

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Мельнічук Оксана Євстахівна

УДК 664.853.55

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ВИРОБНИЦТВА ВАРЕННЯ

Спеціальність 05. 18. 13 – технологія консервованих продуктів

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Одеса - 2003

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій і в Тернопільському державному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти та науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
Безусов Анатолій Тимофійович,
Одеська національна академія харчових технологій,
завідувач кафедри технології консервування

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Пилипенко Людмила Миколаївна,
Одеська національна академія харчових технологій
Професор кафедри біохімії та мікробіології

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Пономаренко Світлана Федорівна,

Державний науково-дослідний проектно-конструкторський
інститут “Консервпромкомплекс”, старший науковий співробітник відділу розробки технологій
виробництва продуктів дитячого харчування

Провідна установа: Національний університет харчових технологій,
кафедра процесів та апаратів і технології консервування
Міністерство освіти та науки України, м. Київ

Захист відбудеться 18.12.2003 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д
41.088.01 при Одеській національній академії харчових технологій: 65039, м. Одеса, вул. Канатна,
112.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії
харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса-39, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий 12.11.2003 року

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук, професор

Гапонюк О.І.

Актуальність теми. Класичні способи виробництва варення пропонують різну попередню
підготовку сировини, але в кожному з них визначальним процесом є процес уварювання до
необхідного вмісту розчинних сухих речовин 68-72%.

Найбільш поширеним способом виробництва варення є одноразове варіння в двостінних котлах.
Для сировини (яблук, абрикосів, слив), де протікання осмотично-дифузійних процесів
тривале, використовують багаторазовий процес варіння (чергування нагрівання і охолодження).
Модифікацією цієї технології є виробництва варення з використанням вакуум-випарних апаратів
(ВВА), в якому процеси нагрівання при атмосферному тиску і охолодження при вакуумі сприяють
більш швидкому проникненню цукру в плоди.

Складність технологій виробництва варення кожним з перелічених способів полягає в підтриманні
постійного контролю за рецептурним складом готового продукту, так як зменшення об'єму плодів
в процесі уварювання буде вести до утворення надлишкового сиропу; з іншого боку особлива
увага надається вуглеводному складу сиропу, порушення якого веде до виникнення браку готової
продукції у вигляді зацукровування сахарозного чи глюкозного.
Інтенсифікація виробництва концентрованих фруктових консервів в основному іде за рахунок
використання короткочасної високотемпературної обробки, що негативно впливає на якість
продукту.

Зниження якості варення пов'язано з тим, що в процесі варіння та зберігання готового продукту
створюються сприятливі умови для взаємодії моносахаридів, органічних кислот, вільних
амінокислот і поліфенольних сполук (ПФ), білків. Процеси, які пов'язані з потемнінням варення,
протікають самовільно, ними важко керувати при існуючих технологіях виробництва варення.

Тому розробка технологій, які б в меншій мірі впливали на зміни компонентів сировини та органолептичні показники вже готової продукції, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дисертаційна робота виконана відповідно з держбюджетною тематикою науково-дослідних робіт ОНАХТ (“Розробка технологій поліфункціональних домішок та харчових продуктів загального, лікувально-профілактичного призначення” №0197 U016055).

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є розробка технологій концентрованих фруктових консервів з використанням методів та способів збезводнення плодів, які б дозволили досягнути високого ступеню зберігання нативних властивостей сировини, біологічно активних речовин (БАР) при виробництві варення.

Ступінь руйнування БАР залежить від тривалості термічної обробки: чим більший температурний вплив на сировину, тим швидше протікають процеси розпаду; тому в основу нової технології виробництва варення були закладені принципи скорочення теплової дії і енергозбереження, хоча енергозбереження не було самоціллю. Вони стають оправданими тільки тоді, коли досягається висока якість, нешкідливість готової продукції.

Для досягнення цієї мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- обґрунтувати вибір сировини і визначити форми зв'язку вологи в плодах;
- дослідити процес осмотичного збезводнення яблук з вибором найбільш ефективного збезводнювача;
- обґрунтувати параметри попереднього збезводнення сировини осмотичним способом для виробництва варення з яблук;
- вивчити процес інверсії цукрового сиропу ферментним способом за допомогою інвертази (β -фруктофуранозидази);
- визначити закономірність впливу різних факторів на процес інверсії;
- розробити технологію виробництва консервів “Варення з яблук” з використанням способу осмотичного збезводнення;
- розробити схему комплексної переробки вишні на сік і варення з використанням методу фракціонування – розділення плодової маси на плоди та сік-самоплив;
- обґрунтувати режими стерилізації для запропонованих видів консервів;
- провести оцінку якості сировини і запропонованих нових видів концентрованих фруктових консервів – варення після виробництва і при зберіганні;
- розробити проект нормативної документації (НД) на нові технології виробництва варення.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено форми зв'язку вологи фруктової сировини; обґрунтовано та експериментально підтверджено можливість застосування таких способів вилучення вологи, як попереднє осмотичне збезводнення (ОЗ) для яблук і фракціонування – для вишні; досліджено кінетику гідролізу 50%-ного розчину сахарози ферментним способом з використанням ферменту інвертази (β -фруктофуранозидази); вперше теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено кількість вилученого соку-самопливу з плодової маси (вишні) для використання фракціонування; запропоновано технологічну схему виробництва варення з виключенням процесу уварювання і заміна його попереднім осмотичним збезводненням для яблук і фракціонуванням для вишні; розроблена схема комплексної переробки вишні на сік та варення.

