

Список літератури

1. Ежедневное информационное издание «Молпром Украины» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <<http://www.moiprom.com>>.
2. Шмидт, Т. И. Обзор украинского рынка молока [Текст] / Т. И. Шмидт // Food & Drinks. – 2009. – № 5. – С. 22–26.
3. Пасько, О. В. Изучение качественных характеристик и подбор стабилизирующей системы кисломолочного комбинированного продукта [Текст] / О. В. Пасько // Современные проблемы производства продуктов питания : 7-я науч.-практ. конф. с международным участием, 7–8 декабря : [сб. докл.] / АлтГТУ. – 2004. – С. 140–143.
4. Емельянов, С. А. Микробиологическая безопасность молочного сырья при выработке кисломолочных продуктов [Текст] / С. А. Емельянов, Е. Р. Смирнов // Лактоза и ее производные : Междунар. симпозиум ММФ и Кисломолочные продукты – технологии и питание : региональная конференция ММФ : [тезисы]. – М. : НОУ «Образовательный научно-технический центр молочной промышленности», 2007. – С. 282–286.

Отримано 1.10.2010. ХДУХТ, Харків.

© Ю.Ю. Агафонова, В.Ю. Прокудіна, К.К. Василиць, 2010.

УДК 664.653.6

А.М. Сесь, доц.

В.В. Піддубний, асист.

Л.В. Даниленко, асист.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ОСМОТИЧНОГО ЗНЕВОДНЮВАННЯ І ЗАСТОСУВАННЯ ДАНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ВАРЕННЯ

Обрано осмотично діючу речовину, досліджено параметри процесу осмотичного зневоднювання і застосовано дані характеристики для технології виробництва варення. Результатами досліджень було підтверджено, що досить великий інтерес у технології консервування харчових продуктів можуть становити яблука як один із найпоширеніших видів сировини для виробництва фруктових концентрованих консервів.

Выбрано осмотически действующее вещество, исследованы параметры процесса осмотического обезвоживания и применены данные характеристики для технологии производства варенья. Результат исследований подтвердил, что достаточно большой интерес в технологии консервирования пищевых продуктов могут представлять яблоки как один из самых распространенных видов сырья для производства фруктовых концентрированных консервов.

The article is devoted to the choice of osmotically active substance and the study of parameters of osmotic dehydration process and application of these characteristics for technology of jam-making. Results of the study proved that apples as one of the widely spread types of raw materials for production of fruit concentrated preserves are of great importance for technology of foodstuffs canning.

Постановка проблеми у загальному вигляді.

Вологоутримуюча здатність плодів залежить від форм, характеру і ступеня міцності зв'язків із матеріалом. В яблуках багато осмотичнозв'язаної вологи, тому вони легко (чи добре) осмотично обезводнюються. При осмотичному обезводненні видаляється осмотичнозв'язана волога, яка знаходиться в клітинах у вигляді клітинного соку і утримується ними (клітинами) за рахунок осмотичного тиску напівпроникних мембран. Для дослідження було обрано сировину, цитоплазменні мембрани якої не стійкі до механічних пошкоджень і, отже, легко віддають вологу. Так в яблуках переважаюча кількість вологи знаходиться в осмотично-зв'язаній формі, це дозволяє використовувати прийоми без фазового обезводнення для розробки нових технологій варення без уварювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результатами досліджень, які проводились різними авторами, було підтверджено, що осмос є ефективним методом видалення вологи для айви, груш та яблук. Опираючись на попередні дані, можна висунути спробу оцінити ефективність різних осмотично діючих речовин. Для осмотичного обезводнення були обрані наступні осмотично діючі речовини: патока, сухий цукор, розчин сахарози та розчин інвертного цукру. Проаналізувавши результати проведених досліджень інших авторів, для осмотичного обезводнення яблук було обрано в якості обезводнювача розчин інвертного цукру.

Мета та завдання статті. Метою даної роботи був вибір осмотично діючої речовини та дослідження параметрів процесу осмотичного обезводнення і застосування даних характеристик для технології виробництва варення.

Виклад основного матеріалу дослідження. У цій роботі було досліджено параметри процесу осмотичного обезводнення, тобто способу видалення вологи із сировини, який відбувається без фазових перетворень. Цим пояснюється його перевага та можливість використання під час виробництва концентрованих фруктових консервів – варення [1]. Дослідження показали, що в яблуках багато осмотичнозв'язаної вологи, тому вони легко осмотично обезводнюються.

