

ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

ПЕСТІНА ГАННА ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 635.611.002.22

ТЕХНОЛОГІЯ РЕСТРУКТУРОВАНОГО НАПІВФАБРИКАТУ З ДИНИ

Спеціальність 05.18.16 – технологія продуктів харчування

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент

Пивоваров Євген Павлович,

Харківський державний університет харчування та торгівлі,
доцент кафедри технології харчування

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Дейниченко Григорій Вікторович,

Харківський державний університет харчування та торгівлі,
завідувач кафедри устаткування підприємств харчування

кандидат технічних наук, доцент

Свідло Карина Володимирівна,

Харківський торговельно-економічний інститут Київського
національного торговельно-економічного університету,
доцент кафедри технології та організації харчування

Захист відбудеться « 27 » травня 2009 р. о 15⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.088.01 Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського державного університету харчування та торгівлі за адресою: вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Автореферат розісланий « 25 » квітня 2009 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А.А. Дубініна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасні економічні умови переробки сільськогосподарської сировини диктують необхідність створення ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють більш ефективно використовувати її харчовий потенціал. Важливим завданням є впровадження результатів досліджень, пов'язаних із розширенням асортименту, створенням нових збалансованих продуктів, розробкою принципово нових технологій, що дозволяють як збільшити термін споживання сезонної сировини, так і реалізувати її переваги у складі кулінарної продукції.

До перспективних видів сировини належить диня, потенціал якої в технології харчових продуктів реалізується недостатньо. Внаслідок низки причин, пов'язаних з товарознавчо-технологічними властивостями сировини, які виявляються в неоднорідності м'якоті та низькій лежкості, при переробці й використанні дині виникають труднощі, що не дозволяють забезпечити стандартні показники якості кінцевого продукту. Відсутність системних технологічних досліджень з переробки дині пояснює той факт, що асортимент харчової продукції з дині залишається недостатнім і незмінним протягом багатьох років. Водночас інтенсивний розвиток методів структурування є передумовою для розробки нових способів переробки дині, у тому числі й для виготовлення реструктурованих продуктів.

Створення реструктурованих продуктів на основі динного пюре дозволить одержати продукти не тільки зі стандартизованими властивостями, але й з регульованими структурно-механічними та органолептичними показниками якості. Як метод технологічного впливу структурування дозволяє відновити й імітувати втрачену при одержанні пюре структуру і тим самим істотно підвищити потенціал сировини. Використання реструктурованих продуктів дозволить усунути недоліки, що притаманні шматочкам натуральної дині та пов'язані з погіршенням їхньої форми та текстури під час технологічного впливу, що значно підвищить якість продукції, яка випускається, і дозволить одержати кулінарну продукцію зі стандартними керованими показниками якості.

Сучасні основи створення реструктурованих продуктів визначені роботами Толстогузова В.Б., Пивоварова П.П., Гринченко О.О., Павлюк Р.Ю., Nussinovitsch A., Collins J., Maga J., Kim S., Trilling D., Smadar Y. та ін. Систематизація проведених досліджень підтверджує можливість створення реструктурованого напівфабрикату з дині.

На сьогоднішній день в Україні відсутні системні дослідження зі створення реструктурованих напівфабрикатів високого ступеня готовності на основі дині. Не розроблені наукові принципи та технологія реструктурованого напівфабрикату з дині – продукту принципово нового на ринку України, відсутні рекомендації з його використання у складі кулінарної

продукції.

Тому наукове обґрунтування та розробка технології реструктурованого напівфабрикату з дині з використанням іонотропного гелеутворювача є актуальним завданням, розв'язання якого дозволить раціонально використовувати вітчизняну сезонну сировину, розширити асортимент кулінарної продукції високої якості та строк її споживання і тим самим поліпшити структуру харчування населення України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до основних напрямів наукових досліджень Харківського державного університету харчування та торгівлі за темами №21-05-07Б (0105U002050) «Наукове обґрунтування технології реструктурованої продукції, одержаної шляхом утворення комплексних драглів», №26-05-07Б (0105U002145) «Визначення впливу різних чинників на фізико-хімічні та функціональні властивості харчових систем з метою удосконалення існуючих технологій та створення нових продуктів харчування», №24-08-10Б (0107U010129) «Наукові основи технології реструктурованої продукції, одержаної шляхом іонотропного гелеутворення».

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування та розробка технології реструктурованого напівфабрикату з дині, отриманого шляхом іонотропного гелеутворення, а також кулінарної продукції з його використанням.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- теоретично та експериментально обґрунтувати перспективність використання іонотропного гелеутворення в технології переробки дині;
- встановити закономірності гелеутворення в системі «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон», що дозволяють обґрунтувати технологію одержання імітованих шматочків дині у вигляді однорідних термонеоборотних гелів, близьких за текстурними характеристиками до натуральної дині;
- обґрунтувати раціональне співвідношення компонентів гелеутворюючої системи та визначити фактори, що впливають на гелеутворення та структурно-механічні властивості одержуваних гелів;
- із застосуванням методів математичного моделювання оптимізувати рецептурний склад і технологічні параметри виробництва реструктурованого напівфабрикату з дині;
- встановити основні фізико-хімічні, органолептичні показники якості напівфабрикату, а також показники безпеки, визначити його харчову цінність;
- науково обґрунтувати та розробити рекомендації з використання реструктурованого напівфабрикату при виготовленні кулінарної продукції;
- провести комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження результатів дослідження у виробництво і навчальний процес.