На запропоновані технічні рішення отримано деклараційний патент України на винахід та позитивне рішення.

Практичне значення одержаних результатів. На основі експериментальних і теоретичних досліджень вдосконалена технологія виробництва концентрованих фруктових консервів – варення з виключенням процесу випаровування шляхом заміни його попереднім осмотичним збезводненням для яблук та фракціонуванням для вишні. Це дозволило скоротити тривалість теплової дії на продукт та покращити органолептичні, фізико-хімічні показники готової продукції, що дало право вважати дані технології енергозберігаючими. Вдосконалені технології виробництва варення з яблук та вишні без кісточки підтвержені виробничими випробуваннями на філії “Консервний завод” ТЗОВ ВКК “Декор” с.Жовнівка Бережанського району Тернопільської області. Використання в якості ОДР розчину інвертного цукру, який одержаний у виробничих умовах ферментним методом, дозволить зменшити тривалість процесу осмотичного збезводнення за рахунок більшого осмотичного потенціалу та запобігти виникненню можливого небажаного виду браку – зацукровуванню при використанні запропонованої технології.

На підставі одержаних даних по застосуванню нових прийомів в концентруванні розроблено проект нормативної документації (НД). Представлена характеристика готового продукту за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок полягає в виконанні аналітичної та експериментальної роботи, аналізі й узагальненні одержаних результатів, формуванні висновків і рекомендацій, підготовці матеріалів досліджень до публікації, розробці нормативно-технічної документації, промислової апробації запропонованих технологій.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи обговорювались на кафедрі технології консервування ОНАХТ і були повідомлені на конференціях: 60-тій ювілейній науковій конференції ОНАХТ, м. Одеса (26.04.2000р); IV-тій науково-технічній конференції ТДТУ імені Івана Пулюя, м. Тернопіль (17-19.05.2001р); 61-шій науковій конференції ОНАХТ, м. Одеса (24-27.04.2001р); 7-мій міжнародній науково-технічній конференції УДУХТ, м. Київ (23-25.10.2001р); 62-гій науковій конференції присвяченій ювілею академії і 55-річчю Науково-дослідної частини ОНАХТ, м. Одеса (23-26.04.2002р); 6-тій науковій конференції ТДТУ імені Івана Пулюя, м. Тернопіль (24-26.04.2002р).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 9 друкованих робіт; з них 4 у фахових журналах, 3 тези доповідей конференцій, отримано деклараційний патенти України на винахід та позитивне рішення.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація викладена на 204 сторінках та містить 9 таблиць (9 стор.), 22 рисунки (21 стор.), а також 13 додатків (87 стор.). Список використаних джерел містить 143 найменувань (12 стор.).

Основний зміст роботи

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, відзначено новизну та практичне значення одержаних результатів.

В першому розділі на базі аналізу літературних джерел розглянуті класичні способи виробництва концентрованих фруктових консервів (варення); приведена характеристика кожного із способів. Охарактеризовано процеси, які протікають при варінні варення та способи їх інтенсифікації. Розглянуто вплив процесу варіння на якість готової продукції.

Охарактеризовано процеси попереднього осмотичного збезводнення та фракціонування і шляхи їх застосування у технології концентрованих продуктів високої якості. Зроблена оцінка способів інверсії сахарози, які використовуються в промисловості; визначено переваги та недоліки кожного із них.

Оговорено та визначено проблеми, які впливають на якість варення та шляхи одержання високоякісної продукції. Саме це дозволило сформулювати мету та завдання досліджень.

В другому розділі викладені відомості про об'єкти та методи досліджень. Подана структурна схема, що відображає основні напрямки досліджень і взаємозв'язок етапів вирішення поставлених завдань.

Об'єктами досліджень обрано сорти яблук ранніх та пізніх термінів дозрівання, свіжі вишні з темнозабарвленими плодами з сильно забарвленою м'якоттю та високим вмістом сухих речовин, які рекомендовані для виробництва варення. Для вивчення складу, властивостей сировини, готової продукції були використані фізико-хімічні, органолептичні, біохімічні та мікробіологічні методи досліджень.