Вплив попередньої теплової обробки сировини на процес осмотичного обезводнення дуже істотний. Одним із способів підвищення клітинної проникності є бланшування, при цьому більш інтенсивніше будуть протікати масообмінні процеси при осмотичному

обезводненні. Проведені дослідження показують, що використання попереднього бланшування перед осмотичним обезводненням дозволить скоротити тривалість процесу осмотичного обезводнення в 4 рази.

Авторами були досліджені основні чинники, які впливають на ступінь гідролізу сахарози. Концентрація субстрату – один з найбільш важливих чинників, який визначає швидкість ферментативної реакції. Під час вивчення впливу концентрації субстрату на ступінь гідролізу для розчинів сахарози різної концентрації (20 та 50%), були одержані кінетичні залежності, які є характерними для більшості ферментативних реакцій та мали однакову форму. Одержані кінетичні залежності швидкості ферментативної реакції від концентрації субстрату можна поділити на 3 етапи. Аналіз кінетичних залежностей показує, що ступінь гідролізу залежить від концентрації субстрату: чим вона вище, тим час необхідний для гідролізу, менший і тим швидше досягається максимальний ступінь гідролізу.

Відомо, що швидкість ферментативної реакції гідролізу пропорційна концентрації ферменту. Тому для гідролізу розчинів сахарози різної концентрації концентрація ферменту буде різною. При виборі необхідного значення концентрації ферменту через кожні рівні періоди часу від початку гідролізу відбирали проби інвертних сиропів, в яких після інактивації ферменту визначали ступінь інверсії за кількістю утвореної глюкози.

З одержаних експериментальних залежностей можна побачити, що для обох досліджуваних концентрацій дійсно має місце висунуте твердження, що тривалість гідролізу прямопропорційно залежить від концентрації ферменту, і чим вище остання, тим тривалість гідролізу зменшується. Відповідно до одержаних результатів ступінь гідролізу можна регулювати.

Активність ферментів проявляється в певному інтервалі рН, а в більшості випадків для дії кожного ферменту є певне значення оптимуму рН. Фермент β -фруктофуранозидаза активний в інтервалі рН 4,0...5,5. На основі досліджень авторами було виявлено певні кінетичні залежності ступеня гідролізу від рН середовища. Встановлено, що зменшення тривалості в лужному середовищі по відношенню до оптимуму викликано, скоріше за все, інактивацією ферменту. Вплив рН на спорідненість ферменту до субстрату можна виключити. У діапазоні рН 3,5...5,5 спостерігається зростання швидкості гідролізу, за рН 5,5...10,0 – відбувається поступове зниження швидкості реакції, а максимальному значенню ступеня відповідає точка, в якій рН дорівнює 4,5, що вважається оптимальним значенням.

Найбільш важливим чинником, що впливає на ступінь гідролізу є температура. Дослідження проводили за різних

температурних режимів у інтервалі від 10 до 75° С. Встановлено, що швидкість інактивації ферменту в розчині збільшується з підвищенням температури. Високий температурний коефіцієнт теплової денатурації означає, що процес денатурації характеризується високою теплою активації.

Були проведені дослідження для встановлення температурного оптимуму для 50%-го розчину сахарози за температур 20 ÷ 75° С. Для вивчення впливу температури на ступінь гідролізу фермент інактивували через певні рівні проміжки часу за різних значень температур, а потім визначали його активність у даній температурній зоні.

Проведені експериментальні дослідження створили можливість побудови залежностей ступеня гідролізу від температури мають аналогічний характер і температурний оптимум за різних концентрацій склав 55° С, що пояснюється тим, що даний фермент активний за такої температури, але з підвищенням концентрації розчину ступінь гідролізу зменшується.

Одержані кінетичні залежності дають право стверджувати, що температура, за якої протікає гідроліз, має достатній вплив на ступінь його протікання. Таким чином, із досліджених температур (діапазон 20 ÷ 75° С) найбільш прийнятною у виробничих умовах є температура 55° С, використання такого температурного рівня дозволить зменшити тривалість гідролізу, що для використання в виробничих умовах є доцільним.

Важливою складовою роботи була розробка нової технології виробництва варення з осмотично обезводнених яблук. Варення виготовлене за новою технологією являє собою суміш попередньо обезводнених плодів і концентрованого розчину сахарози з вмістом інвертного цукру 30%.

