

Автореф.
А 86

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
им. М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

АРТЕМЕНКО Виктор Станиславович

УДК 621.365.46.5 : 641.767

ПРОЦЕССЫ ВЫПЕЧКИ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ

Специальность, 05.18.12 - процессы и аппараты
пищевых производств

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1987

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова и Харьковском институте общественного питания.

Научные руководители - доктор технических наук,
профессор М.И. Веляев

- кандидат технических наук,
профессор А.Н. Мальский

Официальные оппоненты - доктор технических наук, старший
научный сотрудник А.В. Володарский

- кандидат технических наук,
доцент А.В. Длин

Ведущая организация - Республиканский проектно-технологический институт торговли
Министерства торговли СССР

Защита состоится "17" апреля 1987 г. в 13⁰⁰ час
на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при
Одесском технологическом институте пищевой промышленности
имени М.В. Ломоносова, 270039, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского
технологического института пищевой промышленности имени
Ломоносова.

"16" апреля 1987 г.

ОНАХТ 22.10.10
Процессы выпечки ово



v015749

Актуальность тем. В решениях XXVII съезда КПСС поставлена задача увеличения объемов производства свежих овощей и фруктов с тем, чтобы к 1990 году их потребление соответствовало научно обоснованным физиологическим нормам. Поставленная задача является одним из направлений развития индустриализации общественного питания страны, предусматривающей улучшение структуры питания населения на основе внедрения прогрессивных процессов и аппаратов. Следует подчеркнуть, что значительная часть плодоовощной продукции реализуется через предприятия общественного питания. Однако, доля овощей и фруктов в кулинарной продукции имеет тенденцию к снижению. Отмеченное является следствием того, что в общественном питании отсутствуют прогрессивные процессы и технологии по переработке овощей и фруктов в кулинарную продукцию. Одним из таких процессов является производство печеных овощей и фруктов.

В связи с изложенным, разработка процессов выпечки овощей и фруктов с использованием для этих целей прогрессивных способов тепловой обработки является чрезвычайно актуальной задачей.

Цель работы и задачи исследований. Основной целью диссертационной работы является теоретическое обоснование интенсификации и совершенствования процессов выпечки овощей и фруктов при комбинированном воздействии на них СВЧ- и ИК-излучений.

Для достижения основной цели необходимо решить ряд взаимосвязанных задач:

- исследовать процессы выпечки овощей и фруктов традиционными способами;
- исследовать процессы выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения;
- исследовать процесс тепловой обработки овощей и фруктов в поле СВЧ;
- исследовать в необходимом температурном диапазоне теплофизические и терморрадиационные характеристики овощей и фруктов;
- разработать и комплексно изучить комбинированный способ тепловой обработки овощей и фруктов, сочетающий воздействие на них поля СВЧ, термостатирования, горячего воздуха и ИК-излучения;
- обосновать технологические требования к аппарату, реализующему способ выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения и на их основе разработать тепловой аппарат;
- сформулировать технологические требования к тепловому аппарату, реализующему комбинированный способ выпечки овощей и фруктов;
- разработать и утвердить нормативно-техническую документацию

Одесский технологический институт пищевой промышленности

v015749

"Овощи и фрукты печеные";

- разработать технологические схемы производства кулинарной продукции на основе печеных овощей и фруктов, выполнить комплекс работ по внедрению в практику результатов исследования и рассчитать их экономическую эффективность.

Объекты исследования. Объектами исследования при выполнении работы являлись: картофель свежий продовольственный, свекла, тыква, баклажаны, перец сладкий, томаты, кабачки, яблоки, груши, кость пищевая, которые соответствовали требованиям нормативно-технической документации.

Объектами исследования явились серийные тепловые аппараты, которые возможно использовать для выпечки овощей и фруктов, а также созданный автором агрегат для выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения и макет аппарата, реализующего комбинированный способ выпечки.

Научная новизна результатов исследований. Теоретически обоснована интенсификация процессов ИК-обработки овощей, фруктов и комбинированного воздействия СВЧ-нагрева, термостатирования, горячего воздуха и ИК-излучения при выпечке овощей и фруктов.

Способ приготовления бульона из обжаренной кости, комбинированный способ тепловой обработки овощей и фруктов, включающий СВЧ-нагрев и термостатирование, обработку в атмосфере горячего воздуха и ИК-обработку - защищены авторскими свидетельствами /А.с. № 1097259 СССР и положительное решение ВНИИПИЗ по заявке № 4036307/13/038898 /.

Выполнено технико-экономическое обоснование внедрения в практику процессов выпечки овощей и фруктов.

Получены терморadiационные и теплофизические характеристики овощей и фруктов, которые крайне необходимы при внедрении комбинированного способа их тепловой обработки.

Разработаны технологические требования к аппаратам, реализующим ИК-нагрев и комбинированный способ выпечки сырья.

Практическая ценность. На основании обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, накопленных в ходе выполнения настоящей диссертационной работы, разработан и создан аппарат с ИК-энергоподводом для выпечки овощей и фруктов, обжарки измельченной пищевой кости.

Разработана и утверждена нормативно-техническая документация на процессы производства изделий на основе печеных овощей и фруктов /ТУ 28 УССР 255-85 "Овощи и фрукты печеные", изделия кулинарные

ные, вырабатываемые на обжарочном агрегате ИА-1" и Технологической инструкция к ним /.

