

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

имени М.В. Ломоносова

На правах рукописи

ИБРАМДЖИ ЖЕРОМ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПИНАМУРА В ТЕХНОЛОГИИ

ФРУКТОВЫХ КОНСЕРВОВ

Специальность: 05.18.13 - технология консервированных
пищевых продуктов

А в т о р е ф е р а т

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1993



00814251 (L)

Робота виконана в Одеському технологічному інституті харчової промисловості імені М. В. Ломоносова.

Аб 27.313

Научні керівники:

- доктор технічних наук проф. Флауменбаум Б.Л.
- кандидат технічних наук, доц. Кротов Е.Г.

Офіційні опоненти:

- доктор хімічних наук проф. Дудкін М.С.
- кандидат технічних наук вед.науч.сотр. Горькоряд Н.П.

Ведущая організація:

- Одеський опитний консервний завод ім. В. І. Леніна

Захита состоится "26" мая 1993г. в 13⁰⁰ часов на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одеськом технологическом институте пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова по адресу: 270039, Украина, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова.

Автореферат разослан "23" Апреля 1993 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
д.т.н., профессор

Кротов Е.Г.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Для обеспечения пищевой и, в частности, консервной промышленности сырьем важное значение приобретает не только расширение площадей и повышение урожайности плодосовных культур, но и более широкое использование новых либо нетрадиционных видов растительного сырья.

Среди овошных культур особое место занимает топинамбур (Т), клубни которого отличаются оригинальным химическим составом, содержат разнообразный комплекс биологически активных веществ и могут служить ценным сырьем для производства консервированных пищевых продуктов, а также добавок и даже химически чистых веществ.

Интерес к Т во многом обусловлен тем, что он является одним из немногих в природе инулиноносных растений и по содержанию основных полисахаридов — инулина (И), а также его полимергомолога, существенно превосходит все другие растения. Однако, И в организме человека усваивается только на 50 % и практически безвкусен, что ставит перед пищевой промышленностью важную научно-техническую задачу поиска эффективного способа превращения И в сладкую, полностью усваиваемую организмом и обладающую диетическими свойствами фруктозу, которую с успехом можно использовать в качестве заменителя сахара при производстве широкого ассортимента плодовых консервов, отвечающих современной концепции адекватного и сбалансированного питания.

Цель и задачи исследования. Цель исследования — разработка на основе высокофруктозного гидролизата сока клубней Т технологии новых консервированных пищевых продуктов, не содержащих сахара в своей рецептуре. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие основные задачи: 1) определить химический состав клубней Т сорта Интерес, выращенного в Одесской области; 2) выбрать оптимальный способ получения сока из клубней Т, обеспечивающий высокий выход целевого продукта и минимальное количество отходов; 3) изыскать эффективный способ предотвращения потемнения массы клубней Т; 4) научно обосновать режим гидролиза И в соке из клубней Т, обеспечивающий максимальное содержание фруктозы; 5) разработать технологию получения высокофруктозного сока и новых видов консервированных продуктов из клубней Т; 6) обосновать на основе концепции сбалансированного и адекватного питания выбор объектов для разработки с применением ЭВМ-конструирования ассортимента консервированных продуктов на основе высокофруктозного сока из Т; 7) научно обосновать режимы стерилизации новых консервированных продуктов.

Научная новизна работы. Впервые для клубней Т сорта Интерес, районированного на Юге Украины, дана подробная биохимическая характеристика состава, в том числе и по ранее не изученным компонентам (ферменты, фенольные и минеральные вещества).

Установлено, что наиболее эффективным способом повышения сокоотдачи клубняки Т являются электрофизические воздействия, в частности – электроплазмолиз и применение микроволновой энергии. Особенно эффективно использование СВЧ-энергии, поскольку одновременно с повышением сокоотдачи происходит инактивирование окислительных ферментов и тем самым предупреждение потемнения. Это дает также возможность обрабатывать клубни в целом виде, не прибегая к механическому измельчению.