Попереднє осмотичне обезводнення плодів проводять в розчині інвертного цукру, який одержують ферментативним способом, згідно з параметрами отриманих при вивченні закономірностей процесу осмотичного обезводнення:

- температура – 55° С;
- концентрація – 50%;
- співвідношення – 1:2;
- тривалість – 90-135 хвилин.

Попередньо обезводнені плоди заливають розчином інвертного цукру у співвідношенні 1:1 з додаванням сухого цукру в кількості, яка забезпечить необхідний вміст сухих речовин у готовому продукті на рівні 69% (відповідно до продуктового розрахунку) із вмістом інвертного цукру на рівні 30%.

У технології виробництва варення, підготовка яблук (операції сортування, калібрування, миття, очищення, інспекції, різання і бланшування) ведуться однаково, незалежно від обраної технологічної схеми.

Для порівняння якості готової продукції, виготовляли контрольні зразки варення за новою та діючою технологіями. При цьому імітували трикратну варку варення з яблук у двостінних котлах, чергуючи періоди кип'ятіння (30 хв) і охолодження (10 хв), яке проводили під вакуумом 40 кПа. При такому режимі спостерігається чергування осмотично-дифузійних процесів. Досліди проводили для бланшованих і не бланшованих зразків яблук, як і при дослідженні осмотичного обезводнення.

Запропонована технологія виробництва варення базується на тому, що кількість вологи, яку необхідно випарити, видаляється при попередньому осмотичному обезводненні, що підтверджує можливість не тільки використання даного способу попередньої підготовки для яблук, але і виключення із технологічної схеми виробництва варення процесу уварювання, що характеризує запропоновану технологію, як енергозберігаючу.

Відповідно до технологічної схеми підготовлені яблука, бланшують у воді (60...70° С, протягом 2-3 хвилин) для інактивації ферментів, попередження потемніння плодів та покращення масообмінних процесів при осмотичному обезводненні, а вода після бланшування використовується для отримання розчину інвертного цукру.

Бланшовані яблука подають на осмотичне обезводнення в 50%-ий розчин інвертного цукру, температура якого 55° С, витримуючи співвідношення між плодами та розчином інвертного цукру –1:2; тривалість осмотичного обезводнення – 90÷135 хвилин, вміст сухих речовин в яблуках після осмотичного обезводнення – 34%.

Експериментально підтверджені негативні зміни, які відбуваються при осмотичному обезводненні. Це було враховано в запропонованій технології шляхом використання робочого розчину інвертного цукру для осмотичного обезводнення наступної порції яблук та як складової частини варення.

Після завершення осмотичного обезводнення яблука відокремлювали від розчину інвертного цукру і подальші технологічні операції проводили за наступною схемою:

- розчин інвертного цукру фільтрують, визначають масову частку розчинних сухих речовин, як в плодах так і в розчині інвертного цукру і поділяють на дві частини;

- одну частину з масовою часткою сухих речовин 43% подають в МЗС на змішування з плодами (співвідношення 1:1) та необхідною кількістю сухого цукру (згідно з розрахунком);

- у другій частині масову частку розчинних сухих речовин доводять до 50% сухим цукром і подають на обезводнення наступної партії яблук.

Зміну рН і масову частку вітаміну С в процесі осмотичного обезводнення в розчині інвертного цукру та в плодах наведено в табл.1.

Таблиця 1 – Характеристика впливу осмотичного обезводнення на хімічні показники сировини

Показники	Природа ОДР	t, °C	Тривалість осмотичного обезводнення, хв				Концентрація розчинів ОДР, %	
			початок обезводнення	30	60	120		150
рН	цукровий сироп	20	5,7	5,6	5,5	5,4	5,3	50
		30	5,7	5,5	5,4	5,1	5,0	
		40	5,6	5,5	5,3	4,8	4,6	
		50	5,6	5,2	4,9	4,6	4,4	
		60	5,6	5,0	4,2	3,8	3,7	
	розчин інвертного цукру	20	5,6	5,4	5,0	4,7	4,2	50
		30	5,6	5,3	5,0	4,6	4,0	
		40	5,6	5,1	4,9	4,6	3,9	
		50	5,6	5,1	4,7	4,5	3,8	
		60	5,6	5,2	4,8	4,4	3,8	
Вітамін С	цукровий сироп	50	4,2	3,6	3,2	2,6	2,0	в плодах
	розчин інвертного цукру	50	4,2	3,8	3,6	3,0	2,5	в плодах

З таблиці 1 видно, що із очищених яблук вилужуються органічні кислоти, про що свідчить зміна рН розчину інвертного цукру (з 5,6 до 3,8); вміст вітаміну С в плодах за 90-135 хвилин осмотичного обезводнення (за t=55° С розчину) зменшується в 1,5 рази – з $4,2 \times 10^{-3}\%$ до $2,5 \times 10^{-3}\%$.