Апробация работы. Основные положения, изложенные в диссертационной работе, доложены и одобрены на Всесоюзной научной конференции "Проблемы индустриализации общественного питания страны" /Харьков, 1984 г./; Всесоюзном научно-практическом семинаре "Основные направления индустриализации общественного питания страны" /Днепропетровск, 1984 г./; пятой Всесоюзной научно-технической конференции "Электрофизические методы обработки пищевых продуктов" /Москва, 1985 г./; Всероссийском совещании "Дальнейшее развитие и совершенствование организации общественного питания учащихся учебных заведений" /г.Старый Оскол. Белгородская область, 1985 г./; научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава Харьковского института общественного питания /1984, 1985, 1986 гг./; на расширенном заседании кафедры оборудования предприятий общественного питания ХЮП /1986 г./; на объединенном заседании кафедр ОТИП им.М.В.Ломоносова /1986 г./.

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 9 печатных работ, в том числе получено на новые процессы два авторских свидетельства.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на _____ страницах машинописного текста, содержит 16 таблиц, 33 рисунка.

На защиту выносятся:

- теоретическое обоснование интенсификации процессов выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения и комбинированным способом;
- комбинированный способ тепловой обработки овощей и фруктов, включающий СВЧ-нагрев, термостатирование, обработку горячим воздухом и в поле ИК-излучения;
- аппарат для выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения;
- терморadiационные характеристики овощей и фруктов.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность разрабатываемой темы исследований.

В первой главе приведен критический анализ современного состояния процессов производства печеных овощей и фруктов на предприятиях общественного питания и вскрыты их недостатки. Отмеченные недостатки процессов и аппаратов, применяемых для их осуществления,

вызывают необходимость в проведении теоретических и экспериментальных исследований в плане их интенсификации.

Приведен анализ предложенных Л.Я. Ауэрманом, А.С. Гинзбургом, А. Михелевым, А.В. Володарским, А.Т. Лисовенко, А.Н. Вышелесским, И.А. Роговым, А.С. Большаковым, С.Г. Ильясовым, А.В. Юлиным, Л.В. Островским и другими исследователями способов интенсификации процессов тепловой обработки пищевых продуктов за счет применения СВЧ-нагрева, ИК-излучения и комбинации их воздействия. Изучены диэлектрические, терморadiационные и теплофизические характеристики растительного сырья по литературным данным.

Основная цель и частные задачи исследований диссертационной работы логично вытекают из материалов, изложенных в первой главе.

Во второй главе приведено технико-экономическое обоснование процессов выпечки овощей и фруктов.

Выполнено теоретическое обоснование интенсификации процессов тепловой обработки овощей и фруктов в поле ИК-излучения, в поле СВЧ и при их комбинировании.

В третьей главе изложены методики исследований и описаны экспериментальные установки. Причем, на известные методики исследований, широко используемые в работе, сделаны соответствующие ссылки. С особой тщательностью описаны оригинальные экспериментальные установки и разработанные автором методики исследований. Разработано четыре экспериментальные установки, которые позволили изучить характер основных закономерностей исследуемых процессов.

Исследования процессов выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения выполнены на экспериментальной установке /рис. 1/, включающей экспериментальный агрегат с ИК-энергоподводом, блок питания с измерительным комплектом, узел измерения температуры с хромель-копелевыми термопарами, переключателем и потенциометрами.

Комбинированные процессы выпечки овощей и фруктов, сочетающие СВЧ-нагрев, термостатирование, обработку в атмосфере горячего воздуха и ИК-обработку, исследованы на экспериментальной установке /рис. 2/, включающей СВЧ-печь "Электроника-2000", экспериментальный агрегат с ИК-энергоподводом, блок питания с измерительным комплектом и узел измерения температуры.

Исследования терморadiационных характеристик выполняли в спектрофотометрической лаборатории кафедры физики МИИП по методикам, разработанным д.т.н., профессором С.Г. Ильясовым.

Анализ погрешностей обосновывает достоверность полученных экспериментальных данных.

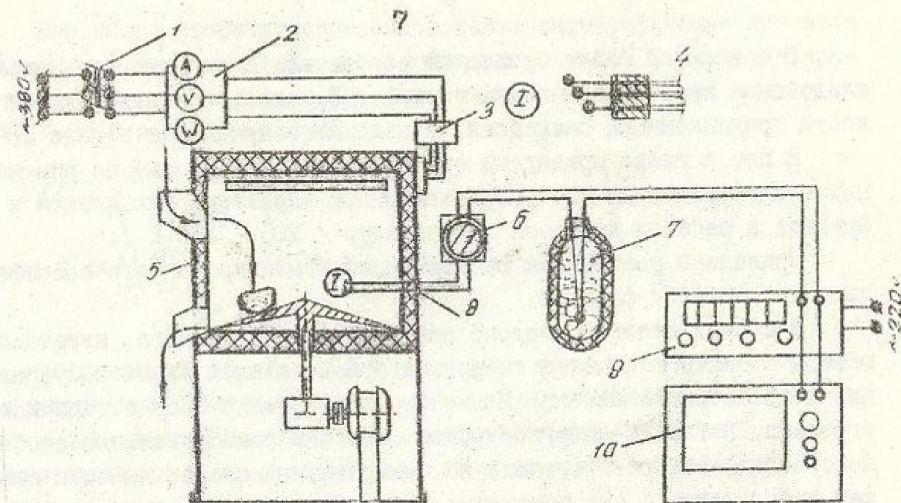


Рис. 1. Схема экспериментальной установки по исследованию процессов выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения:

1-рубильник; 2-измерительный комплект И-50А; 3-пульт управления; 4-гребенка с горячими спаями термопар; 5-экспериментальный ИК-агрегат; 6-переключатель ПМТ-24; 7-сосуд Дьюара; 8-вывод термопар; 9-миллиампервольтметр И 4310; 10-потенциометр ЭПН 09-ПМ.

