до зниження вмісту РП для всіх зразків. Часткове руйнування макромолекул пектину за цих умов призводило до того, що продукти деструкції макромолекул не ідентифікувалися як пектинові речовини. Максимальні значення вмісту РП становили від 1,29 до 1,63 г/100 г пюре. Найменш ефективним виявилось вакуумування за тиску 5 кПа яке створювало занадто сильний термомеханічний вплив на гідратопектин. Отже, при температурних режимах вакуумування 60 та 90 °С рекомендованим може бути тиск 30 кПа, який, з одного боку, був доволі ефективним для вилучення пектинових речовин з рослинної сировини та деструкції протопектину, а з іншого – не перевищував межі фізичного впливу на макромолекули пектинових речовин, вище якого відбувалася їхня часткова деградація.

Таким чином, раціональними для оброблення яблучного пюре є наступні режими:

- тиск 30 кПа, 90 °С, 1 хв (РП=1,63 %);
- тиск 30 кПа, 60 °С, 5 хв (РП=1,45 %).

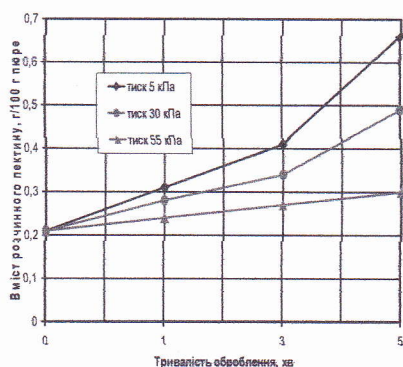


Рис. 1. Вміст розчинного пектину у пюре з яблук при вакуумуванні за температури 30 °C

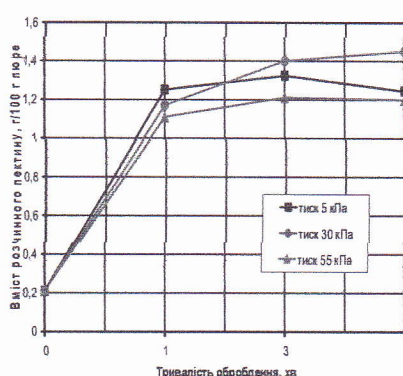


Рис. 2. Вміст розчинного пектину у пюре з яблук при вакуумуванні за температури 60 °C

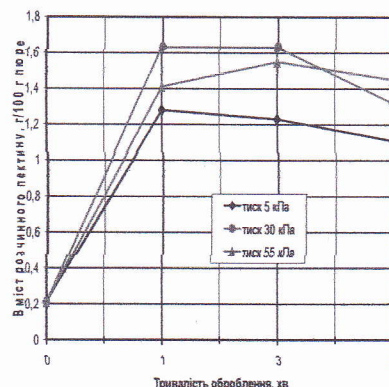


Рис. 3. Вміст розчинного пектину у пюре з яблук при вакуумуванні за температури 90 °C

Цікавим виявився ефект підвищення масової частки сухих речовин яблук під впливом вакуумування від початкового вмісту 12,01 % до 14,79...14,81 % (5 кПа), 12,03...12,06 % (30 кПа) і 12,02...12,04 % (55 кПа) наприкінці процесу. Концентрування сухих речовин відбувалося за рахунок адіабатного кипіння, яке супроводжувало вакуумування при тиску 5 кПа за всіх температурних режимів, на відміну від більш високого температурного порогу кипіння за меншого розрідження.

Додатково було досліджено кількість КУО МАФАНМ у яблучному пюре до та після вакуумування. Виявлено, що для свіжого яблучного пюре вміст МАФАНМ становив до  $1,5 \cdot 10^4$  КУО/г, а для обробленого при тиску 55 кПа, температурі 30 °C і тривалості 5 хв – до  $1,0 \cdot 10^2$  КУО/г. Це підтверджує можливість покращення мікробіологічних показників рослинної сировини на етапі її технологічної підготовки. Також було проведено порівняльний аналіз отриманого технологічного ефекту із таким для зразків, які перед гідротермічним обробленням при температурі 80 °C протягом до 20 хв були піддані гомогенізації за тиску 20 МПа. Максимальний ефект від деструкції ПП у яблучному гомогенізованому пюре у такий спосіб становив до 1,14 % РП, що у 1,4 рази менше, ніж у вакуумованому за раціональних режимів пюре.

Для перевірки функціонально-технологічних властивостей досліджуваного рослинного інгредієнта було виготовлено морозиво на основі яблучного пюре без вакуумування та з пюре, вакуумованим при 30 кПа, 90 °C тривалістю до 1 хв. Морозиво виготовляли за допомогою фризера періодичної дії «Ельбрус-400» ФМП 3,5/380-50 із закладкою суміші масою 4 кг за тривалості охолодження 3,5 хв, тривалості фризера 3,5 хв та частоті обертів шнеку-мішалки шкребкового типу  $200 \times 60$  с<sup>-1</sup>. За попередніми розрахунками вміст активованого яблучного пюре, що забезпечує до 0,5 % розчинного

пектину у сумішах морозива, повинен становити не менше 30 %. Така кількість яблучного пюре є стандартною для типових рецептур плодово-ягідного морозива. Що стосується гомогенізованого пюре, то у сумішах морозива його вміст мав би складати не менше 45 %, що є економічно невигідним.

Для порівняльної оцінки було виготовлено морозиво без стабілізатору з однаковим вмістом активованого різними способами яблучного пюре (30 %) і цукру (26 %). Збитість морозива на основі гомогенізованого пюре становила усього 47 %, опір до танення – був на рівні 18 хв, перша краплина плаву з'являлася через 6 хв. Для морозива на основі вакуумованого пюре збитість складала 69 %, опір до танення підвищувався до 29 хв, а перша краплина плаву спостерігалася через 11 хв, що є прийнятним для морозива цього виду.

Отже, зрозумілим стає те, що для одержання морозива плодово-ягідного на основі гомогенізованого яблучного пюре у суміш необхідно додатково вносити пектин, а морозиво на основі вакуумованого пюре можна одержувати без застосування стабілізатору структури.

#### Висновки

1. Вакуумування яблучного пюре є найбільш ефективним способом підвищення його функціонально-технологічних властивостей, порівняно з гідротермічним обробленням, що супроводжується гомогенізацією.

2. Раціональними режимами вакуумування яблучного пюре є:

- тиск 30 кПа за температури 90 °C протягом 1 хв;
- тиск 30 кПа за температури 60 °C протягом 5 хв.

3. Застосування вакуумованого яблучного пюре при виробництві морозива не потребує додаткового внесення до його складу стабілізатору структури.

Поступила 11.2012

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Оленев, Ю.А. Справочник по производству мороженого [Текст] / Ю.А. Оленев и др. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 798 с.
2. Мацько, Л. Яблучне пюре як стабілізатор у морозиві [Текст] / Л. Мацько, Г. Поліщук, І. Крапивницька // Продовольча індустрія АПК. – №5. – 2011. – С. 18-21.
3. Datta, R.K. Pectin extraction from fruits and vegetables [Text] // Ind. J. Hortic. -1987. -Vol. 11. -№2. -P. 15-16.
4. Красноселова Е.А. Разработка технологии комплексной переработки яблок летних и осенних сортов с получением пектина и пектинопродуктов функционального назначения. Дис... канд. техн. наук. 05.18.01. Краснодар. 2007. – 128 с.
5. Василенко, З.В. Плодоовощные пюре в производстве продуктов [Текст] / З.В. Василенко, В.С. Баранов. – М.: Агропромиздат. - 1987. – 125 с.