Об'єкт дослідження – технологія реструктурованого напівфабрикату з дині, одержаного шляхом іонотропного гелеутворення.

Предмет дослідження – дині свіжі й пюре із плодів дині; модельні гелі, одержані в системі «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюкозо- δ -лактон»; напівфабрикат реструктурований з дині; кулінарна продукція з використанням реструктурованого напівфабрикату з дині.

Методи дослідження – фізико-хімічні, органолептичні, мікробіологічні, методи системного аналізу, планування експериментальних робіт і математичного моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтовано доцільність використання гелеутворюючої системи «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюкозо- δ -лактон» в технології реструктурування продуктів. З врахуванням функціонально-технологічних властивостей інгредієнтів та системи в цілому встановлено принципи керованого структурування, що дозволяє одержувати реструктуровані продукти із заданими фізико-хімічними та органолептичними показниками. Досліджено кінетику структурування та обґрунтовано оптимальні параметри підготовки компонентів гелеутворюючої системи.

З використанням методів системного аналізу науково обґрунтовано технологію реструктурованого напівфабрикату з дині, основу на структуруванні динного пюре з використанням гелеутворюючої системи «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюкозо- δ -лактон». Встановлено закономірності впливу рецептурних компонентів, у тому числі динного пюре як фізико-хімічної системи, на параметри гелеутворення.

Із застосуванням методів математичного моделювання науково обґрунтовано раціональні концентрації компонентів і параметри технологічного процесу, що дозволяють одержати реструктурований продукт із структурно-механічними та органолептичними показниками шматочків натуральної дині.

Визначено фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні, мікробіологічні та токсикологічні показники реструктурованого напівфабрикату з дині, його харчову цінність, встановлено закономірності змін показників якості під час зберігання та під впливом технологічних факторів. Розроблено науково обґрунтовані рекомендації з використання реструктурованого напівфабрикату в технології кулінарної продукції.

На технологічні рішення, запропоновані в дисертаційній роботі, одержані деклараційні патенти України на корисну модель №8224 «Спосіб переробки плодів та овочів», №10369 «Спосіб переробки плодів та овочів».

Практичне значення одержаних результатів. На основі реалізації результатів дослідження розроблено технологічні принципи одержання реструктурованих напівфабрикатів з рослинної сировини, з урахуванням яких розроблена та реалізована технологія реструктурованого напівфабрикату з дині.

Розроблена та затверджена нормативна документація ТУ У 15.3-01566330-186:2006 «Напівфабрикат реструктурований з дині» і технологічна інструкція до ТУ У 15.3-01566330-186:2006. Розроблено рекомендації з використання реструктурованого напівфабрикату з дині у складі кулінарної продукції, рецептурний склад і технологію желе з використанням реструктурованого напівфабрикату з дині (технологічна картка №2 від 11.01.2008 р.).

Реалізація роботи. Здійснено впровадження розроблених технологій шляхом випуску дослідно-промислових партій реструктурованого напівфабрикату з дині й желе в закладах ресторанного господарства м. Харкова: ПП «Альтор 2007» (акт від 15.01.2008 р.), ПП «Місто 2005» (акт від 14.02.2008 р.), ПП «Мегас-М» (акт від 28.08.2008 р.). Результати дисертаційної роботи впроваджені в навчальний процес ХДУХТ (акти від 12.09.2008 р.).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі стану проблеми, розробці програми досліджень, організації, проведенні та узагальненні аналітичних і експериментальних робіт, аналізі та обробці одержаних даних, формулюванні висновків, підготовці матеріалів до публікації й складанні заявок на винаходи, розробці нормативної та технологічної документації, проведенні заходів щодо впровадження результатів дослідження у виробництво та навчальний процес.

Апробація результатів дослідження. Основні положення дисертаційної роботи були обговорені та одержали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях професорсько-викладацького складу та аспірантів ХДУХТ (м. Харків, 2004-2008 рр.), VI Національному з'їзді фармацевтів України (м. Харків, 2005 р.), II Міжнародній науково-практичній конференції «Wykształcenie i nauka bez granic - 2005» (Чехія, м. Прага, 2005 р.), II Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові дослідження – теорія та експеримент '2006» (м. Полтава, 2006 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія» (м. Харків, 2006 р.), Міжнародних науково-практичних конференціях Харківського державного університету харчування та торгівлі «Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі» (м. Харків, 2007-2008 рр.).

Продукція демонструвалася та одержала позитивну оцінку на обласній виставці «Наука Харківщини – виробництво 2004» (м. Харків, 2004 р.), Міжнародній виставці-ярмарку «Харківщина індустріальна. Наука та виробництво» (м. Харків, 2005 р.), загальнодержавній виставці-презентації «Барвіста Україна» (м. Київ, 2005 р.), спеціалізованій виставці «Наука Харківщини – 2006» (м. Харків, 2006 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 15 наукових праць, у тому числі 11 статей у наукових фахових виданнях, затверджених ВАК України, 2 деклараційних патенти України на корисну модель, 2 тези доповідей на науково-практичних конфе-

ренціях.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел. Основний текст дисертації викладено на 176 сторінках. Робота містить 25 таблиць, 53 рисунка, 11 додатків і список використаних джерел з 203 найменувань, у тому числі 50 іноземних.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання дослідження, наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, відомості щодо реалізації та апробації роботи.