Для вивчення кінетичних характеристик, зокрема активності ферменту (β -фруктофуранозидози), користувались ферментним методом. Вибір параметрів процесу інверсії 50%-ного розчину сахарози був підтверджений методами математичного моделювання.

Основна частина досліджень проведена в лабораторіях кафедри технології консервування і науково-дослідній частині ОНАХТ та в Тернопільському державному технічному університеті імені Івана Пулюя, окремі дослідження проведені в Тернопільській дослідній станції Інституту ветеринарної медицини.

В третьому розділі "Дослідження процесу осмотичного збезводнення і обґрунтування параметрів процесу" наведено результати експериментальних досліджень по обґрунтуванню вибору сировини, осмотично діючої речовини (ОДР), параметрів процесу попереднього осмотичного збезводнення та обґрунтовано можливість застосування даних характеристик для технології виробництва варення.

Для впровадження попереднього осмотичного збезводнення, як способу видалення вологи з сировини, були вивчені форми зв'язку вологи в різних плодах, оскільки вологоутримуюча здатність сировини залежить від форм, характеру і ступені міцності зв'язків води з матеріалом. Одержані результати по визначенню форм зв'язків вологи (колоїдно-зв'язаної та осмотично-зв'язаної) у деяких видах фруктів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика форм зв'язку вологи в плодах

Назва сировини	Форми зв'язку вологи, %		
	загальна волога	в т.ч. зв'язана	
		колоїдна	Осмотична
Вишня	84,35	15,66	68,68
Яблука	84,10	23,00	61,10
Чорна смородина	78,11	32,25	45,86
Виноград	79,16	25,90	53,30
Слива	75,11	71,30	16,20
Груші	90,50	17,80	70,70
Банани	77,40	59,10	18,30

Одержані результати дозволили науково обґрунтувати вибір сировини та спосіб вилучення вологи. Для порівняння була обрана сировина, цитоплазматичні мембрани якої стійкі до механічного пошкодження і, отже, погано віддають сік – сливи, чорна смородина. Так як в яблуках і вишні переважна кількість вологи знаходиться в осмотично-зв'язаній формі, це дозволило використати прийоми безфазового збезводнення для розробки нових технологій варення без уварювання.

Оцінена ефективність різних ОДР: патока, сухий цукор, розчин сахарози і розчин інвертного цукру. Вихідні дані – температура розчинів 20°C, співвідношення між плодами і розчином 1: 2.

Як видно, процес осмотичного збезводнення протікає інтенсивно в перші 6-10 годин (рис.1). Виключенням є розчин інвертного цукру, при використанні якого для ОЗ, відсмоктування вологи відбувається найефективніше.

На нашу думку, хоча цукор і є найбільш широко доступною ОДР, але така велика тривалість процесу в виробничих умовах небажана, тому його було виключено, як небажаний для подальших досліджень. Швидкість ОЗ залежить від тиску, який створює ОДР, а його величину можна розрахувати за формулою $P=(m/\mu) \cdot R \cdot T$, з якої видно, що при одній і тій же концентрації ОДР (m), більший тиск буде створювати та, в якій менша молекулярна маса (μ).

Використання розчину інвертного цукру (суміш фруктози і глюкози) в якості ОДР в технології варення доцільно не тільки тому, що він володіє більшим осмотичним потенціалом. При виробництві варення за традиційними способами розчин інвертного цукру утворюється в процесі варіння і його кількість нормується: для запобігання зацукровування варення варіння ведуть в умовах, які забезпечать 30÷40%-ний гідроліз цукрового сиропу. До того ж цей збезводнювач найменше вивчений.

Кінетика осмотичного збезводнення в діапазоні температур 20÷80°C показує, що з підвищенням температури розчину активізуються масообмінні процеси і ОЗ протікає більш інтенсивно. Але одночасно з підвищенням температури 50°C проходять втрати органічних кислот, водорозчинних речовин і підсилюються реакції мелаїдиноутворення; тому високі температурні режими нами були відкинуті з досліджень, як ті, які небажані (рис.2).

Рис.1. Залежність зміни маси плодів при збезводненні від природи ОДР

Рис. 2. Зміна маси плодів при збезводненні при різних температурах розчину інвертного цукру

Основним показником, який відіграє провідну роль та впливає на процесу осмотичного збезводнення, є концентрація ОДР. Для досліджень був вибраний діапазон концентрацій ОДР - 30÷60%. Вплив концентрації розчину інвертного цукру на тривалість осмотичного збезводнення наведено на рис.3.

