

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ПРЕПАРАТУ ІЗ ПЕКТИНМЕТИЛЕСТЕРАЗНОЮ АКТИВНІСТЮ НА ДРАГЛЕУТВОРЕННЯ ЯБЛУЧНОГО ПЮРЕ

Нікітчина Т.І., канд. техн. наук, докторант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведені дослідження біохімічного процесу зміни ступеня етерифікації пектинових речовин яблучного пюре. Як ферментний препарат для зниження ступеня етерифікації пектинових речовин яблучного пюре, використовували ферменти пектинметилестерази рослинного походження. Одержані технологічні параметри желюваного яблучного пюре із якісними технологічними властивостями.

Researches of biochemical processes of changing the degree of esterification of pectin applesauce. As the enzyme to reduce the degree of esterification of pectin applesauce used pektynmetylesterazy enzymes of plant origin. The resulting process parameters jelly applesauce with quality technological properties.

Ключові слова: яблучне пюре, консистенція, пектинові речовини, ступінь етерифікації, пектинметилестераза, драглеутворення.

Яблучне пюре являє собою однорідну протерту масу з мазкою консистенцією, масовою часткою розчинних сухих речовин 10 – 12 % і пектинових речовин 0,9 – 1,05 %, яке використовується як інгредієнт для соусів [1]. Для досягнення властивостей желе його уварюють до 15 – 18 % сухих речовин з 1,2 – 1,3 % пектинових речовин. Через низьку теплопровідність і високу в'язкість при уварюванні пюре темніє та частково втрачає свої драглеутворювальні властивості через руйнування термолабільних пектинових речовин.

Драглеутворювальні властивості пектинових речовин та в'язкопластичність продуктів залежать від їхньої хімічної будови, особливо від ступеня етерифікації карбоксильних груп полігалактуронану та молекулярної маси (ступеня полімеризації) [2, 3].

Пектинові речовини рослинної сировини за хімічною будовою знаходяться у трьох формах: розчинний (пектин), нерозчинний (протопектин) та пектати Ca (Mg). Драглеутворювальними властивостями володіє лише розчинний пектин. Для покращення желювання фруктової сировини перед протиранням бланшують, при цьому протопектин та пектати Ca (Mg) переходять у розчинний стан.

Пектинові речовини з різним ступенем етерифікації володіють властивістю утворювати драглі за наявності цукру і кислоти. Для пектинів із високим ступенем етерифікації (більше 50 %) утворення драглів можливе при наявності водорозчинного пектину не менше 1 %, 65 – 70 % цукру у наявності органічних кислот, які створюють рН від 2,8 – 3,2. Їхня роль полягає у дегідратуванні пектинової молекули за рахунок високої концентрації цукру та зменшення від'ємного заряду вільних карбоксильних груп пектину. В результаті втрати заряду і зниження ступеня гідратації, молекули пектину здатні до асоціації, утворюючи зони зв'язування і сітку із полімерних ланцюгів, у яких утримується водний розчин.

Пектин із низьким ступенем етерифікації (менше 50 %) здатний утворювати драглі без цукру, але за наявності іонів багатовалентних металів $Ca^{+2}(Mg)$ [4].

Крім зазначених вище факторів, на драглеутворювальні властивості пектину впливає також молекулярна маса (ступінь полімеризації).

Традиційна технологія отримання яблучного пюре передбачає підготовку сировини, подрібнення, підігрів і протирання. Підігрів перед протиранням дозволяє збільшити масову частку пектинових речовин у результаті гідролізу протопектину за наявності органічних кислот самого яблучного пюре. Подальше уварювання з метою отримання традиційного ущільненого пюре призводить до термічного руйнування пектину, зниження драглеутворювальних властивостей напівфабрикату.

Метою роботи стало дослідження умов драглеутворення яблучного пюре із застосуванням рослинних пектинметилестераз.