У першому розділі «Перспективні напрямки розвитку технології переробки дині» на підставі аналізу літературних даних доведено, що диня є перспективним продуктом для промислової переробки, а також для використання в мережі закладів ресторанного господарства. Проаналізовано основні існуючі технології переробки дині, встановлено, що в Україні відсутні системні дослідження зі створення напівфабрикатів високого ступеня готовності на основі динної сировини. Доведено, що створення реструктурованих напівфабрикатів шляхом іонотропного гелеутворення дозволить ефективно використовувати динну сировину і поліпшити структуру харчування.

У другому розділі «Об'єкт, предмети та методи дослідження» сформульовано програму теоретичних та експериментальних робіт, визначено об'єкт дослідження, наведено характеристику предметів і методів дослідження. Наведено методи, які дозволили охарактеризувати хімічний склад, харчову цінність, структурно-механічні та органолептичні показники, а також показники безпечності сировини, напівфабрикату та кулінарної продукції з його використанням.

Вміст іонів Ca^{2+} визначали комплексонометричним методом за стандартною методикою з використанням індикатору мурексиду; вміст вітамінів – методом біохімічної фотометрії; мінеральний склад – на полум'яному спектрофотометрі ПАЖ-3. Пористість визначали як відношення сумарного об'єму газу у продукті до загального об'єму продукту. Структурно-механічні показники визначали на ротаційному віскозиметрі «Реотест-2», модифікованих вагах Каргіна-Соголової, пенетрометрі «Labor». Органолептичний аналіз проводили профільним методом з використанням дескрипторів за п'ятибальною шкалою. Одержані дані обробляли методами математичної статистики і кореляційно-регресійного аналізу. Економічну ефективність визначали за діючими стандартними методиками.

У третьому розділі «Наукове обґрунтування технології реструктурованого напів-

фабрикату з дині» на підставі теоретичних і експериментальних досліджень розроблено наукові принципи та технологію структурування гелеутворюючої системи «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон», що дозволяє при використанні як середовища гелеутворення динного пюре одержати імітовані шматочки дині у вигляді однорідних за об'ємом, термонеоборотних гелів, близьких за текстурними характеристиками до натуральної дині; обґрунтовано раціональні співвідношення компонентів; визначено фактори, що впливають на гелеутворення і структурно-механічні властивості гелів, які одержуються; розроблено принципову технологічну схему виробництва реструктурованого напівфабрикату з дині.

Методом пенетрації встановлено, що диня характеризується неоднорідністю структурно-механічних властивостей у межах тіла плода від 180 до 224 одиниць пенетрації, пов'язаною зі ступенем зрілості, що є серйозною перешкодою при її переробці та використанні у складі кулінарної продукції. Висунуто припущення, що гомогенізація дині є єдиним ефективним способом одержання продукту з усередненими стандартними властивостями і дозволяє на основі пюре методами структурування відновити і імітувати втрачену при здрібнюванні структуру дині. Розроблено інноваційну стратегію та технологічну модель її реалізації, яка полягає в одержанні реструктурованих шматочків дині на основі пюре і гелеутворюючої системи «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон», що дозволяє одержати реструктуровані шматочки дині із заданими фізичними та структурно-механічними характеристиками, які відповідають обґрунтованому значенню ступеня пенетрації 216 ± 2 одиниць пенетрації.

Перевага гелеутворюючої системи «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон» полягає в тому, що саме в трикомпонентній системі можливе протікання гелеутворення альгінату натрію за контрольованих умов розчинення карбонату кальцію без зміни кислотності середовища, що є важливим для продуктів, які характеризуються нейтральними або близькими до нейтральних значеннями $\text{pH} = 5,5 \dots 7,0$, до яких належить і диня.

Важливість забезпечення нейтральних значень pH визначається умовами розчинності альгінату натрію, максимум розчинності якого припадає на зону $5,5 < \text{pH} < 7,0$ (рис. 1, а), у той час як CaCO_3 ($K_s^0 = 3,8 \cdot 10^{-9}$) характеризується максимальною розчинністю за $\text{pH} < 5,5$ (рис. 1, б).

а)

б)

Рис.1. Діаграми розчинності альгінату натрію (а) та CaCO_3 (б) залежно від pH : 1 – гулу-ронова кислота; 2 – мануронова кислота

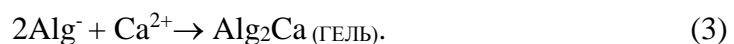
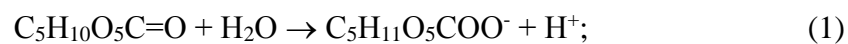
Для суміщення умов розчинності альгінату натрію й CaCO_3 та забезпечення переходу кальцію в іонну форму обґрунтовано введення в систему ініціатора гелеутворення D-

глюконо- δ -лактону, що забезпечує розчинність CaCO_3 , не зменшуючи розчинності альгінату натрію. Обґрунтовано порядок введення компонентів у систему, що полягає в диспергуванні CaCO_3 у розчині альгінату натрію, після чого у систему вводиться D-глюконо- δ -лактон ($\text{pK}_a=3,70$). Саме за цих умов створюється можливість появи в системі іонів Ca^{2+} і стабілізації значень рН до $6,8\pm 0,1$, які відповідають рН пюре дині, що досягнуто на принципах буферної дії компонентів системи. Встановлено, що збільшення концентрації D-глюконо- δ -лактону з $0,4\cdot 10^{-1}$ до $2,4\cdot 10^{-1}$ моль/л в перерахунку на зафіксовану вагову концентрацію CaCO_3 ($m=1,0$ г) за температури 20°C забезпечує перехід у розчин $78\pm 2\%$ карбонату кальцію за сталих значень рН= $6,8\pm 0,1$ (рис. 2).