Враховано вплив попередньої теплової обробки сировини на процес ОЗ (рис.4), так як на інтенсивність процесів масообміну впливають і анатомічні особливості та окремі структурні елементи плодів. Яблука очищали, нарізали на дольки і піддавали бланшуванню. Бланшування проводили водою, температура якої становила 60÷70°C, протягом 2-3 хвилин, так як при таких умовах максимально збільшується клітинна проникність, денатурують білкові речовини, частково проходить відшаровування протоплазми клітин від оболонки, збільшуються міжклітинні ходи, з тканин частково видаляється повітря.

Рис.3. Вплив концентрацій розчину інвертного цукру на тривалість процесу осмотичного збезводнення яблук

Рис.4. Вплив попередньої теплової обробки на тривалість процесу осмотичного збезводнення яблук

Інтенсивність процесу осмотичного збезводнення залежить і від співвідношення між $G_{пл}$ і $G_{р-ну}$ і з його підвищенням зростає. Для більш інтенсивного протікання ОЗ плоди повинні бути повністю занурені в розчин ОДР. Це досягається при співвідношенні між масою плодів $G_{пл}$ і масою розчину інвертного цукру $G_{р-ну}$ - 1:2. Таке співвідношення забезпечує повне занурення плодів в процесі осмотичного збезводнення та дозволяє запобігти утворенню великої кількості надлишкового сиропу.

Зміна маси плодів при збезводненні залежить від сортових особливостей сировини і для кожного конкретного випадку необхідно підбирати свої умови попереднього ОЗ. Тривалістю ОЗ можна задаватись, наперед визначившись, який вихід збезводненого напівфабрикату необхідно одержати. Технологічні розрахунки рецептури варення показують, що для виключення процесу уварювання вихід збезводнених яблук повинен складати 52% з вмістом сухих речовин 36%. При цьому тривалість збезводнення в 50%-ному розчині при 55°C лежить в межах 90-135 хвилин. Нова технологія виробництва варення з яблук передбачає наявність готового розчину інвертного

цукру як в якості ОДР і як компонента в рецептурі варення.

Стабільність цукрових сиропів в варенні залежить від масової частки в ньому сахарози та інвертного цукру. Встановлено, що при масовій частці інвертного цукру в сиропі 30÷40%, процеси кристалізації не протікають, при рекомендованих умовах зберігання варення.

Для отримання інвертного цукру високої концентрації використовували ферментний метод гідролізу сахарози. Вивчені фактори, які впливають на швидкість процесу гідролізу сахарози за допомогою ферменту β -фруктофуранозидази.

Каталітична активність ферменту базується на кількісній оцінці швидкості ферментної реакції.

При дослідженні факторів, які впливають на швидкість гідролізу сахарози, було вивчено вплив різних концентрацій сахарози 20÷50%, концентрації ферменту, рН, температури субстрату.

Залежності впливу температури субстрату на ступінь гідролізу наведено на рис.5.

Рис.5. Залежність ступеню гідролізу сахарози від температури

Одержані залежності впливу температури для висококонцентрованих розчинів сахарози є характерними для більшості ферментативних реакцій та мають однакову форму. Швидкість протікання гідролізу характеризується в основному початковою швидкістю реакції і залежить від концентрації субстрату і зменшується з часом для всіх розчинів сахарози.

Важливим фактором, що впливає на швидкість ферментативної реакції, є концентрація ферменту. Концентрацію ферменту β -фруктофуранозидази було розраховано, виходячи з її активності для розчинів сахарози (20 та 50% концентрації), а правильність розрахунків перевірено рядом паралельних досліджень.

Швидкість ступеню гідролізу прямо пропорційна концентрації ферменту і чим вища остання, тим тривалість гідролізу зменшується (рис.6).

Рис.6. Залежність ступеню гідролізу від концентрації ферменту для 20%-ного (а) і 50%-ного (б) розчину сахарози

Відповідно до одержаних результатів тривалість гідролізу можна регулювати необхідним ступенем гідролізу.

Активність ферменту проявляється в певних інтервалах рН. β -фруктофуранозидаза проявляє свою активність в інтервалі 4,0÷5,5 (рис.7).

Рис.7. Залежність ступеню гідролізу від рН середовища для розчинів сахарози різної концентрацій

Закономірності впливу на ступінь інверсії сахарози факторів, які визначають початкову швидкість ферментативної реакції, описується рівнянням регресії:

$$y=18557,02-342,612 \cdot x_1+151,488 \cdot x_2-4287,94 \cdot x_3-2,592 \cdot x_1 \cdot x_2+79,347 \cdot x_1 \cdot x_3-27,28 \cdot x_2 \cdot x_3+0,456 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3,$$

де y – масова частка інвертного цукру; x_1 – температура розчину, x_2 – концентрація розчину сахарози, x_3 – рН.