Определены кинетические параметры гидролиза сока Т лимонной кислотой, которые были положены в основу разработанного технологического процесса.

Созданы рецептуры консервов на основе гидролизованного топинамбурового сока, состав которых с помощью ЭМ-моделирования оптимизирован по ряду пищевых ингредиентов в соответствии с теорией сбалансированного питания. Установлены научно-обоснованные режимы пастеризации новых видов консервированных продуктов на основе гидролизата Т.

Практическая ценность работы. Предложен способ предгазительной обработки клубней (СВЧ-энергия), обеспечивающий высокую сокоотдачу (63 %) и инактивацию окислительных ферментов, что позволяет полнее использовать исходное сырье и получать полуфабрикат с высокими органолептическими показателями.

Разработаны параметры процесса гидролиза инулина и его полимергомолог сока Т пищевой кислотой (лимонная), что позволяет получать полуфабрикат с доминированием (60 %) в углеводном составе моносахарида фруктозы. Это позволяет использовать его в качестве продукта, который можно рекомендовать лицам, страдающим нарушениями углеводного обмена, в частности, сахарным диабетом, ожирением.

Предложена технология и рецептуры новых видов консервированных продуктов на основе обогащенного свободной фруктозой гидролизованного сока Т (топинамбурово-яблочный сок, топинамбурово-черешневый сок, топинамбурово-черешневый компот).

Апробация работы. Основные материалы диссертационной работы были доложены и обсуждены на научной конференции "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности", посвященной 60-летию МТИШ (Москва, октябрь 1991 г.).

Цитирование. По теме диссертации опубликовано 2 работы.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 142 страницах машинописного текста, содержит II рисунок и 3I таблицу. Состоит из введения, десяти глав, выводов, списка литературы, включающего 178 наименований советских и зарубежных авторов.

На защиту выносятся:

- новые способы предварительной обработки клубней Т, способствующих повышению сокоотдачи и предотвращению ферментативного побурения топинамбурового сока;
- параметры процесса кислотного гидролиза полисахаридов сока Т;
- характеристики биохимического состава клубней Т, гидролизата сока и новых видов консервированных продуктов;
- рецептуры и режимы стерилизации новых видов консервированных продуктов;
- технологическая схема производства новых видов консервированных продуктов.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследования и приведена общая характеристика работы.

В первой главе представлен аналитический обзор мировой научно-технической литературы, посвященной описанию Т как перспективной сельскохозяйственной культуры, освещению биохимического состава клубней и вопросов переработки в различные продукты и использованию в питании.

Вторая глава посвящена выбору объектов и методов исследований.

Объект исследования - свежие, технически зрелые клубни топинамбура сорта Интерес, районированные в Одесской области (Украина), а также продукты их переработки (сок топинамбура - свежий и гидролизированный, консервированные продукты).

Изучение физико-химических и биохимических показателей объектов исследования осуществляли с широким привлечением современных спектральных, хроматографических и других методов исследования.

В третьей главе приведены результаты исследования биохимических особенностей клубней Т. Как видно из табл. I, клубни содержат довольно много сухих веществ, представленных в основном (80 %) углеводным комплексом.

Общее содержание свободных аминокислот составило 350 мг/100 г влажной массы клубней. Учитывая, что суммарное содержание азотистых веществ составляет 1,5 мг/100 г, можно сделать вывод, что основная масса аминокислот (80 %) клубней Т находится в связанном состоянии. Следует отметить, что содержание незаменимых аминокислот

в выбранном сорте Т составило 31,1 %, что оказалось довольно близким к идеальному белку, у которого сумме незаменимых аминокислот должна быть на уровне 36 % (выводы ФАО/ВСЗ при ООН).