Рис. 2. Залежність розчинності CaCO_3 (1) та значень рН (2) від концентрації D-глюконо- δ -лактону ($t=20^\circ\text{C}$)

Доведено, що виконання умов перевищення концентрації іонів Ca^{2+} над концентрацією D-глюконо- δ -лактону за стехіометричним співвідношенням H^+ та Ca^{2+} забезпечує умови розчинності альгінату натрію, стабільність нейтральних значень рН технологічної системи та її структурування. Внесення надлишку D-глюконо- δ -лактону в розчин альгінату натрію призводить до накопичення іонів H^+ і зсуву значень рН до $4,5\dots 5,5$, що істотно погіршує умови розчинності альгінату натрію (рис. 1, а) і, незважаючи на наявність в системі іонів Ca^{2+} , погіршує гелеутворення, знижуючи значення модуля миттєвої пружності для 1,5% розчину альгінату натрію з $(15,43\pm 0,02)\cdot 10^4$ Па (рН=7,0) до $(2,34\pm 0,02)\cdot 10^4$ Па (рН=5,5).

Теоретично обґрунтовано та експериментально визначено зону раціональних значень рН= $5,5\dots 7,0$, що забезпечує контрольоване протікання системи реакцій (1-3), які забезпечують гелеутворення системи:



Виходячи з умов стехіометрії реакцій, що протікають у системі «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон», обґрунтовано раціональні концентрації компонентів: AlgNa – 1,5%; CaCO_3 – 0,04 моль/л; D-глюконо- δ -лактон – 0,08 моль/л та їхні раціональні співвідношення: масове співвідношення $\text{AlgNa}:\text{CaCO}_3=4:1$ (г/г); молярне співвідношення $\text{CaCO}_3:\text{D-глюконо-}\delta\text{-лактон}=1:2$ (моль/моль); масове співвідношення $\text{AlgNa}:\text{CaCO}_3:\text{D-глюконо-}\delta\text{-лактон}=1,5:0,4:1,4$ (г/г/г), які закріплені як параметри модельних систем для одержання реструктурованого напівфабрикату з дині.

Вивченням кінетики гелеутворення обґрунтовано порядок введення рецептурних компонентів. Доведено, що D-глюконо- δ -лактон необхідно вводити на останньому етапі створення рецептурної суміші, бо це забезпечує необхідну кінетику гелеутворення та однорідну структуру гелю.

Встановлено, що зниження рН системи з 7,0 до 5,5 збільшує швидкість гелеутворення в 2,4 рази, однак істотно зменшує пружність гелів, що диктує необхідність контролю значень рН. За рН=6,9 \pm 0,1 гелеутворення завершується через (6...8) \cdot 60² с, наслідком чого є формування гелю із раціональними значеннями $G_{пр}^0=15,41\cdot 10^4$ Па та $G_{ел.}=8,95\cdot 10^4$ Па, що відповідає обраному значенню ступеня penetрації натуральної дини 216 \pm 2 одиниць penetрації. Гелі, які утворюються, характеризуються стабільністю значень $G_{пр}^0$, $G_{ел.}$ і ступеня penetрації протягом 28 діб. Дані параметри закріплені як раціональні для подальших технологічних розробок.

Підвищення температури попередньої теплової обробки суміші рецептурних компонентів з 20 \pm 1⁰С до 90 \pm 1⁰С збільшує швидкість гелеутворення в 3 рази при забезпеченні стабільних структурно-механічних властивостей утворених гелів після охолодження (рис. 3), що дозволяє істотно інтенсифікувати технологію одержання напівфабрикату.

Рис. 3. Динаміка зміни модуля миттєвої пружності гелів залежно від температури попередньої теплової обробки, ⁰С: 1 – 20 \pm 1; 2 – 80 \pm 1; 3 – 90 \pm 1

Із застосуванням методів математичного моделювання узагальнено результати вивчення умов гелеутворення і впливу технологічних факторів, побудовано лінії рівних значень комплексного показника органолептичних властивостей продукту (в межах п'ятибальної шкали) залежно від органолептично обґрунтованого значення модуля миттєвої пружності (рис. 4, а), модуля еластичності (рис. 4, б) і співвідношення концентрацій Alg₂Ca/AlgNa. Виділено зони раціональних значень параметрів $G_{пр}^0$, $G_{ел.}$ і співвідношення Alg₂Ca/AlgNa, що забезпечують необхідні органолептичні показники та значення ступеня penetрації 216 \pm 2 одиниць penetрації реструктурованого напівфабрикату.

Обґрунтовано і доведено доцільність розчинення необхідних концентрацій альгінату натрію у водній фазі динного пюре. Доведено перевагу термообробки динного пюре за температури 80...90⁰С для розчинення альгінату натрію. Встановлено, що термообробка пюре, яке містить AlgNa, за температури 80...90⁰С протягом (2...3) \cdot 60 с із наступним охолодженням протягом 2 \cdot 60² с дає збільшення ефективної в'язкості в 1,3 рази. Одержане при цьому значення ефективної в'язкості 1,74 Па \cdot с для концентрації AlgNa 1,5% відповідає значенню,

одержаному без термообробки з використанням експозиції протягом $(8...10) \cdot 60^2$ с.