В четвертому розділі обґрунтована розробка нової технології виробництва варення з осмотично збезводнених яблук. Згідно технологічної схеми виробництва (рис.8), попередні

операції підготовки яблук (сортування, калібрування, миття, очищення, інспекція, різання і бланшування) ведуться однаково, незалежно від вибраної технології.

ЯБЛУКА

Рис. 8. Технологічна схема виробництва консервів “Варення з яблук”

Для порівняння якості готової продукції виготовляли контрольні зразки варення за новою та діючою технологією. При цьому імітували 3-х кратну варку варення з яблук в двостінних котлах, чергуючи періоди кип'ятіння (30хв) і охолодження (10хв), яке проводили під вакуумом 40кПа замість вистоювання протягом декількох годин.

При таких умовах ведення процесу спостерігалось чергування осмотично-дифузійних процесів, що наглядно видно з графіків (рис.9).

Рис. 9. Характеристика осмотично-дифузійних процесів при варінні варення за діючою технологією

Як видно з графіків, попередня обробка сировини впливає на дифузійно-осмотичні процеси, на зміну об'єму і маси плодів при варінні варення, але характер змін однаковий (рис. 9, а, б).

При варінні правильність ведення процесу контролюється по збереженню об'єму плодів, що оцінюється коефіцієнтом K ($K=V/V_0$), (рис.9, в), який для плодів із щільною тканиною дорівнює 1.

При варінні домінують осмотичні процеси і об'єм плодів зменшується, при охолодженні – об'єм збільшується внаслідок протікання дифузійних процесів. Це підтверджує існуючу думку про те, що і загибла клітина, зі зруйнованою цитоплазматичною мембраною, працює як осмотична система і, незалежно від попередньої обробки сировини, головним для дифузії цукру в плоди є створення перепаду тиску по обидві сторони мембрани, що і досягається чергуванням нагрівання і охолодження.

Уварювання за традиційною технології вели при відносно високих температурах, тому самі умови ведення процесу впливали на структурні зміни в тканинах і погіршували якість готового продукту. Той факт, що в кінці кожного варіння (рис.9, в) об'єм бланшованих плодів (яблук) після протікання осмотично-дифузійних процесів повертається до початкового ($K=1$), показав, що можна обійтись однократним циклом, принципово змінивши процес концентрування. Запропонована технологія виробництва варення базується на тому, що кількість вологи, яку необхідно випарити, видаляється при попередньому осмотичному збезводненні, 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.

Експериментально підтверджені негативні зміни, які відбуваються при осмотичному збезводненні з очищених яблук вилужуються органічні кислоти, про що свідчить зміна рН розчину інвертного цукру (від 5,6 до 3,8); вміст вітаміну С в плодах за час осмотичного

збездонення за 135 хвилин при $t=55\text{ }^{\circ}\text{C}$ зменшився в 1,5 рази з $4,2 \times 10^{-3}\%$ до $2,5 \times 10^{-3}\%$. Це було враховано в запропонованій технології шляхом використання робочого розчину інвертного цукру для осмотичного збездонення наступної порції яблук та як складової частини варення.

Заключний етап технологічного процесу – стерилізація, проводилась згідно параметрів, регламентованих НД. Математична оцінка мікробіологічної ефективності діючого режиму

показала, що він гарантує мікробіологічну стабільність готової продукції, оскільки його летальність (A) складає 80,95 ум.хв при необхідній летальності $40 \div 80$ ум.хв (для *P.glaucum* при вмісту с.р.=68%), що відповідає умові наукового обґрунтування режимів стерилізації - $A_D \geq A_H$.

П'ятий розділ “Розробка технології вишневого варення” містить результати досліджень по обґрунтуванню можливості використання способу фракціонування для вишні, розрахунки кількості вилученого соку-самопливу, рецептуру та наукове обґрунтування режимів стерилізації запропонованого виду консервів “Варення з вишні без кісточки” з оцінкою ефективності за мікробіологічними показниками.

Тривала теплова обробка, яка має місце при варінні варення, призводить до руйнування БАР сировини та насамперед поліфенолів, які обумовлюють колір вишні.

При виробництві консервів “Варення з вишні без кісточки” було враховано факт, що після видалення з вишні кісточка утворюється $34 \div 40\%$ соку-самопливу. Згідно розрахунків така ж кількість вологи випаровується при традиційному способі виробництва варення з вишні без кісточка.

Для збереження біологічно активних речовин нами була запропонована схема комплексної переробки вишні, яка полягає в використанні способу фракціонування – розділення плодової маси на плоди з соком ($60 \div 65\%$), з використанням їх для виробництва варення, і сік-самоплив - $35 \div 40\%$ (рис.10).