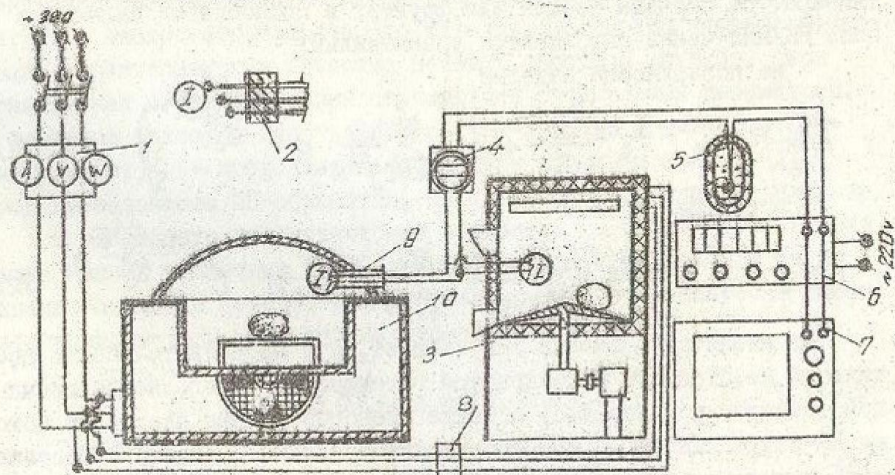


Рис. 2. Схема экспериментальной установки по исследованию процессов комбинированной выпечки овощей и фруктов: 1-рубильник; 2-гребенка с термопарами; 3-экспериментальный ИК-агрегат; 4-переключатель ПМТ-24; 5-сосуд Дьюара; 6-миллиампервольтметр И 4310; 7-потенциометр ЭПН 09-ПМ; 8-пульт управления; 9-вывод термопар; 10-СВЧ-печь "Электроника-2000".

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований процессов выпечки овощей и фруктов, обжарки пищевой кости традиционными способами, в поле ИК-излучения и в поле СВЧ.

В пятой главе приведены экспериментальные данные по изменению теплофизических и терморadiационных характеристик овощей и фруктов в рабочем диапазоне температур / 290 - 360 К /.

Приведены результаты исследований комбинированного способа выпечки овощей и фруктов.

В шестой главе приведено описание разработанного, изготовленного и принятого отделом внедрения новой техники Главного управления общественного питания Министерства торговли УССР обжарочного агрегата ЖА-I с ИК-энергоподводом. Описаны конструктивные особенности аппарата, реализующего комбинированный способ выпечки овощей и фруктов.

Приведен расчет экономической эффективности внедрения в практику результатов исследований.

Завершается диссертационная работа общими выводами.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ, ИХ ОБОБЩЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

В работе теоретически обоснована интенсификация процессов выпечки при ИК- и СВЧ-нагреве, их комбинировании. Показано, что температура образца овощей или фруктов в процессе их выпечки в поле ИК-излучения описывается уравнениями:

- на поверхности изделия

$$T(\tau, \tau) = T_0 + \frac{q \cdot \tau_0}{\lambda} \left(\frac{3\alpha\tau}{2\tau_0^2} + \frac{1}{5} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{M_n} \cdot e^{-\frac{\alpha M_n^2 \tau}{\tau_0^2}} \right) \quad /1/$$

- в центре изделия

$$T(0, \tau) = T_0 + \frac{q \cdot \tau_0}{\lambda} \left(\frac{3\alpha\tau}{2\tau_0^2} - \frac{3}{10} - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{M_n \cdot \cos M_n} \cdot e^{-\frac{\alpha M_n^2 \tau}{\tau_0^2}} \right) \quad /2/$$

Из анализа уравнения /2/ следует, что продолжительность дозревания необходимой "температуры готовности" определяется начальной температурой изделия, а также пропорциональна плотности потока ИК-излучения q и обратно пропорциональна квадрату определяющего геометрического размера τ_0 , то есть интенсифицировать ИК-обработку сырья возможно как за счет увеличения q , так и за счет уменьшения τ_0 .

Численное решение уравнений /1/ и /2/ адекватно экспериментальным данным /рис. 3/.

Выполнено теоретическое обоснование интенсификации процесса выпечки при комбинированном воздействии поля СВЧ и термостатирования, горячего воздуха и ИК-излучения на овощи и фрукты:

- на стадии СВЧ-нагрева

$$T = T_c + \frac{P}{\alpha S} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\alpha S}{c m} \tau} \right) \quad /3/$$

а при $\tau \ll \left(\frac{c m}{\alpha S} \right)$ из /3/ приближенно следует

$$T = T_c + \frac{P}{c m} \tau \quad /4/$$

- на стадии обработки в атмосфере горячего воздуха происходит выравнивание температуры по объему обрабатываемого изделия;

- на стадии ИК-обработки формируется вкус и запах, свойственные печеным овощам и фруктам, а температура в центре обрабатываемого изделия определяется по уравнению /2/ с учетом того, что T_0 вычислено по формуле /4/.

Полученные теоретические зависимости и расчеты, выполненные на их основании, адекватны предварительным экспериментальным данным, что позволило выполнить программу экспериментальных исследований.

Выполнено математическое планирование экспериментов методом Бокса-Уилсона. В качестве параметра оптимизации $\bar{y}$ принята температура в центре обрабатываемого изделия. Органолептические показатели, характеризующие качество печеных овощей и фруктов, были приняты как ограничения при определении оптимальных параметров. В качестве факторов использовались: X_1 - продолжительность СВЧ-нагрева, с; X_2 - продолжительность термостатирования, с; X_3 - продолжительность ИК-обработки, с; X_4 - масса единицы изделия, кг.