Рис. 4. Лінії рівних значень комплексного показника органолептичних властивостей продукту залежно від модуля пружності (а) та модуля еластичності (б) і співвідношення концентрацій $\text{Alg}_2\text{Ca}/\text{AlgNa}$

У результаті визначення фізико-хімічних показників динного пюре як збурюючих гелеутворення факторів встановлено, що такі показники, як значення рН, вміст вільної вологи та вільних органічних кислот, пектинових речовин стримують гелеутворення. З урахуванням того, що обґрунтована концентрація іонів Ca^{2+} 0,04 моль/л має бути підвищена для компенсації взаємодії з органічними кислотами, пектиновими речовинами дині, а також можливими рецептурними компонентами, обґрунтовано раціональні співвідношення компонентів $\text{AlgNa}:\text{CaCO}_3:\text{D-глюконо-}\delta\text{-лактон}=1,5:0,6:2,1$ (г/г/г), які закріплені як параметри одержання реструктурованого напівфабрикату.

Проведені дослідження дозволили розробити принципову технологічну схему виробництва реструктурованого напівфабрикату з дині.

У четвертому розділі «Розробка технології реструктурованого напівфабрикату з дині» в межах реалізації інноваційної стратегії визначено раціональні параметри технології виробництва реструктурованого напівфабрикату з дині, обґрунтовано рецептурний склад і розроблено технологічну схему виробництва (рис. 5). З урахуванням проведених досліджень розроблено два види напівфабрикату високого ступеня готовності: напівфабрикат реструктурований з дині та напівфабрикат реструктурований з дині в цукровому сиропі, технічні вимоги до яких закріплено в ТУ У 15.3-01566330-186:2006 «Напівфабрикат реструктурований з дині» та технологічній інструкції з їх виготовлення. Розроблено вимоги до їх якості, досліджено основні органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні та токсикологічні показники нової продукції; встановлено її харчову цінність. Розроблено технологічні принципи використання реструктурованого напівфабрикату в складі кулінарної продукції закладів ресторанного господарства. Визначено, що за загального вмісту сухих речовин $29,57 \pm 0,02\%$ напівфабрикат реструктурований з дині містить: $9,04 \pm 0,03\%$ редукуючих цукрів, $0,42 \pm 0,02\%$ пектинових речовин, $0,20 \pm 0,01\%$ вільних органічних кислот, вітаміни, з яких переважають вітамін С ($14,88 \pm 0,10$ мг/100 г) і фолієва кислота ($4,91 \pm 0,02$ мг/100 г), макро- і мікроелементи. Вивчено зміни основних показників якості продукції під впливом технологічних факторів. Встановлено, що гідротермообробка реструктурованого напівфабрикату призводить до зменшення вмісту сухих речовин до $26,94 \pm 0,03\%$ за одночасного збільшення масової частки вільної вологи на 7%. При цьому вміст основних речовин зменшується незначно, а вітаміну С – на 53% (до

7,95±0,05 мг/100 г). Гідротермообробка у воді та 0,1...0,5% розчинах лимонної кислоти призводить до незначного ущільнення структури напівфабрикату, що підтверджується зменшенням значень ступеня penetрації до 211...204 одиниць penetрації. В той же час гідротермообробка в цукрових сиропах 20...40% концентрації суттєво ущільнює структуру напівфабрикату, результатом чого є зменшення значень ступеня penetрації з 213±2 до 180±1 одиниць penetрації. Розроблено рекомендації з використання напівфабрикату реструктурованого з дині при виготовленні кулінарної продукції у вигляді шматочків для виробництва десертної продукції.

Рис. 5. Технологічна схема виробництва реструктурованого напівфабрикату з дині: ГДЛ – D-глюконо-δ-лактон; А, В, С₁, С₂, С₃ – підсистеми

Експериментально обґрунтовано, що напівфабрикат реструктурований з дині характеризується стабільністю фізико-хімічних і мікробіологічних показників. Встановлено умови та строки зберігання напівфабрикату: 28 діб за температури 0...6⁰С для напівфабрикату реструктурованого з дині і 6 місяців за температури 0...6⁰С для напівфабрикату реструктурованого з дині в цукровому сиропі. Визначено закономірності зміни основних показників якості напівфабрикату під час зберігання. Встановлено, що за відносно стабільних значень вмісту сухих речовин, цукрів спостерігається втрата вітаміну С (з 14,88±0,10 мг/100 г до 8,85±0,09 мг/100 г). У той же час напівфабрикат характеризується стабільними текстурними характеристиками, про що свідчить незначна зміна ступеня пенетрації з 216±2 до 212±2 одиниць пенетрації.

На прикладі технології виробництва желе «Диня у виноградному соку» з використанням напівфабрикату як наповнювача підтверджено, що реструктурований напівфабрикат може широко використовуватися при виготовленні кулінарної продукції і здатен зберігати високі органолептичні показники на протязі обґрунтованих строків реалізації. Нова технологія перевірена в виробничих умовах шляхом випуску та реалізації дослідно-промислових партій про що свідчать акти впровадження.

У п'ятому розділі «Економічна ефективність впровадження результатів дослідження» визначено складові ефективності розроблених інноваційних продуктів і технології: економічна, науково-технічна, фінансова, ресурсна, соціальна, екологічна. Врахування рівноважного співвідношення «якість – ціна» та корегування продажних цін на коефіцієнт якості продукції дозволили визначити їх рівень за 1 кг продукту відповідно 9,83 грн і 8,70 грн, що забезпечуює рівень рентабельності продукції 86,2% і 76,8%.