Порушення цілісності плоду при вилученні кісточка та наступне відділення соку-самопливу активізує пектинметилестеразу, дія якої направлена на зниження ступеню етерифікації пектинових речовин плоду. Це позитивно впливає на структуру м'якоті, здатність утримувати вологу після відділення соку-самопливу; колір, який пов'язаний зі зміною якісного та кількісного складу поліфенольних сполук (табл.2).

Таблиця 2

Динаміка змін поліфенольних сполук вишні

Вишня (сорт Володимирський)	Показники, $\times 10^{-3}\%$			
	антоціани	флаваноли	лейкоантоціани	катехіни
з кісточкою	2480	150	670	43
без кісточка	2612	147	716	22
після вилучення соку	1672	105	494	14

ВИШНЯ

Рис. 10 Технологічна схема комплексної переробки вишні на сік та варення з використанням

способу фракціонування

Готове варення фасували, закупорювали і стерилізували по режиму , згідно НД.

Проведена розшифровка летальності цього режиму (А) показала, що її величина відповідає умові наукового обґрунтування режимів стерилізації.

Теплофізична та мікробіологічна характеристика досліджуваного режиму для консервів “Варення з вишні без кісточки” представлені на рис.11.

Рис. 11. Криві прогрівання автоклаву (1), продукту (2) , летальність (3), антоціанове число (4) режиму стерилізації консервів “Варення з вишні без кісточки”,

в тарі Ш-68-350 ,

Розроблена технологія виробництва варення направлена на максимально можливе збереження БАР, руйнування яких проходить за рахунок окислювальних процесів при попередній обробці та при уварюванні. Для кількісної оцінки зміни кольору при стерилізації використано показник “антоціанове число”. Розрахунок показав, що при дослідженому режимі теплової обробки “антоціанове число” ($A_{ан}$) складає 70ум.хв., що свідчить про невеликий (до 10%) ступінь деградації антоціанів при стерилізації.

Запропонована технологічна схема виробництва “Варення з вишні без кісточки” випробувана в промислових умовах. Виготовлене варення має приємний зовнішній вигляд, солодко-кислий смак, властивий свіжій вишні.

Порівняльний аналіз спектрограм, які були зняті з спиртових витяжок варення з вишні без кісточки, виготовленого різними способами, через певні проміжки часу після виробництва дає можливість судити про зміни, які відбуваються з ПФ сполуками при зберіганні (рис.12 а, б): за новою технологією втрати антоціанів у свіжоприготовленому варенні та після 12 місяців зберігання не значні (10%), за традиційною технологією втрати після 12 місяців зберігання склали близько 50%.

Найбільший вплив на руйнування ПФ сполук має процес доварювання при концентрації сухих речовин від 62-63% до 69-70%, так як тільки на цій стадії технологічного процесу втрати ПФ сполук складають для антоціанів –14%, флавонолів –23%, лейкоантоціанів – 10%.

Рис. 12. Спектральні характеристики консервів “Варення з вишні без кісточки”
а) свіжоприготовленого; б) після 12 місяців зберігання

Використання ж способу фракціонування дозволило максимально можливо зберегти БАР, які в достатньо великій кількості присутні у вишні, спростити апаратурну схему виробництва “Варення з вишні без кісточки”.

ВИСНОВКИ

1. Досліджені та вивчені форми зв'язку вологи в різних фруктах з метою обґрунтування вибору сировини. Наявність в яблуках і вишні значної кількості вологи в осмотично-зв'язаній формі дозволило використати попереднє осмотичне збезводнення та фракціонування, як способи безфазового видалення вологи та застосування даних прийомів для розробки нових технологій виробництва варення.

2. Обґрунтовано вибір інвертного цукру як найбільш ефективного збезводнювача для попереднього осмотичного збезводнення яблук і встановлені оптимальні умови процесу: співвідношення між $G_{\text{пл.}}$ і $G_{\text{р-ну}}$ – 1:2, концентрація розчину 50%, температура 55 °С, з бланшуванням яблук ($\tau=2\div3$ хв., $t=60\div70$ °С).

3. Досліджено процес інверсії сахарози з використанням β -фруктофуранозидази і вивчено закономірності впливу на ступінь інверсії сахарози температури розчину, концентрації субстрату і рН. Встановлено оптимальне значення концентрації субстрату (50%) і оптимальні параметри одержання розчину інвертного цукру з практичним застосуванням одержаного сиропу (ступінь гідролізу на рівні 30÷40%) в виробництві варення з яблук.

4. Розроблено енергозберігаючу технологію виробництва консервів “Варення з яблук” з використанням попереднього ОЗ, яка дозволяє відмовитися від процесу уварювання, спростити апаратне оформлення та запобігти виникненню можливого браку варення – зацукровування та зменшення нагромадження ОМФ в 10 раз.

5. Запропоновано схему комплексної переробки вишні на сік і варення з дослідженням і використанням способу фракціонування – розділенням плодової маси після видалення кісточки на плоди і сік-самоплив.