В результате статистической обработки на ЭВМ СИ-1600 /серия малых машин/ в системе ИНМОС данных факторных экспериментов по выпечке овощей и фруктов комбинированным способом получены математические модели оптимизации процессов выпечки:

- картофеля

$$\bar{y} = 92,15 + 3,0X_1 + 0,5X_2 + 2,0X_3 - X_4 \quad /5/$$

- свеклы

$$\bar{y} = 90,5 + 5,0X_1 + 1,25X_2 + 2,8X_3 - 1,25X_4 \quad /6/$$

- яблок

$$\bar{y} = 89,6 + 4,3X_1 + 0,7X_2 + 2,9X_3 - 1,1X_4 \quad /7/$$

которые позволили определить влияние отдельных факторов на процесс выпечки овощей и фруктов комбинированным способом.

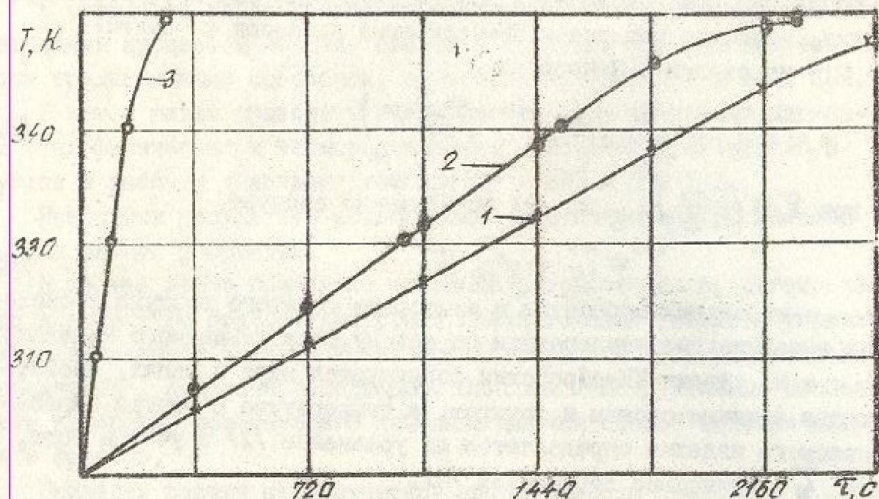


Рис. 3. Зависимости $T=f(t)$ для различных способов тепловой обработки картофеля /точки - экспериментальные данные, кривые - рассчитаны теоретически/: 1 - традиционный; 2 - в поле ИК-излучения; 3 - в поле СВЧ.

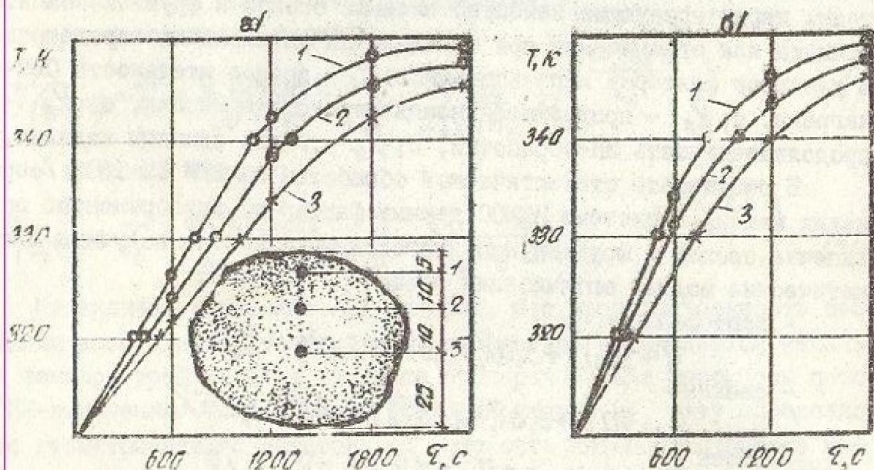


Рис. 4. Динамика температур в клубне картофеля при его выпечке: а/ традиционным способом; б/ в поле ИК-излучения

Анализ уравнений /5/, /6/ и /7/ позволяет отметить, что наибольшее влияние на комбинированный способ выпечки оказывают продолжительность СВЧ-нагрева и ИК-обработки.

Экспериментальные исследования процессов выпечки овощей и фруктов в поле СВЧ, ИК-излучения и при их комбинировании выполнены в сравнении с традиционными процессами выпечки.

Установлен характер основных закономерностей выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения. Изучена динамика температуры по объему изделия в процессе выпечки, определены потери массы овощами и фруктами, а также сохранность витаминов и минеральных веществ. Плотность теплового потока ИК-излучения изменялась в экспериментах от 6000 до 36000 Вт/м².

Установлено, что благодаря подводу ИК-излучения высокой плотности непосредственно на поверхность овощей и фруктов, продолжительность их выпечки сокращается на 25-42%, по сравнению с традиционной выпечкой в жарочных шкафах /рис. 4/.

Основная потеря массы овощами и фруктами в процессе ИК-обработки происходит за счет испарения влаги и высушивания поверхностного слоя. При этом наблюдается увеличение выхода печеных овощей и фруктов на 5-15% по сравнению с традиционными способами выпечки.

Показано, что при непрерывном СВЧ-нагреве неочищенных овощей и фруктов температура по объему нарастает неравномерно, поэтому предложено сочетать СВЧ-нагрев с термостатированием.

С целью разработки комбинированного способа выпечки овощей и фруктов, включающего СВЧ-нагрев, термостатирование, обработку горячим воздухом и ИК-обработку, и теплового аппарата, реализующего комбинированный способ выпечки, изучены теплофизические свойства овощей и фруктов в рабочем диапазоне температур /290-360 К/.