ВИСНОВКИ

1. На підставі комплексного аналізу науково-технічної літератури та патентних досліджень доведено, що використання методів структурування дозволяє суттєво підвищити ефективність переробки рослинної, в тому числі динної сировини на принципах ресурсозбереження і більш повної реалізації її харчового потенціалу. Доведена доцільність використання в технології реструктурованого напівфабрикату з дині гелеутворюючої системи «альгінат натрію – CaCO₃ – D-глюконо-δ-лактон».

2. Одержано відомості та встановлено закономірності щодо взаємодії альгінату натрію з малорозчинною сіллю карбонату кальцію в присутності D-глюконо-δ-лактону з одержанням гелів із заданими структурно-механічними та органолептичними властивостями. Визначено вплив концентрацій речовин та порядку їх введення на гелеутворення. Обґрунтовано

раціональні концентрації: альгілату натрію – 1,5%, CaCO_3 – 0,04 моль/л, D-глюконо- δ -лактону – 0,08 моль/л, та раціональні співвідношення: $\text{AlgNa}:\text{CaCO}_3=4:1$ (г/г), молярне співвідношення $\text{CaCO}_3:\text{D-глюконо-}\delta\text{-лактон}=1:2$, які закріплені як параметри модельних систем для одержання реструктурованого напівфабрикату з дині.

3. Визначено раціональні параметри технологічного процесу структуроутворення – концентрації рецептурних компонентів, порядок введення їх до суміші, тривалість структуроутворення та встановлено закономірності його інтенсифікації. Доведено, що підвищення температури попередньої теплової обробки суміші з $20\pm 1^\circ\text{C}$ до $90\pm 1^\circ\text{C}$ прискорює гелеутворення у 3 рази.

4. Встановлено закономірності зміни структурно-механічних властивостей системи «альгілат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон» та визначено технологічні фактори, що на них впливають. Методом кореляційно-регресійного аналізу в межах парної моделі розраховано значення модуля пружності та еластичності та побудовано ізолінії комплексного показника органолептичних властивостей продукту. Встановлено, що найвищій якості, яка відповідає ступеню penetрації дині 216 ± 2 одиниць penetрації, відповідають зразки реструктурованої дині, які характеризуються величиною $G_{\text{пр.}} = 15,41 \cdot 10^4 \text{ Па}$ та $G_{\text{ел.}} = 8,95 \cdot 10^4 \text{ Па}$.

5. Розроблено технологію виробництва реструктурованого напівфабрикату з дині шляхом термообробки пюре дині за температури $80\dots 90^\circ\text{C}$, розчинення в ньому 1,5% альгілату натрію, охолодження суміші до $20\dots 25^\circ\text{C}$, введення 0,6% CaCO_3 та 2,1% D-глюконо- δ -лактону, формування, структуроутворення протягом $(6\dots 8) \cdot 60^2 \text{ с}$ за температури $20\dots 25^\circ\text{C}$, або протягом $(10\dots 12) \cdot 60^2 \text{ с}$ за температури $4\dots 8^\circ\text{C}$. Визначено фізико-хімічні показники та технологічні властивості напівфабрикату, розроблено рекомендації з його використання у складі продукції закладів ресторанного господарства.

6. Досліджено загальний хімічний склад, структурно-механічні, органолептичні, мікробіологічні властивості та показники безпечності напівфабрикату. Визначено харчову цінність напівфабрикату та її зміну під час зберігання та під впливом технологічних факторів. Розроблено рекомендації із застосування реструктурованого напівфабрикату з дині при виготовленні кулінарної продукції. Розроблено технологію та рецептурний склад десертної продукції – желе «Диня у виноградному соку» з використанням реструктурованого напівфабрикату як наповнювача.

7. Здійснено комплекс організаційно-технологічних заходів щодо впровадження розробленої продукції у виробництво. Розроблено та затверджено у встановленому порядку нормативну документацію ТУ У 15.3-01566330-186:2006 «Напівфабрикат реструктурований з дині» і технологічну інструкцію з його виготовлення. Результати досліджень впроваджено в навчальний процес ХДУХТ. Технологію виробництва нової продукції впроваджено в закла-

дах ресторанного господарства м. Харкова: ПП «Альтор 2007», ПП «Місто 2005», ПП «Мегас-М». Розраховано економічну ефективність виробництва реструктурованого напівфабрикату з дині, визначено собівартість, роздрібну ціну, рівень рентабельності продукції та фінансовий ефект від реалізації інноваційного проекту.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Пивоваров П. П. Теоретичне обґрунтування методу створення реструктурованих овоче-фруктових наповнювачів / П. П. Пивоваров, Г. О. Пестіна // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2004. – Ч. 1. – С. 8–12. (Здобувачем обґрунтовано метод створення реструктурованих овоче-фруктових наповнювачів).

2. Пестіна Г. О. Гелеутворення в системах на основі альгілату натрію / Г. О. Пестіна // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. праць / Дон. держ. ун-т екон. і торг. ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2005. – № 12 (1). – С. 173–178.

3. Пестіна Г. О. Структурно-механічні властивості гелів альгілату натрію, одержаних у присутності CaCO_3 та D-глюконо- δ -лактону / Г. О. Пестіна, Є. П. Пивоваров // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» : зб. наук. праць / Нац. техн. ун-т «ХПІ». – Харків, 2005. – № 26. – С. 125–132. (Здобувачем сплановано та проведено експериментальні дослідження, обробку результатів, зроблено висновки).