Таблица 1
Общая химическая характеристика клубней топинамбура

Показатели	Содержание на сырую массу, %
Сухие вещества	23,40
Общие сахара	19,40
Титруемая кислотность (р пересчете на яблоч.)	0,33
Активная кислотность, pH	6,65
Зола	1,75
Пектиновые вещества	3,40
Белки (N x 6,25)	1,44
Липиды	0,15

Таблица 2
Химический состав углеводного комплекса топинамбура

Углеводы	Содержание на влажную массу, %
Олигосахариды	7,0
Инулин	8,5
Моносахариды	3,1
Протопектин	2,4
Пектин	1,0
Гемипеллолозы А	0,18
Гемипеллолозы В	0,13
Целлюлоза	0,51

Определение биологической ценности белка клубней Т проводили методом аминокислотных шкал, основанном на определении аминокислотного сора, что позволяет выявить лимитирующие незаменимые аминокислоты.

Обнаружено, что белок Т достаточен по триптофану, лейцину, изолейцину, тирозину, фенилаланину и дефицитен по лизину, треонину, валину и серосодержащим аминокислотам. Наиболее лимитированным (95 %) исследованный белок оказался по лизину, дефицит которого весьма характерен для растительного сырья.

Показатель перевариваемости белка, определенный с применением панкреатических ферментов, характеризовался довольно высоким значением и составил 76 %.

Анализ кислотного гидролизата олигосахаридов показал, что они состоят из фруктозы и глюкозы, причем доминирует фруктоза (с1,1 %). Полученные результаты свидетельствуют о том, что на связанную фруктозу приходится свыше 60 % массы углеводного комплекса, в связи с этим выбранный сорт клубней можно рассматривать как вполне перспективный для разработки технологии получения высокофруктозного гидролизата.

Основную массу компонентов углеводного комплекса клубней (табл. 2) составляют фруктозаны (79,9 %), в том числе инулин (43,6 %). Структурные полисахариды (пектиновые вещества, гемипеллолозы, целлюлоза) составляют 16 % от масс сухих веществ клубней.

Проведенные исследования позволили установить, что содержание

нитратов в клубнях *T* составляет около 55 мг/кг, что приблизительно в 30 раз меньше, чем в свежле. Что касается более токсических нитритов, то в исследованных образцах они практически отсутствовали.

В четвертой главе описаны эксперименты по выбору приемлемого метода предварительной обработки топинамбурового сырья с целью увеличения сокоотдачи.

Выход сока из мезги клубней *T*, не прошедших предварительной обработки (контроль) находится на уровне около 40 %, что явно недостаточно, поэтому в работе была поставлена важная технико-экономическая задача изыскания способа обработки сырья, обеспечивающего наибольший выход сока, хорошие условия прессования мезги и приемлемое качество прессованного сока. Одним из эффективных способов предварительной обработки оказался электроплазмолиз.

Для обработки топинамбурового сырья электрическим током клубни предварительно измельчали и пропускали через электроплазмоллизатор при градиенте потенциала 1100 В/см. Выход сока в этом случае достигал 65 %, что дало основание использовать этот способ для практических целей. Однако, получаемый сок был темного цвета и нуждался в дополнительном осветлении. В связи с этим впервые в качестве предварительной обработки *T* была испытана СВЧ-энергия.

Для изучения закономерностей протекания процессов нагрева и установления приемлемых режимов СВЧ-обработки клубней *T* использовалась микроволновая печь "Днепрянка". Это дало возможность опытным путем выйти на режим, обеспечивающий получение достаточно светлого и прозрачного сока, не нуждающегося в дополнительном осветлении (5 мин прогресс, удельная мощность 400 Вт/кг). При этом достигались практически равномерная прогреваемость клубней (рис. 1), необходимая консистенция плодов, легкость прессования, фильтрации и относительно высокий выход сока (63 %) (рис. 2).

Дополнительным достоинством СВЧ-обработки является возможность осуществления прессования клубней без их предварительного измельчения. Однако, по ряду чисто практических соображений на первых порах остановились на электроплазмоллизе.