При помощи приставки к спектрофотометру СФ-26 определены спектральные отражательная R_λ , пропускательная T_λ и поглощательная A_λ характеристики сырой кожуры и мякоти с кожурой картофеля и яблок, а также кожуры и мякоти с кожурой /толщиной до 10^{-2} м/ картофеля и яблок, подвергнутых предварительной СВЧ-обработке в течение 10-130 с.

Полученные данные приведены в виде графических зависимостей на рис. 5 и 6. Как следует из анализа зависимостей, приведенных на рис. 5, в результате предварительной СВЧ-обработки картофеля и яблок, их R_λ кожуры уменьшается на 5-10%, а T_λ возрастает на 5-15% для области спектра 1,0-1,1 мкм, то есть после СВЧ-обработки большая доля ИК-излучения будет проникать через кожуру картофеля и яблок. В то же время, A_λ слоя мякоти с кожурой после СВЧ-

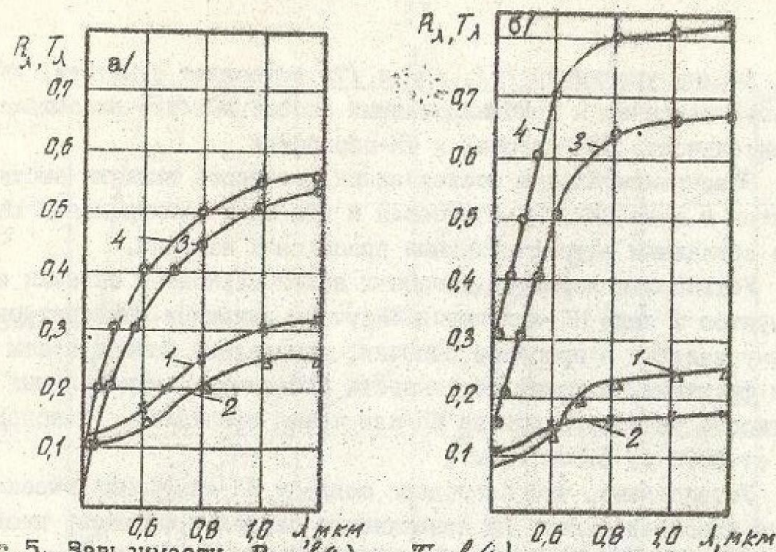


Рис. 5. Зависимости $R_\lambda = f(\lambda)$ и $T_\lambda = f(\lambda)$:
1, 3 - сырая кожа / а - картофель, $\delta = 3 \cdot 10^{-4}$ м; б - яблоко, $\delta = 1,2 \cdot 10^{-4}$ м;
2, 4 - кожа после СВЧ-обработки / а - картофель, $\delta = 3,2 \cdot 10^{-4}$ м, $\tau = 180$ с; б - яблоко, $\delta = 0,5 \cdot 10^{-4}$ м, $\tau = 120$ с.

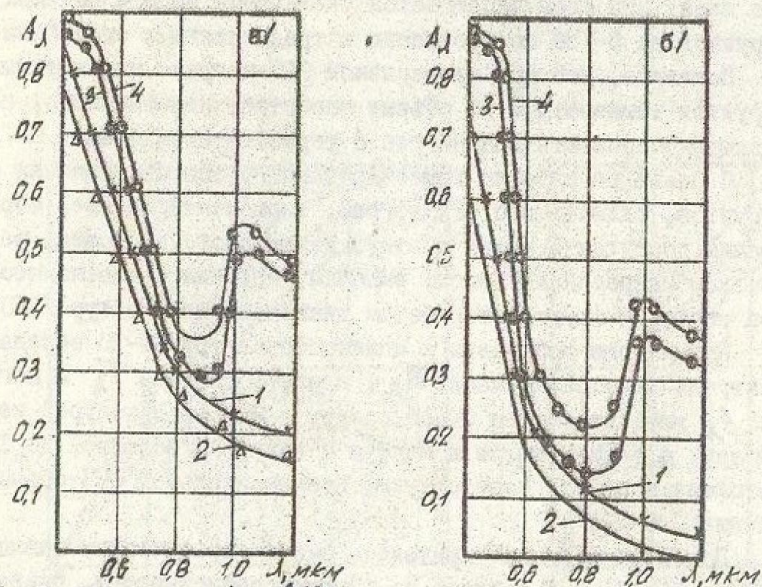


Рис. 6. Зависимость $I_\lambda = f(\lambda)$:
1 - сырая кожа / а - картофель, $\delta = 3 \cdot 10^{-4}$ м; б - яблоко, $\delta = 1,2 \cdot 10^{-4}$ м;
2 - кожа после СВЧ-обработки / а - картофель, $\delta = 3,2 \cdot 10^{-4}$ м, $\tau = 180$ с; б - яблоко, $\delta = 0,5 \cdot 10^{-4}$ м, $\tau = 120$ с;
3 - слой мякоти с кожей, $\delta = 10^{-2}$ м / а - картофель; б - яблоко /;
4 - слой мякоти с кожей после СВЧ-обработки, $\delta = 10^{-2}$ м / а - картофель; б - яблоко /.

обработки возрастает на 5-10% /рис. 6/, а это значит, что слой почти толщиной до 10^{-2} м будет лучше поглощать ИК-излучение и более интенсивно прогреваться, что позволяет за счет интенсификации реакций меланоидинообразования, карамелизации и других сформировать в этом слое вкусовые и ароматические вещества, свойственные печеным овощам и фруктам. То есть СВЧ-нагрев способствует улучшению терморadiационных характеристик кожуры и мякоти овощей и фруктов, что интенсифицирует их дальнейшую ИК-обработку.

На основании выполненных исследований разработан комбинированный способ выпечки овощей и фруктов, включающий их СВЧ-нагрев, термостатирование, обработку в атмосфере горячего воздуха /375-400 К/ и в поле ИК-излучения, который позволяет значительно интенсифицировать процесс выпечки.