В основу експерименту покладено принципи пошуку найбільш ефективних способів зниження ступеня етерифікації: кислотний, лужний, ферментативний. Перші два придатні лише для зниження ступеня етерифікації препаратів пектинових речовин, які відокремлюють з пектинвмісної сировини. Ферментативний спосіб може бути використаний для переведення високоетерифікованого пектину сировини (пюре) в низькоетерифікований безпосередньо в яблучному пюре. В якості ферменту використовували пектинметилестеразу соку картоплі, побічного продукту при виробництві крохмалю [5]. Пектинметилестераза каталізує гідроліз складнофірних зв'язків у пектинових речовинах і відщеплює метоксильні групи, зни-

жуючи його ступінь етерифікації. Оскільки даних про драглеутворювальні властивості низькоетерифікованого пектину яблучного пюре практично відсутні, то на першому етапі виконано дослідження умов утворення драглевих систем.

Органолептичні, фізико-хімічні, структурно-механічні властивості сировини та напівфабрикатів здійснювали за загальноприйнятими і спеціальними методиками. Молекулярну масу пектину визначають віскозиметричним методом, використовуючи для розрахунку рівняння Марка-Куна-Хаувинка. Реологічні характеристики визначали на ротаційному віскозиметрі Реотест-2 [6, 7].

На перетворення рідкої фази пюре в драгли впливає масова частка пектинових речовин, яка повинна бути не менше 1 %. Досліджували зміну масової частки пектинових речовин у сировині та напівфабрикатах на кожній стадії технологічного процесу одержаних за традиційною технологією (рис. 1).

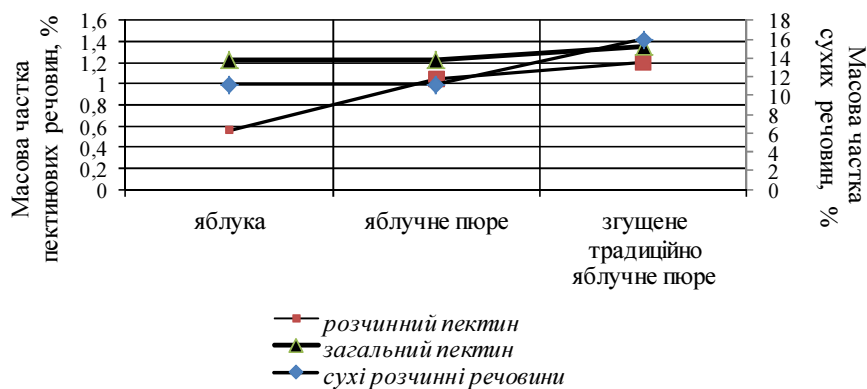


Рис. 1 – Масова частка пектинових речовин у яблуках і його напівфабрикатів

Наявність у яблучному пюре 1,13 % водорозчинних пектинових речовин дає можливість створити умови для подальшого ферментативного згущення продукту без використання випаровування вологи. При уварюванні щільна консистенція яблучного пюре забезпечується зростанням масової частки сухих і пектинових речовин. У подальшому такий продукт може передчасно желувати, що знижує його функціонально-технологічні властивості.

Значення молекулярної маси – 15000 – 56000 Да та ступеня етерифікації 70,3 – 71 % водорозчинних пектинів яблук, яблучного пюре та увареного з нього напівфабрикату поступово зменшується на різних стадіях технологічного процесу, але вони залишаються в зоні високоетерифікованих пектинів.

У якості ферментів, які змінюють ступінь етерифікації пектину, використовували ферментний препарат пектинметилестерази (ФПП) з активністю пектинметилестерази – від 250 до 390 од/г [5].

За зміною ступеня етерифікації пектинових речовин яблучного пюре визначали, залежно від активності ФПП, кількість ферменту, який вносимо у яблучне пюре (рис. 2) та тривалість обробки (табл. 1).