В пятой главе приведены эксперименты по инактивации окислительных ферментов и удалению продуктов покоричневения.

Опытным путем была определена активность полифенолоксидазы *T*, которая оказалась в 14 раз выше, чем в яблоках, которые, как известно, заметно подвержены ферментативному побурению. Сравнительно высокими были значения активности и других исследованных окислительных ферментов - аскорбиноксидазы и пероксидазы. Получен-

ные сведения об активности окислительных ферментов позволили сделать вывод о необходимости поиска способов их инактивации с целью предотвращения потемнения продукта.

В работе исследовали влияние СВЧ-обработки и электроплазмолиза в сочетании с добавками аскорбиновой кислоты. Установлено, что уже при 50 %-ной мощности СВЧ-печи активность полифенолоксидазы снижается более чем в 4 раза, а других окислительных ферментов приблизительно в 2 раза, что вполне достаточно для получения сока, цветность которого была практически такой же, как и в случае полной инактивации ферментов (100 % мощности СВЧ). Таким образом, преимуществом СВЧ-обработки является то, что она селективно действует на полифенолоксидазу, активность которой вносит наибольший вклад в развитие процессов покоричневения. Кроме того, установленная ранее возможность прессования клубней Т без предварительного измельчения также имеет большое значение для получения светлого сока, так как в этом случае удается избежать аэрации, способствующей активации оксидаз.

Однако, учитывая, что для наработки сока использовали в качестве метода предварительной обработки электроплазмолиз, определяли также его влияние на активность полифенолоксидазы. Установлено, что обработка в электроплазмолиторе снижала активность этого фермента лишь на 36 %, что диктовало необходимость в использовании агента, ингибирующего его активность. С этой целью были использованы аскорбиновая кислота (АК) и $S O_2$. Установлено, что обработка мезги раствором АК (0,9 - 1 %) позволила уменьшить активность полифенолоксидазы в 2,8 раза, что вполне приемлемо для решения практических задач. Однако, дальнейшая обработка мезги в электроплазмолиторе привела в последующем к повышению относительной цветности сока в 1,9 раза, что обусловлено повышением активности ферментов при умеренном нагреве субстрата. В связи с этим получаемый после электроплазмолиза сок нуждался в дополнительном освещении бентонитом.

В шестой главе пригедены результаты экспериментов по обоснованию режима гидролиза фруктозанов топинамбурового сока. Известно, что гидролиз поли- и олигосахаридов, заключающийся в расщеплении гликозидных связей, можно осуществлять ферментативным и химическим путем. Недостатком ферментативного гидролиза, проводимого с помощью стереоспецифических α и β -глюкозидаз, является то, что вначале гидролиз до низших олигосахаридов протекает сравнительно хорошо, а последняя стадия осуществляется весьма медленно, так как

низшие олигосахариды плохо расщепляются ферментами, и поэтому для получения чистой фруктозы необходимо затрачивать много времени. Таким образом, для гидролиза полисахаридов типа инулина наибольший практический интерес представляет лишь кислотный гидролиз. Целью гидролиза являлось расщепление инулина и его полимергомологов до получения свободной фруктозы, которая является основным моносахаридом полисахаридов сырья. Гидролиз углеводного комплекса сока лимонной кислотой проводили, используя различные температурные режимы в интервале 80–120 °С. Лимонную кислоту прибавляли в сок из расчета достижения ее концентрации 1 %, что соответствовало рН среды 4,2. Максимально достигаемый 100%-ный уровень гидролиза содержания редуцирующих веществ при гидролизе сока 1 %-ной лимонной кислотой составляет 15,2 %, что соответствует 95 % от общего содержания редуцирующих веществ, получаемых с помощью HCl.