Для розчинення сухого цукру і рівномірного розподілу його в розчині інвертного цукру і плодах, суміш нагрівають до $t=85^{\circ}\text{C}$ і подають на фасування, дотримуючись співвідношення плоди:сироп – 1:1.

Фасують варення в попередньо підготовлені банки Ш-68-350, закупорюють і стерилізують за режимом, який наведено в технологічній інструкції.

Варення, виготовлене за запропонованою технологією, має приємний зовнішній вигляд. Плоди – щільної консистенції, не зморщені, колір – притаманний свіжим плодам. Сироп – густий, в'язкий, нежелуючий.

Була проведена дегустація дослідних зразків «Варення з яблук». Дані дегустації занесено в табл. 2.

*Таблиця 2 – Дегустаційна оцінка «Варення з яблук»
(за 5-бальною системою)*

Варіанти дослідних зразків	Оцінка в балах				
	Зовнішній вигляд	Смак	Запах	Колір	Загальний середній бал
1 (традиційна)	3,65	4,38	4,15	3,83	4,00
2 (нова)	4,75	4,82	4,71	4,86	4,79

Як видно з таблиці 2, зразки варення за діючою технологією за органолептичними показниками і зовнішнім виглядом, кольором і запахом поступаються зразкам варення, які виготовлені за новою технологією.

Висновки. Осмотичне обезводнення як спосіб видалення вологи має переваги над іншими і тому доцільно його застосування в технології виробництва концентрованих фруктових консервів – варення. Пропонується замінити процес уварювання на попереднє осмотичне обезводнення.

У результаті проведених досліджень встановлені умови процесу попереднього осмотичного обезводнення яблук:

- обрано осмотично діючу речовину – розчин інвертного цукру, який планується одержувати ферментним методом, з використанням ферменту інвертази (β -фруктофуранозидази);
- використання попередньої теплової обробки для яблук – бланшування за $60\div 70^{\circ}\text{C}$, тривалість 2-3 хвилини;
- температура розчину – 55°C ;
- концентрація розчину – 50%;

- тривалість процесу обезводнення 90-135 хвилин.

Для одержання інвертного сиропу із вмістом 30÷40% інверту процес гідролізу слід проводити за наступних параметрах:

- концентрація ферменту для 50%-го розчину сахарози;
- температура – 55° С;
- рН – 4,5.

Одержаний інвертний сироп, який містить 30÷40% інверту, має гарні органолептичні властивості та буде використаний в якості осмотично діючої речовини для обезводнення яблук.

Технологія запропонованого способу виробництва складається з наступних технологічних операцій:

- підготовка яблук;
- одержання розчину інвертного цукру ферментним методом за допомогою ферменту інвертази (β -фруктофуранозидази);
- осмотичне обезводнення підготовлених яблук в одержаному розчині;
- виключення процесу уварювання та заміна на осмотичне обезводнення;
- фасування, закупорювання, стерилізацію.

Запропонована технологія дозволить скоротити час виробництва варення з яблук, який передбачений діючими технологічними інструкціями; одержати варення гарної якості; спростити апаратне оформлення та запобігти виникненню можливих видів браку варення (зацукровування), за рахунок заміни процесу уварювання на попереднє осмотичне обезводнення і використання готового розчину інвертного цукру.

Список літератури

1. Філіпова, Л. Ю. Технології виробництва консервованих продуктів для не медикаментозної корекції порушених функцій організму дітей [Текст] / Л. Ю. Філіпова, С. Ф. Пономаренко, В. П. Кульчицька // Наук. праці ОДАХТ.– Одеса, 2002. – Вип. 23: Нові технології в консервування та виноробстві. – С. 37–39.
2. Біологічна цінність консервів [Текст] / Г. Хоміч [та ін.] // Харчова промисловість. – 2002. – № 7. – С. 17–18.

Отримано 1.10.2010. ХДУХТ, Харків.

© А.М. Сесь, В.В. Піддубний, Л.В. Даниленко, 2010.