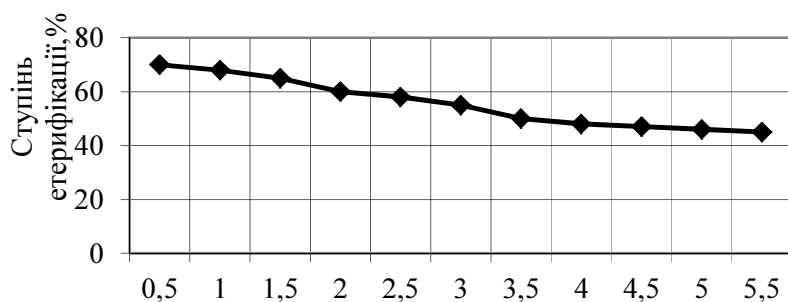


Рис. 2 – Динаміка зміни ступеня етерифікації пектину під дією пектинметилестерази ферментного препарату

Оптимальна кількість ферментного препарату складає 3,5 %, що дає змогу знизити ступінь етерифікації пектинових речовин у яблучному пюре до 40 %.

Кінетика зниження ступеня етерифікації пектинових речовин яблучного пюре наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Кінетика зміни ступеня етерифікації пектину яблучного пюре за наявності пектинметилестерази

Показник	Тривалість ферментування, хв								
	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Ступінь етерифікації, %	70,3	69	58,5	53,4	41,3	40,8	39,8	39,4	39

Витримування ферментованого яблучного пюре більше 25 хвилин не призводить до значного зниження ступеня етерифікації.

Здатність низькоетерифікованих пектинових речовин утворювати драглі залежить і від наявності іонів полівалентних металів – кальцію, магнію.

Вміст кальцію і магнію в яблуках і отриманому з нього пюре визначали експериментальним шляхом за методом, який полягає у сухій мінералізації проби (рис. 3).

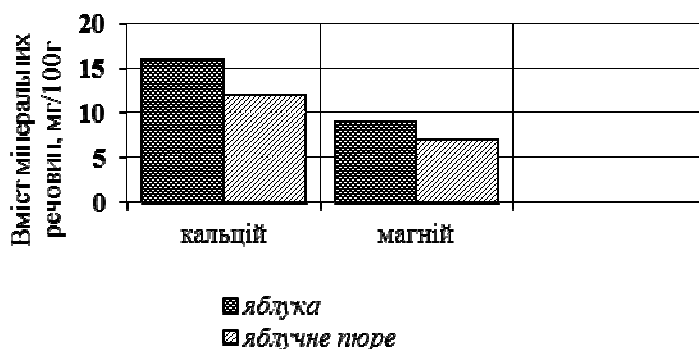


Рис. 3 – Вміст бівалентних катіонів у яблуках та напівфабрикаті

Згідно з теорією драглетування низькоетерифікованого пектину наявність іонів Ca чи Mg сприяють зміцненню структури. Кількість визначених іонів Ca (Mg) у досліджуваній сировині та напівфабрикаті недостатня для утворення щільної консистенції, що потребує внесення у вигляді додаткового кальцієвмісного інгредієнта (глюконату кальцію). Глюконат кальцію вводили до ферментованого ФПП яблучного пюре з метою дослідження різних масових співвідношень із низькоетерифікованим пектином. Результати досліджень впливу масової частки Ca^{2+} на ущільнення яблучного пюре наведені на рис. 4. Драглетуювальну здатність яблучного пюре визначали побічно, за в'язкістю напівфабрикату після термічної обробки.

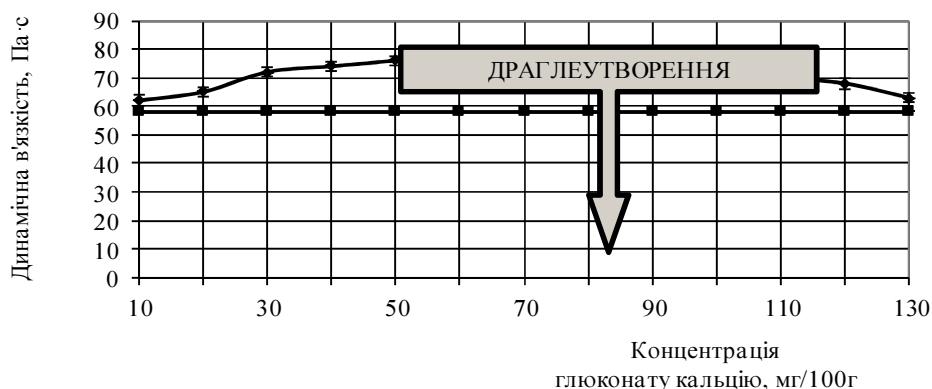


Рис. 4 – Вплив масової частки глюконату кальцію на динамічну в'язкість яблучного пюре