Установлено, что для достижения максимального уровня гидролиза углеводов при 120 °С требуется всего 30 мин., при 100 °С – 210 мин., а при 80 °С – 33 часа.

Кинетические кривые гидролиза (рис. 3) носят экспоненциальный характер и при соответствующей математической обработке в полулогарифмических координатах выпрямляются (рис. 4). Это дает возможность определить константы D (время, требующееся для достижения 90 %-ного уровня гидролиза). Величина D , определяемая как время прохождения кривой логарифмического цикла, дает возможность сравнивать скорости гидролиза углеводов сока T при различных температурах и постоянном уровне кислотности. Таким образом, константы гидролиза углеводов сока при различных температурах следующие: D_{120} – 16 мин., D_{100} – 116 мин., D_{80} – 333 мин. Полученные константы D дают возможность рассчитать время, необходимое для 90 %-ного гидролиза инулина при различных температурах:

$$\tau = D \lg \frac{G}{g}, \quad (1)$$

где: G – содержание И к началу гидролиза

g – остаточное количество И в конце гидролиза

Кроме того, значение констант D при различных температурах дает возможность с помощью кривой зависимости времени гидролиза от температуры (рис. 3) найти вторую кинетическую константу Z . Найденная константа Z (22 °С) означает число градусов, на которое нужно повысить данную температуру процесса, чтобы требуемое время гидролиза T при любой температуре уменьшилось в 10 раз. С помощью константы Z можно рассчитать требуемое время гидролиза T при

любой интересующей температуре. Этот пересчет можно осуществить по формуле:

$$\lg \frac{y}{\tau} = 10 \frac{T_3 - T_2}{Z}, \quad (2)$$

где: y - искомое время гидролиза при данной температуре T_2 .
 τ - известное время гидролиза при эталонной температуре, взятой за мерило сравнения с ней данных температур T_3 .

Отсюда находят:

$$y = \tau \cdot 10^{\frac{T_3 - T_2}{Z}}, \quad (3)$$

Таким образом, зная константы D и Z позволяет регулировать процесс гидролиза И в любых производственных условиях.

В случае топинамбурового сока наиболее существенным моментом обеспечивающим приемлемое качество гидролизата, является недопущение развития процессов потемнения. Известно, что для замедления реакции деградации, вызывающей ухудшение качества пищевых продуктов при термической обработке, последнюю следует вести при возможно более высоких температурах, в течение очень короткого промежутка времени. Кроме того, это обеспечивает многократное увеличение производительности процесса. В связи с этим рассчитали целесообразным ограничиться в работе температурой 120°, так как при более высоких значениях температуры (140°C) удепротекают побочные процессы.

В седьмой главе приведена биохимическая и физико-химическая характеристика гидролизата сока из клубней Т и консервированных продуктов, полученных на его основе (табл.3).

Содержание редуцирующих углеводов гидролизата И сока составило 90%, в то время как в исходном сырье их доля была всего 16%. Таким образом, проведение гидролиза сока обеспечивает увеличение доли редуцирующих сахаров, в нем более чем в 5 раз. Общее количество фруктозанов составило только 13,4% от суммы углеводов, причем, негидролизированный И не обнаружен, а содержание свободной фруктозы достигало 58%, что свидетельствует о высокой эффективности используемого режима гидролиза.

Наиболее сильному изменению, по сравнению с исходным сырьем, подвергнулся показатель кислотности. Так, титруемая кислотность полуфабриката увеличилась в три раза, а активная кислотность понизилась с почти нейтрального значения до 4,15, что обусловлено исп. значения И процессе гидролиза лимонной кислоты.