4. Пестіна Г. О. Дослідження в'язкості овочевих пюре залежно від технологічних факторів / Г. О. Пестіна // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2005. – Вип. 2. – С. 132–137.

5. Пестіна Г. О. Технологія реструктурованого напівфабрикату з дині / Г. О. Пестіна, Є. П. Пивоваров // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2006. – Вип. 1. – С. 40–49. (Здобувачем розроблено технологію та рецептурний склад реструктурованого напівфабрикату з дині).

6. Пестіна Г. О. Використання системи альгілат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон для структуроутворення динного пюре / Г. О. Пестіна, Є. П. Пивоваров // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2006. – Вип. 2. – С. 67–71. (Здобувачем сплановано та проведено експериментальні дослідження, обробку результатів, зроблено висновки).

7. Пестина А. А. Научное обоснование рецептурного состава реструктурированного полуфабриката из дыни / А. А. Пестина // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» : зб. наук. праць / Нац. техн. ун-т «ХПІ». – Харків, 2006. – № 12. – С. 98–103.

8. Пестина А. А. Исследование физико-химических показателей реструктурированного полуфабриката из дыни в процессе хранения / А. А. Пестина // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» : зб. наук. праць / Нац. техн. ун-т «ХПІ». – Харків, 2006. – № 25. – С. 48–51.

9. Пестіна Г. О. Перспективні напрямки в технології переробки дині / Г. О. Пестіна // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2007. – Вип. 2. – С. 152–157.

10. Пестіна Г. О. Вивчення умов розчинності компонентів системи «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон» / Г. О. Пестіна, Є. П. Пивоваров // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків, 2008. – Вип. 1. – С. 400–406. (Здобувачем проведено експериментальні дослідження, теоретичні розрахунки, зроблено висновки).

11. Пестина А. А. Кинетика гелеобразования в системе «альгинат натрия – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон» / А. А. Пестина, Е. П. Пивоваров // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» : зб. наук. праць / Нац. техн. ун-т «ХПІ». – Харків, 2008. – № 10. – С. 17–22. (Здобувачем сплановано та проведено експериментальні дослідження, обробку результатів, зроблено висновки).

12. Пат. 8224 Україна, МПК⁷ A23L1/0532. Спосіб переробки плодів та овочів / Пестіна Г. О., Пивоваров П. П., Пивоваров Є. П. ; заявник і патентовласник Пестіна Г. О., Пивоваров П. П., Пивоваров Є. П. – № u200501356 ; заявл. 14.02.05 ; опубл. 15.07.05, Бюл. № 7. – 4 с. (Здобувачем проведено патентний пошук, підготовлено заявку на видачу патенту).

13. Пат. 10369 Україна, МПК⁷ A23L1/00. Спосіб переробки плодів та овочів / Пестіна Г. О., Пивоваров П. П., Пивоваров Є. П. ; заявник і патентовласник Пестіна Г. О., Пивоваров П. П., Пивоваров Є. П. – № u200503695 ; заявл. 18.04.05 ; опубл. 15.11.05, Бюл. № 11. – 4 с. (Здобувачем проведено патентний пошук, підготовлено заявку на видачу патенту).

14. Пестіна Г. О. Дослідження хімічного складу реструктурованого напівфабрикату з дині / Г. О. Пестіна // Наукові дослідження – теорія та експеримент 2006 : друга Міжнародна науково-практична конференція, 15-17 травня 2006 р. : тези допов. – Полтава, 2006. – Т. 7. – С. 90–92.

15. Пестина А. А. Оптимизация технологии реструктурированного полуфабриката из

дыни / А. А. Пестина, В. В. Полевич, Е. П. Пивоваров // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 70-річчю з дня народження доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ Беляєва М. І., 19 листопада 2008 р. : тези допов. – Харків, 2008. – Ч. 1. – С.403–404. (Здобувачем проведено експериментальні дослідження та математичне моделювання).

АНОТАЦІЯ

Пестина Г. О. Технологія реструктурованого напівфабрикату з дині. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.16 – технологія продуктів харчування. – Харківський державний університет харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки України, Харків, 2009.

У дисертації науково обґрунтовано та розроблено технологію реструктурованого напівфабрикату з дині.

Обґрунтовано метод гелеутворення динного пюре з використанням гелеутворюючої системи «альгінат натрію – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон». Встановлено закономірності протікання реакцій в межах системи; обрано раціональні співвідношення компонентів; встановлено фактори, що впливають на гелеутворення та структурно-механічні властивості гелів, що утворюються. Із застосуванням методів математичного моделювання обґрунтовано технологічні параметри процесу виробництва реструктурованого напівфабрикату з дині.

Розроблено технологію та рецептурний склад реструктурованого напівфабрикату з дині. Визначено його основні фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні, мікробіологічні, токсикологічні показники, харчову цінність; встановлено умови і строки зберігання. Розроблено та затверджено нормативну документацію на напівфабрикат реструктурований з дині, здійснено впровадження нової технології в закладах ресторанного господарства м. Харкова, розраховано економічний ефект від впровадження.

Ключові слова: динне пюре, альгінат натрію, гелеутворення, гелеутворююча система, напівфабрикат реструктурований з дині.