Таким чином, введення 0,6 г глюконату кальцію з масовою часткою в ньому кальцію 56 мг на 1 г модифікованого низькоетерифікованого пектину яблучного пюре дозволяє одержувати щільну консистенцію та драглетоподібний продукт у порівнянні із неферментованим яблучним пюре.

Досліджували фізико-хімічні показники яблук, одержаного з них яблучного пюре, увареного та ферментованого пюре (табл. 2).

Таблиця 2 – Порівняльна характеристика продуктів переробки яблук

Сировина та напівфабрикати	Масова частка					
	Сухих речовин, %	Органічних кислот у перерахунку на яблучну, %	Вуглеводів, %	Динамічна в'язкість, Па·с	ОМФ, мг/100г	Аскорбінової кислоти, мг/100г
Яблука	11,2	0,48	9,85	–	–	8,0
Яблучне пюре	11,2	0,50	10,0	58	0,98	5,0
Згущене традиційне пюре	16	0,68	14,2	124	2,14	3,5
Ферментоване ФПП яблучне пюре із глюконатом кальцію	11,2	0,52	10,0	80	0,98	5,3

Одержане згущене ферментоване ФПП яблучне пюре відрізняється від традиційно згущеного пюре низькими значеннями динамічної в'язкості у 1,5 рази та ОМФ у 2 рази.

Таким чином, визначені технологічні параметри використання ФПП із активною пектинметилестеразою, дія якої підсилюється присутністю іонів кальцію з розрахунку 56 мг на 1 г низкоетерифікованого пектину власно пюре сприяють збереженню природних властивостей сировини, дозволяє максимально використати внутрішні ресурси сировини і забезпечує одержання напівфабрикату з високими функціонально-технологічними властивостями з виключенням ресурсоенергозатратного процесу уварювання.

Література

1. Шобингер, У. Фруктовые и овощные соки. Научные основы и технологии [Текст] / У. Шобингер – СПб.: Профессия, 2004. – 640 с.
2. Голубев, В.Н. Пектин: химия, технология, применение [Текст] / Н.В. Голубев, Н.П. Шелухина.– М.: Изд. АТН РФ, 1995. – 373 с.
3. Корнева, О.А. Применение композитного структурообразователя в производстве плодоовощных напитков с мякотью [Текст] / О.А. Корнева, М.Ю. Тамова, З.Т. Бухтоярова, Ю.А. Олифиренко // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2005. – № 5-6. – С. 120.
4. Влияние способов деэтерификации пектиновых веществ на их растворимость в кислых средах [Текст] / А.Т. Безусов, И.А. Белоусова, Т.И. Никитчина // Научно-виробничий журнал. Харчова наука і технологія. – ОНАХТ, Т2(2). – Одеса, 2008. – С. 27-30.
5. Изменение растворимости пектиновых веществ при ферментативном гидролизе пектинметилэстеразы картофельной мезги [Текст] / Т.И. Никитчина // Наука и образование: проблемы и перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции: в 2 ч. Ч.1 / – Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – С. 211 – 214
6. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений [Текст] / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
7. Зависимость колориметрической реакции галактуроновой кислоты и нейтральных моносахаридов с карбазолом от условий её проведения [Текст] / М.П. Филиппов [и др.] // Изв. АНМолд. ССР. Серия биолог. и хим. наук. – 1986. – №1. – С. 75.

УДК 663.8.002.3-035.66:[634.86:634.11]-035.27

ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ ФРУКТОВО-ЯГОДНЫХ СОКОВ И ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Осипова Л.А., д-р техн. наук, старший научный сотрудник
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Разработана технология напитков на основе фруктово-ягодных соков и пряно-ароматического растительного сырья. Напитки содержат в физиологически значимых концентрациях биологически активные вещества.