Учитывая повышенную кислотность полуфабриката (в результате подкисления лимонной кислотой), можно сделать вывод, что его сле-

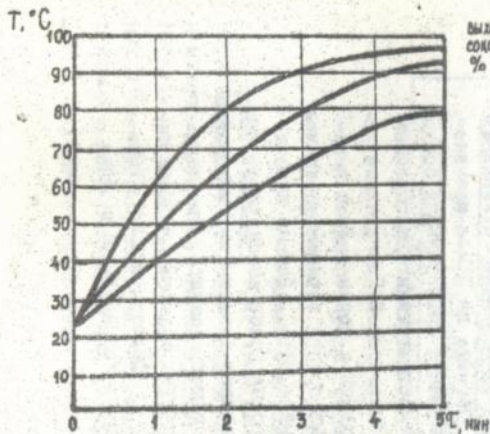


Рис. 1

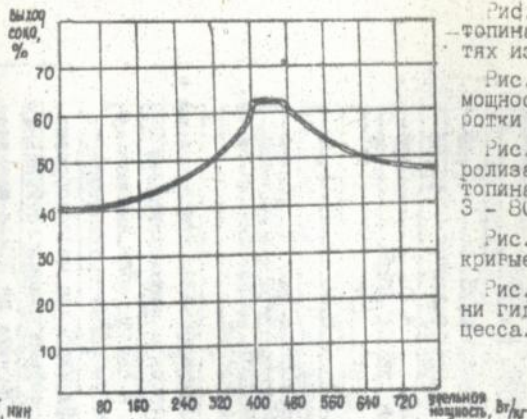


Рис. 2

Рис. 1 Кривая прогрета клубней топинамбура при различных мощностях излучения в поле СВЧ.

Рис. 2 Выход сока при различных мощностях в поле СВЧ (время обработки $\tau = 5$ мин.).

Рис. 3 Кинетические кривые гидролиза углеводного комплекса сока топинамбура (1 - 120 °C, 2 - 100 °C, 3 - 80 °C).

Рис. 4 Выпрямленные кинетические кривые гидролиза.

Рис. 5 Кривая зависимости времени гидролиза от температуры процесса.

II

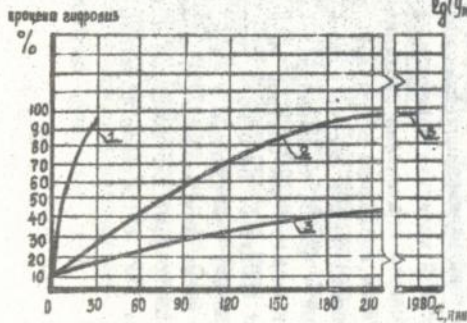


Рис. 3

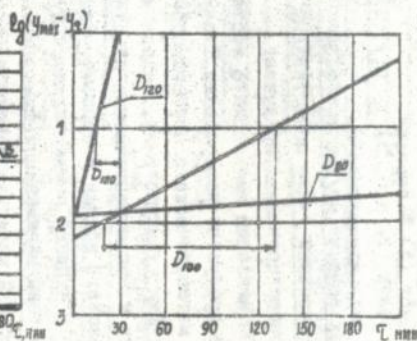


Рис. 4

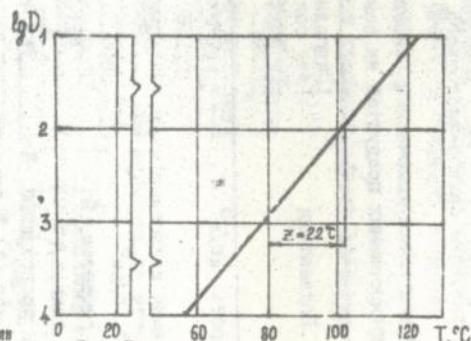


Рис. 5

дует купажировать с низкокислотными видами сырья для обеспечения благоприятного сахаро-кислотного индекса.