6. Розроблено енергозберігаючу технологію консервів “Варення з вишні без кісточки” з виключенням процесу уварювання за рахунок попереднього відділення шляхом фракціонування 34÷40% соку-самопливу, який при традиційному способі уварюють разом з плодами.

7. Науково обґрунтовано режими стерилізації варення, які забезпечують мікробіологічну стабільність і характеризуються необхідними величинами летальності для концентрованих фруктових консервів – варення.

8. Розроблено технологію виробництва консервів “Варення з вишні без кісточки”, яке дозволяє максимально можливо зберегти БАР сировини, руйнування яких проходить за рахунок окислювальних процесів при попередній підготовці сировини і термічного руйнування при уварюванні. Ступінь деградації антоціанів при стерилізації невеликий – на рівні 10%.

9. Розроблені технології і рецептури консервів “Варення з яблук” та “Варення з вишні без кісточки” захищені деклараційним патентом України та позитивним висновком. Проведено виробничу апробацію розроблених технологій і розроблено проект нормативної документації.

10. Економічний ефект від впровадження нових технологій виробництва варення “Варення з яблук” – 1479,96тис.грн./тоб., “Варення з вишні без кісточки” – 758,57тис.грн./тоб.

Перелік робіт, що опубліковані за темою дисертації:

1. Безусов А.Т., Сторожук В.М., Мельнічук О.Є. Дослідження процесу осмотичного збезводнення яблук в технології варення//Наукові праці Одеської державної Академії харчових

технологій/Міністерство освіти України.-Одеса.-2001.-вип.22:Удосконалення існуючих та розробка нових технологій для харчової та зернопереробної промисловості:-С.45-48.

Автором зроблений аналіз традиційних способів виробництва варення та проведені експериментальні дослідження процесу осмотичного збезводнення, вибрано ефективну осмотично діючу речовину (ОДР) – розчин інвертного цукру.

2. Сторожук В.М., Мельнічук О.Є. Енергоощадні технології у виробництві фруктових консервів//Наукові праці Українського державного університету харчових технологій/Міністерство освіти і науки України. – Київ:2001.- вип.10: Удосконалення процесів і апаратів для виробництва харчових продуктів функціонального призначення. - С.116-117.

Автором запропоновано для покращення якості готового продукту зменшити тривалість теплової дії на сировину, виключивши процес випаровування, замінивши його осмотичним збезводненням.

3. Мельнічук О.Є., Безусов А.Т., Сторожук В.М. Розробка технології вишневого варення//Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій/ Міністерство освіти і науки України. – Одеса:2002.- вип.23:Нові технології в консервуванні та виноробстві. – С.58-61.

Автором оцінено вплив попередніх та теплових процесів, які протікають при виробництві варення з вишні без кісточки традиційним способом. Проведені дослідження по визначенню форм зв'язків вологи в різних плодах, що дозволило використати метод фракціонування для розділення плодової маси на плоди і сік-самоплив та використати плодову масу для виробництва варення.

4. Безусов А.Т., Мельнічук О.Є., Сторожук В.М. Дослідження параметрів процесу гідролізу сахарози//Холодильна техніка і технологія/Одеська державна академія холоду. - Одеса:2002.- вип.6:Нові технології. – С.80-84.

Автором проведені дослідження процесу гідролізу 50%-ного розчину сахарози ферментним методом за допомогою β -фруктофуранозидази. Встановлені оптимальні параметри гідролізу для 50%-ного розчину сахарози.

5. Патент № А Україна, МПК 7 А23L1/06 “Спосіб виробництва варення з яблук” /Безусов А.Т., Мельнічук О.Є., Сторожук В.М., №2002086680, Заяв. 13.08.2002р., опубл.16.01.2003, Бюл. №1.

6. Позитивне рішення А Україна, МПК 7 А23L1/06 “Спосіб виробництва варення з вишні без кісточки”//Мельнічук О.Є., Безусов А.Т., Сторожук В.М., №2002086416, Заяв.01.08.2002р.

АНОТАЦІЯ

Мельнічук О.Є. Розробка енергозберігаючих технологій виробництва варення. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13- технологія консервованих продуктів

Одеська національна академія харчових технологій, Одеса 2003.

Дисертація присвячена питанням розробки енергозберігаючих технологій виробництва варення. Розроблені технології виробництва варення з яблук та варення з вишні без кісточки, в яких виключено таку технологічну операцію, як уварювання, яка проходить при високих температурах, тривалий час та веде до структурних змін в сировині, в її хімічному складі і як наслідок погіршення якості готового продукту.

Вивчено форми зв'язку вологи для різних плодів, отримані результати підтвердили можливість

використання в запропонованих технологіях безфазових способів видалення вологи (ОЗ та фракціонування).