Определены рациональные режимы осуществления комбинированного способа выпечки овощей и фруктов, которые приведены в табл. I, потери массы продуктами в процессе тепловой обработки /табл. 2/.

Графические зависимости изменения температуры по слоям, например, картофеля при комбинированном способе выпечки приведены на рис. 7. На графике хорошо различимы участки, соответствующие циклам СВЧ-нагрева и термостатирования /по 60 с/, обработке в атмосфере горячего воздуха и в поле ИК-излучения.

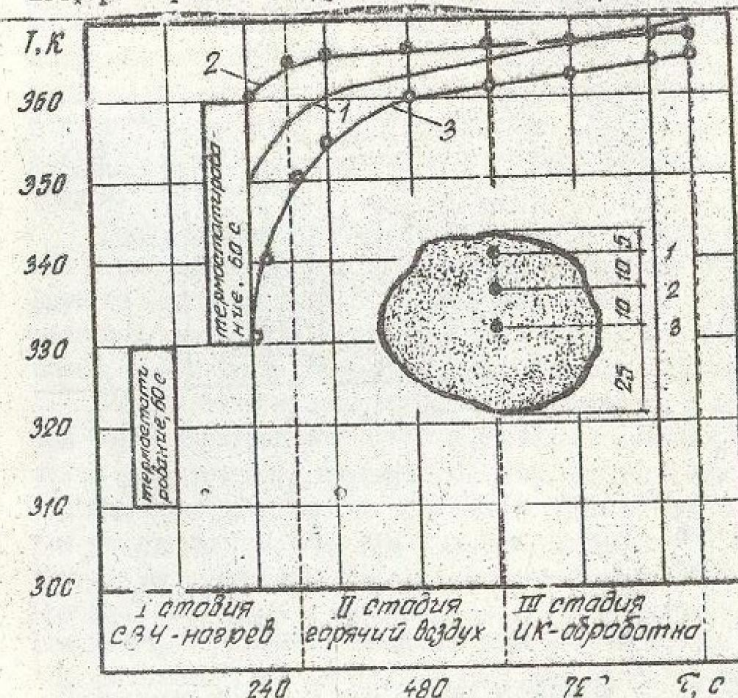


Рис. 7. Динамика температур в клубне картофеля при комбинированном /СВЧ + ИК/ способе его выпечки

Таблица 1.

Рациональные режимы комбинированной /СВЧ + ИК/
тепловой обработки овощей и фруктов

Наимено- вание продук- тов	Продолжительность тепловой обработки								
	I стадия				II стадия		III стадия		Общая продол- житель- ность процес- са, с
	СВЧ-нагрев		термостати- рование		горячий воздух		ИК-обработка		
	коли- чест- во цик- лов	продол- житель- ность, с	коли- чест- во цик- лов	продол- житель- ность, с	темпе- ратура К	продол- житель- ность, с	плот- ность пото- ка, кВт/м ²	продол- житель- ность, с	
Картофель,									
свекла,	2-	120-	1-	60-	370-	180-	30-	180-	540-
тыква	3	180	2	120	400	300	36	300	900
Яблоки,	2-	120-	1-	60-	370-	180-	24-	180-	540-
груши	3	180	2	120	380	300	30	300	900

Таблица 2.

Выход готовых изделий при комбинированном /СВЧ + ИК/
способе тепловой обработки овощей и фруктов

Наименование сырья	Масса сырья брутто, г	Отходы и поте- ри при холод- ной об- работке к массе сырья брутто, %	Масса сырья нетто или по- луче- ния фаб- ката, г	Потери при теп- ловой обработ- ке к массе сырья нетто или по- луче- ния фаб- риката, %	Выход готового изделия, г
Картофель: печеный в кожуре	125		125	20	100
печеный в кожуре с последующей очисткой	167		167	40	100
Свекла печеная в кожуре с последующей очисткой	167		167	40	100
Тыква, запеченная лом- тиками	240	30 x	167	40	100
Яблоки или груши печеные	118		118	15	100

Примечание к табл. 2: x - отходы и потери при удалении семян и очистке.

Продолжительность СВЧ-нагрева и ИК-обработки обусловлены фи-
зико-химическими, диэлектрическими и терморadiационными свойства-
ми каждого вида овощей и фруктов, а также особенностями строения
их тканей. Но каждая из стадий /СВЧ-нагрев + термостатирование,
обработка в атмосфере горячего воздуха, ИК-обработка/ имеет оди-
наковую продолжительность, что позволяет разработать аппарат не-
прерывного действия для его осуществления. Таким образом общая
продолжительность тепловой обработки овощей и фруктов при комби-
нированном способе выпечки составляет 540-900 с, что в 2-4 раза
меньше, чем при выпечке овощей и фруктов в поле ИК-излучения, и
в 3-8 раз меньше, чем при традиционной выпечке в жарочных шкафах.

Особо следует подчеркнуть, что органолептические показатели
овощей и фруктов, выпеченных комбинированным способом выше, чем
у выпеченных по традиционной технологии или в поле ИК-излучения.

Кроме того, потери массы овощами и фруктами при их выпечке
комбинированным способом не превышали потерь, определенных при
выпечке овощей и фруктов в поле ИК-излучения, и были меньше потерь
массы при традиционной выпечке, а потери витаминов и минеральных
веществ снизились /табл. 3/. Основным фактором, определяющим луч-
шую сохранность витаминов /при всех прочих равных условиях/ явля-
ется продолжительность тепловой обработки, которая наименьшая при
комбинированном способе выпечки овощей и фруктов. Наиболее полно
минеральные вещества сохраняются в овощах и фруктах, выпеченных
в поле ИК-излучения и комбинированным способом, так как потеря
массы в этих случаях происходит за счет испарения влаги через
кожуру.