Таблица 3

Физические и химические показатели гидролизата сока и консервированных продуктов на основе гидролизованного Т - сока

Показатели	Гидролизат сока	Консервированные соки		Компот
	топинамбура	яблочного-топинамбуровый	черешнево-топинамбуровый	во-топинамбуровый
Плотность, кг/м ³	1,070	1,06	1,07	1,06
pH	4,150	3,79	3,67	3,71
Титруемая кислотность (в пересчете на лимонную кислоту), г/см ³	0,96	0,62	0,76	1,69
Сухие вещества, %	12,40	16,00	19,50	17,00
Общие сахара, %	9,73	10,93	14,20	16,50
Пектин растворимый, %	0,39	0,46	0,28	0,66
Общий азот (%) в пересчете на белок (N x 6,25)	0,77	0,60	0,50	1,31
Общее содержание полифенольных веществ, мг/100 г	15,20	16,60	15,60	25,80

В восьмой главе представлены результаты разработки новых видов консервированных продуктов.

Оптимизацию химического состава купажированных консервов на основе продуктов переработки Т осуществляли с использованием методов математического программирования и вариантного анализа купажей. Для купажирования, исходя из особенностей биохимического состава и органолептических показателей, наиболее целесообразно использовать яблоки и черешню. Решение задачи поиска оптимальных составов купажей осуществлялось путем расчета на ЭЕМ с применением метода минимизации функции и приближения интегральных оценок показателей качества нового продукта в соответствии с требуемыми нормативными значениями биохимических показателей. Проведенные исследования позволили определить оптимальный с точки зрения пищевой промышленности состав купажированных соков: топинамбурово-черешневый - 42:58, топинамбурово-яблочный - 38:62. Данные купажи явились основой для опытной выработки новых видов консервированных пищевых продуктов на основе гидролизованного топинамбурового сока.

Данные, приведенные в табл. 3 позволяют полагать, что полученные новые виды консервированных продуктов обладают высокой пищевой ценностью, диетическими и лечебно-профилактическими свойствами. Так, содержание фруктозы в яблочном-топинамбуровом соке

составило 60 %, а в черешнево-топинамбуровом - 49 %, в компоте - 55 %. Преобладание в составе сахаров фруктозы приводит к выводу о том, что эти продукты могут быть рекомендованы диабетикам и лицам, страдающим ожирением.

Технологическая схема производства топинамбурового сока-гидролизата приведена на рис. 6.

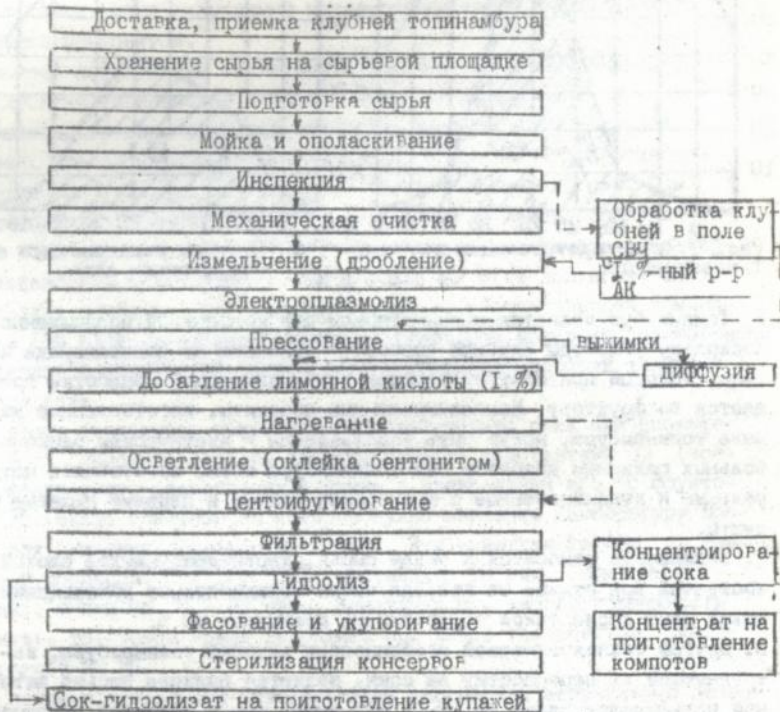
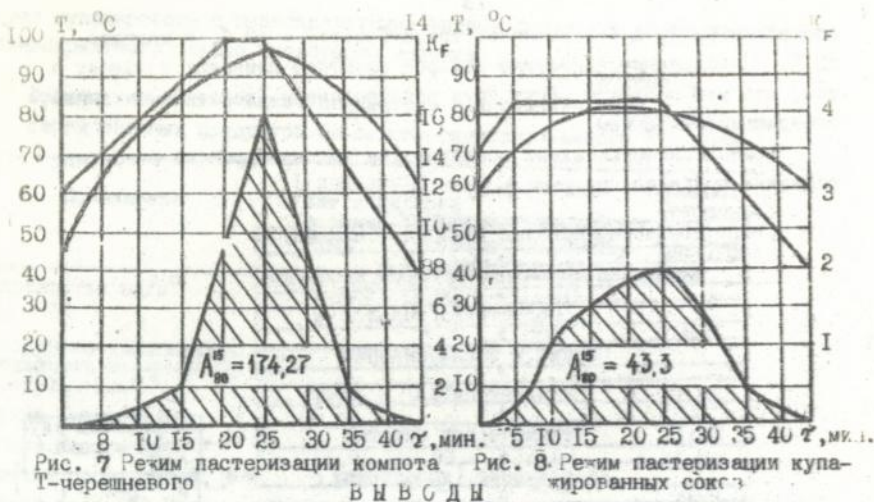