В технологічній схемі виробництва варення з яблук було запропоновано провести ОЗ яблук в розчині інвертного цукру, що дозволило отримати готовий продукт високої якості.

Запропонована схема комплексної переробки вишні на варення і сік, кількість якого після видалення кісточки з вишні, була науково обґрунтована.

Розроблено рецептури на запропоновані види варення. Технології виробництва реальні, що підтверджено результатами їх апробації на філії консервного заводу “Декор” с. Жовнівка Бережанського району Тернопільської області; розроблені пакети нормативно-технічної документації (технічні умови та технологічні інструкції). Одержано деклараційний патент України на винахід та позитивне рішення.

Ключові слова: концентровані фруктові консерви (варення), ферментативний гідроліз сахарози, осмотично діюча речовина (ОДР), оксиметилфурфурол (ОМФ), β -фруктофуранозидаза, осмотичне збездвоження (ОЗ), біологічно активні речовини (БАР), фракціонування, сік-самоплив, зацукровування.

АННОТАЦІЯ

Мельничук О.Е. Разработка энергосберегающих технологий производства варенья. –

Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 - технология консервированных продуктов.

Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса 2003.

Диссертация посвящена вопросам разработки энергосберегающих технологий производства варенья.

В основу разрабатываемых технологий положены соответствующие научные обоснования и характеристики закономерностей исследованных процессов.

Изучены формы связи влаги для различных видов сырья, полученные результаты подтвердили возможность использования в предлагаемых технологиях безфазовых способов удаления влаги (осмотического обезвоживания и фракционирования).

Разработаны технологии производства консервов “Варенье с яблок” и “Варенье с вишни без косточки”, с технологической схемы которых исключено операцию уваривания. Этот процесс длительный, его ведут при высоких температурах, что вызывает изменения в структуре сырья, в её химическом составе и, как следствие, ухудшается качество готового продукта.

Теоретически и экспериментально обоснована эффективность предварительного осмотического обезвоживания для яблок и возможность использования такого приема в технологии производства консервов “Варенье из яблок”.

Обоснована целесообразность использования ферментного способа гидролиза сахарозы, так как его планируется получать в производственных условиях. Изучен процесс гидролиза сахарозы с помощью фермента β -фруктофуранозидазы.

Серия экспериментов позволила получить уравнение регрессии, параметры процесса гидролиза (температуру, pH, концентрацию субстрата). Доказано целесообразность исключения уваривания из технологической схемы.

Органолептическая оценка готовой продукции, которая проводилась для варенья, полученного по действующей технологии по показателям: внешний вид, цвет и запах, уступала консервам, изготовленным по новой технологии.

Предложена схема комплексной переработки вишни без косточки на плоды и сок-полуфабрикат. Расчеты показали, что количество извлекаемого сока должно составлять 34÷40% от начальной массы сырья, которая поступает на удаление косточки. Это же количество влаги выпаривается при традиционном способе производства варенья из вишни без косточки.

Предложенные технологии производства реальны, это подтверждено результатами их апробации на филиале консервного завода “Декор” с. Жовнивка Бережанского района Тернопольской области. Разработаны проекты нормативной документации (технологические инструкции и технические условия), рассчитан экономический эффект от производства предложенных видов консервов, получен декларационный патент Украины на изобретение и положительное решение. Ключевые слова: концентрированные фруктовые консервы (варенье), ферментный гидролиз сахарозы, оксиметилфурфурол (ОМФ), β -фруктофуранозидаза, раствор инвертного сахара, осмотическое обезвоживание (ОО), биологически активные вещества (БАВ), фракционирование, сок-самотек, засахаривание.

ANNOTATION

Melnichuk O. – The elaboration technology that makes energy reduce of production of preserve. Manuscript.

The thesis of a candidate’s degree of technical sciences for specialty 05.18.13 – technology of tinned products. The Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, 2003.

The thesis is devoted to the problems of processing technology that makes energy reduce technologies of production of preserve.

There were developed the technologies of production of tinned goods called “The preserve from apples” and “The preserve from cherries without stones ”; from the technology scheme of which boiling down was excluded. This process is very long. That’s why it is realized at high temperature regimes. With the help of it the structure of raw material and its chemical composition change. The quality of finished goods deteriorates as a result of these processes.

The developed technologies are based on scientific substantiations and characterizations of regularities of the investigated processes.

The preliminary osmotic dehydration (OD) was offered for production of “The preserve from apples” hydrolyzed sugar was proposed to use as osmotic active matters.

Key word: the concentrated fruit canned goods (the preserve), the enzyme method of hydrolysis of saccharose, oxymethylfurfural (OMF), β -fructofuranosidase, the solution of hydrolyzed sugar, osmotic dehydration (OD), biologically active matters.