Практическая реализация результатов исследований. Теоретичес-
кие и экспериментальные исследования процессов выпечки овощей и
фруктов /традиционный, в поле ИК-излучения, в поле СВЧ и комбини-
рованный/ позволили выработать технологические требования к аппа-
ратам, реализующим ИК-нагрев и комбинированный способ выпечки.

Разработана конструкторская документация и изготовлена опыт-
ная серия ИК-агрегатов ЖА-1. Отдел новой техники Главного управ-
ления общественного питания Министерства торговли УССР после про-
ведения межведомственных приемных испытаний рекомендовал ЖА-1
для массового производства с целью оснащения и.и. специализирован-
ных предприятий общественного питания по производству и реализа-
ции печеных овощей и фруктов.

Приведена схема ИК-аппа-
рата ЖА-1. В аппарате предусмотрено регулирование теплового пото-
ка, перемешивание, загрузка и выгрузка овощей и фруктов. Пуль-

Таблица 3.

Влияние различных способов тепловой обработки
на содержание витаминов в овощах и фруктах

Наименование овощей и фруктов, способов тепловой обработки	Содержание витаминов, мг%					
	В-каротин	В ₁	В ₂	РР	С	Е
Картофель: сырой	0,023	0,141	0,087	2,39	16,5	
отварной в кожуре	0,010	0,113	0,047	1,29	12,1	
печеный в кожуре /традиционный/	0,018	0,123	0,054	1,53	14,1	
печеный в кожуре /ИК-нагрев/	0,021	0,126	0,07	1,92	15,2	
печеный в кожуре /комбинированный/	0,022	0,131	0,077	2,12	16,1	
Свекла: сырая	0,018	0,090	0,050	0,590	7,2	
отварная в кожуре	0,013	0,066	0,037	0,296	5,0	
печеная в кожуре /ИК-нагрев/	0,016	0,087	0,047	0,332	6,0	
Тыква: сырая	1,1	0,060	0,072	0,13	5,0	0,37
припущенная	0,51	0,05	0,048	0,23	1,8	0,15
печеная/традиционно/	0,39	0,050	0,031	0,01	1,2	0,23
печеная/ИК-нагрев/	0,51	0,048	0,028	0,23	1,1	0,22
печеная/комбиниро- ванный способ/	0,93	0,045	0,053	0,25	3,5	0,29
Яблоко: сырое	0,020	0,030	0,048	0,20	12,0	0,153
печеное/традиционно/	0,018	0,015	0,040	0,11	6,0	0,130
печеное/ИК-нагрев/	0,015	0,016	0,020	0,13	7,0	0,111
печеное/комбиниро- ванный способ/	0,018	0,015	0,032	0,15	9,0	0,131
Порец сладкий: сырой	0,98	0,122	0,065	0,72	200,0	
печеный /ИК-нагрев/	0,89	0,112	0,052	0,64	173,6	
тушеный	0,78	0,106	0,042	0,54	117,0	
Баклажаны: сырые	0,023	0,084	0,075	0,49	5,2	
печеные /ИК-нагрев/	0,016	0,053	0,060	0,29	4,3	
тушеные	0,009	0,042	0,050	0,30	1,9	
Кабачки ранние: сырые	0,048	0,062	0,055	0,62	14,2	
печеные /ИК-нагрев/	0,046	0,060	0,033	0,53	12,6	
тушеные	0,022	0,037	0,021	0,34	8,3	

управления выполнен отдельным блоком и крепится к аппарату. Производительность аппарата по печеным овощам и фруктам - 20-40 кг/ч.

Разработан макет теплового аппарата для реализации комбинированного способа выпечки овощей и фруктов.

Аппарат включает в себя три рабочие камеры для тепловой обработки овощей и фруктов /СВЧ-камера, камера обработки горячим воздухом, камера ИК-обработки/. Перемешивание и перегрузка обрабатываемых продуктов из одной камеры в другую осуществляется автоматически. Аппарат работает по программе, задаваемой таймерами, и через каждые 180-300 с выдает партию печеных овощей или фруктов.

Результатом исследования процессов выпечки овощей и фруктов явилась разработка технологических схем производства печеных овощей и фруктов, кулинарных изделий на их основе.

Разработаны и утверждены в установленном порядке ТУ 28 УССР 255-85 "Овощи и фрукты печеные, изделия кулинарные, вырабатываемые на обжарочном агрегате ЖА-1" и Технологическая инструкция.

Выполнен расчет экономической эффективности внедрения результатов исследований в практику общественного питания.

ВЫВОДЫ

1. Анализ традиционных процессов и аппаратов для выпечки овощей и фруктов показал, что они трудоемки, энергоемки, поэтому не удовлетворяется спрос населения на эту группу изделий. Отмеченное способствовало тому, что потребление овощной продукции на душу населения отстает от физиологически обоснованных норм.

2. Теоретически обоснованы направления интенсификации процессов производства печеных овощей и фруктов в поле ИК-излучения. Математически описаны процессы тепловой обработки овощей и фруктов в поле ИК-излучения, в поле СВЧ и при их сочетании. Теоретические зависимости СВЧ- и ИК-нагрева в разработанных процессах адекватны экспериментальным данным, что позволило использовать их при разработке процессов и в инженерных расчетах.

Доказана технико-экономическая эффективность и практическая целесообразность разработки процессов выпечки овощей и фруктов в поле ИК-излучения и комбинированным /СВЧ + ИК/ способом.