АННОТАЦИЯ

Пестина А. А. Технология реструктурированного полуфабриката из дыни. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.16 – технология продуктов питания. – Харьковский государственный университет питания и торговли Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2009.

В диссертации научно обоснована и разработана технология реструктурированного полуфабриката из дыни.

Установлено, что дыня характеризуется неоднородностью структурно-механических свойств в пределах тела плода от 180 до 224 единиц пенетрации, что является серьезным препятствием при переработке дыни промышленными методами и ее использовании в составе кулинарной продукции. Для получения однородных по всему объему реструктурированных кусочков дыни, которые по структурно-механическим свойствам соответствуют обоснованному значению степени пенетрации 216 ± 2 единиц пенетрации, предложена гелеобразующая система «альгинат натрия – CaCO_3 – D-глюконо- δ -лактон».

Преимущество предложенной системы состоит в том, что именно в трехкомпонентной системе возможно протекание гелеобразования альгината натрия при контролируемых условиях растворения карбоната кальция без изменения кислотности среды.

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена зона рациональных значений $\text{pH} = 5,5 \dots 7,0$, которая обеспечивает контролируемое протекание системы реакций, обеспечивающих гелеобразование. Исходя из условий стехиометрии реакций, протекающих в системе, обоснованы рациональные концентрации компонентов: AlgNa – 1,5%; CaCO_3 – 0,04 моль/л; D-глюконо- δ -лактон – 0,08 моль/л и их рациональные соотношения: массовое соотношение AlgNa: $\text{CaCO}_3 = 4:1$ (г/г); молярное соотношение CaCO_3 :D-глюконо- δ -лактон = 1:2 (моль/моль); массовое соотношение AlgNa: CaCO_3 :D-глюконо- δ -лактон = 1,5:0,4:1,4 (г/г/г), которые закреплены как параметры модельных систем для получения реструктурированного полуфабриката из дыни. Установлены факторы, которые влияют на гелеобразование и структурно-механические свойства образующихся гелей.

С применением методов математического моделирования обобщены результаты изучения условий гелеобразования и влияния технологических факторов, построены линии равных значений комплексного показателя органолептических свойств продукта в зависимости от модуля мгновенной упругости, модуля эластичности и соотношения концентраций $\text{Alg}_2\text{Ca}/\text{AlgNa}$. Выделены зоны рациональных значений параметров $G_{\text{упр.}}^0$, $G_{\text{эл.}}$ и соотношения $\text{Alg}_2\text{Ca}/\text{AlgNa}$, которые обеспечивают необходимые органолептические показатели и значение степени пенетрации 216 ± 2 единиц пенетрации реструктурированного полуфабриката.

В результате изучения физико-химических показателей дынного пюре как факторов, возмущающих гелеобразование, установлено, что часть ионов Ca^{2+} может быть выведена из реакции гелеобразования органическими кислотами, пектиновыми веществами, а также возможными рецептурными компонентами. Исходя из этого, скорректированы параметры гелеобразования и установлено рациональное соотношение компонентов AlgNa: CaCO_3 :D-глюконо- δ -лактон = 1,5:0,6:2,1 (г/г/г).

Разработаны технология и рецептурный состав реструктурированного полуфабриката из дыни. Определены его основные физико-химические, структурно-механические, органолептические, микробиологические, токсикологические показатели, пищевая ценность. Установлены условия и сроки хранения: 28 суток при температуре 0...6⁰С для полуфабриката реструктурированного из дыни и 6 месяцев при температуре 0...6⁰С для полуфабриката реструктурированного из дыни в сахарном сиропе. Разработана и утверждена нормативная документация на полуфабрикат реструктурированный из дыни, осуществлено внедрение новой технологии на предприятиях ресторанного хозяйства г. Харькова, рассчитан экономический эффект от внедрения.

Ключевые слова: дынное пюре, альгинат натрия, гелеобразование, гелеобразующая система, полуфабрикат реструктурированный из дыни.

ANNOTATION

Pestina G. O. Technology of the restructured semi-finished product from melon. – Manuscript.

Thesis for Candidate's degree by speciality 05.18.16 – Technology of Food Products. – Kharkiv State University of Food Technology and Trade of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2009.

Technology of the restructured semi-finished product from melon is scientifically grounded and developed in thesis.

The method of melon puree geletion with the use of geletion system of «sodium alginate – CaCO₃ – D-glukono- δ -lakton» is grounded. Conformities to the law of reactions flowing are determined within the limits of the system; rational correlations of components are chosen; factors influencing geletion and structurally-mechanical properties of appearing gels are determined. With the use of mathematical design methods technological parameters of production process of the restructured semi-finished product from melon are grounded.

Technology and compounding composition of the restructured semi-finished product from melon is developed. Its basic physical-chemical, structural-mechanical, organoleptical, microbiological, toxicological indexes, nutritive value are determined; conditions and terms of storage are determined. Normative documentation on the restructured semi-finished product from melon is developed and ratified, introduction of new technology is carried out on restaurant business enterprises in Kharkiv, an economic effect from introduction is calculated.

Key words: melon puree, sodium alginate, geletion, geletion system, restructured semi-finished product from melon.

Підписано до друку 21.04.2009 р. Формат 60x90/16. Папір офс. Друк офс.
Обл.-вид. арк. 0,9. Умов.-друк. арк. 1,1. Тираж 100 прим. Зам. № 119

Харківський державний університет харчування та торгівлі,
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

ДОД ХДУХТ, вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.