3. Разработан способ производства печеных овощей и фруктов в аппарате, сочетающем комбинированное воздействие на сырье ИК-нагрева и перемешивания. Определены рациональные режимы осуществления процессов. Выполнены комплексные исследования качества изделий и технико-экономических показателей процессов ИК-нагрева изучаемых видов сырья. Установлено, что ИК-нагрев способствует лучшей сохранности витаминов и минеральных веществ в продуктах,

на 25-50% сокращается продолжительность процесса и на 35-55% удельные расходы электрической энергии. Разработаны технологические требования к аппаратам, реализующим процессы производства печеных овощей и фруктов, сочетающих ИК-нагрев, термостатирование и перемешивание. Выполнены исследования, расширяющие область применения ИК-нагрева для обжарки пищевой кости. Способ обжарки измельченной пищевой кости и процесс производства из нее коричневого бульона защищены авторским свидетельством /А.с. №1097259 СССР/.

4. Изучены терморadiационные характеристики овощей и фруктов, обрабатываемых в поле ИК-излучения. Определены теплофизические свойства овощей и фруктов в диапазоне рабочих температур /290-360К/.

Выявлено положительное влияние предварительного СВЧ-нагрева овощей и фруктов на их терморadiационные характеристики /проникающую способность кожицы, поглощающую способность поверхностного слоя мякоти/ в процессе дальнейшей ИК-обработки. Полученные данные явились опорным материалом при последующих инженерно-конструкторских расчетах аппарата, реализующего комбинированный способ выпечки овощей и фруктов, сочетающего СВЧ-нагрев и термостатирование, обработку в атмосфере горячего воздуха и ИК-обработку.

5. На основе теоретических расчетов разработан принципиально новый комбинированный способ производства печеных овощей и фруктов, сочетающий СВЧ-нагрев, термостатирование, обработку горячим воздухом и ИК-обработку. Определены рациональные режимы процесса и выявлены его преимущества перед традиционным и в поле ИК-излучения процессами выпечки овощей и фруктов.

Комбинированный способ тепловой обработки овощей и фруктов защищен авторским свидетельством /положительное решение ВНИИПТД по заявке № 4036307/13/036898 от 14.03.86 /.

Разработаны технологические требования к аппаратам, реализующим комбинированный способ выпечки овощей и фруктов, сочетающего СВЧ-нагрев и термостатирование, обработку в атмосфере горячего воздуха и в поле ИК-излучения.

6. На основе теоретических и экспериментальных работ по исследованию ИК-нагрева и комбинированного способа выпечки сырья разработан и создан аппарат ЖА-1 и выпущена его опытно-промышленная серия, эксплуатируемая в отрасли; разработан макет аппарата, реализующего комбинированный способ выпечки.

7. Разработаны, исследованы и внедрены в общественное питание процессы производства кулинарной продукции на основе печеных овощей и фруктов. Утверждены 1У 23 УССР 255-85 "Овощи и фрукты

печенные, изделия кулинарные, вырабатываемые на обжарочном агрегате ЖА-1", издана "Инструкция по производству на предприятиях общественного питания блюд и кулинарных изделий из печеных овощей".

Экономический эффект от внедрения результатов исследований составляет 2587 рублей по каждому специализированному предприятию в год.

Основное содержание диссертационной работы изложено в следующих публикациях:

1. Беляев М.И., Черевко А.И., Артеменко В.С. Блюда из печеных овощей // Общественное питание. - 1984. - № 11. - с. 43

2. Артеменко В.С., Черевко А.И. Исследование некоторых характеристик универсального обжарочного агрегата // Тез. докл. Всес. научн. конф. "Проблемы индустриализации общественного питания страны". - Харьков. - 1984. - с. 376

3. Артеменко В.С. и др. Пути увеличения потребления овощей и картофеля через предприятия общественного питания / В.С. Артеменко, А.И. Черевко, А.В. Паранич, И.М. Барвенко, В.В. Ткаченко // Тез. докл. Всес. научн. конф. "Проблемы индустриализации общественного питания страны". - Харьков. - 1984. - с. 144-147.

4. Артеменко В.С. и др. Полуфабрикат из костного остатка после прессования кости для приготовления коричневого бульона / В.С. Артеменко, Г.А. Винокуров, А.И. Черевко, Л.М. Постнов // Тез. докл. Всес. научн. конф. "Проблемы индустриализации общественного питания страны". - Харьков. - 1984. - с. 41-43.

5. Способ получения полуфабриката для бульона из обваленной кости: А.с. 1097259 СССР МКИ³ А 23 L 1/31 / М.И. Беляев, А.И. Черевко, В.С. Артеменко, А.Т. Иванов, Г.А. Винокуров / СССР / № 3624545/28-13; Заявлено 11.08.83; Опубл. 15.06.84; Бюл. № 22.

6. Артеменко В.С. и др. Агрегат для обжарки и подпекания пищевых продуктов / М.И. Беляев, А.И. Черевко, В.С. Артеменко, П.М. Косиченко // Общественное питание. - 1985. - № 1. - с. 32-33.

7. Артеменко В.С. и др. Новые полуфабрикаты, вырабатываемые на мясокомбинатах / М.И. Беляев, Г.М. Постнов, В.С. Артеменко, А.И. Черевко, Г.А. Винокуров, О.П. Шляпская // Общественное питание. - 1985. - № 2. - с. 39

8. Артеменко В.С. и др. Тепловая обработка овощей в поле ИК-излучения / М.И. Беляев, А.И. Черевко, В.С. Артеменко, А.В. Паранич // Изв. вузов СССР. Пищевая технология. - 1985. - № 6. - с. 49-52.

9. Способ приготовления печеных овощей: МКИ³ А 23 L 1/00. / М.И. Беляев, В.С. Артеменко, А.И. Черевко, В.В. Сафонов / СССР /. Положительное решение ВНИИПТД по заявке № 4036307/28-13/036898 / Заявлено 14.03.86.

В. Артеменко