Рис. 6 Технологическая схема производства топинамбурового сока-гидролизата: — схема с использованием электроплазмолиза, --- схема с использованием СВЧ-обработки.

В десятой главе приведены данные по разработке режимов пастеризации консервов на основе топинамбурового сока. Теплофизические и микробиологические характеристики режимов приведены на рис. 7, 8. Высокая микробиологическая стабильность новых видов консервированных продуктов обусловлена повышенной кислотностью (рН 4,2), что связано с добавками лимонной кислоты, и содержанием фенольных веществ, обладающих выраженным антибактериальным действием.



1. Топинамбур является ценным сырьем для консервной промышленности, поскольку углеводы клубней состоят в основном из полисахарида инулина, который при соответствующей технологической обработке превращается во фруктозу. Консервированные продукты, изготовленные на основе топинамбура, могут быть использованы в диетическом рационе больных сахарным диабетом. Из топинамбура можно изготавливать натуральные и купажированные с фруктовыми соками и плодами пищевые продукты.

2. Топинамбур относится к видам сырья, характеризующихся плохой сокоотдачей при отжиме на прессах после механического измельчения. Выход сока после такой обработки не превышает 40 %.

3. Другой технологической особенностью клубней топинамбура, затрудняющей их переработку на соки, является наличие весьма активной полифенолоксидазы (в 10-15 раз выше, чем в яблоках), которая вызывает сильное ферментативное потемнение мезги в процессе механического измельчения.

4. Стимулировать сокоотдачу клубней топинамбура после механического измельчения можно одним из применяемых в консервном производстве методов предварительной обработки, например, нарезанием. Однако, сильное бланширование клубней мезги водой или паром вызывает сильное размягчение растительной ткани, придает ей слизистую консистенцию, затрудняет последующее прессование.

5. Обработка мезги топинамбура переменным электрическим током промышленной частоты (электроплазмолиз) обеспечивает надлежащую ей подготовку к прессованию, выход сока достигает при этом 65 %. Од-

нако, после разрушения цитоплазмических мембран во "вскрытых" клетках происходит взаимодействие полифенольных веществ с окислительными ферментами и мезга темнеет.

6. Предотвратить потемнение мезги топинамбура после обработки электроплазмолизом можно путем предварительной обработки ее одним из антиокислительных агентов, например, 1 %-ным раствором аскорбиновой кислоты, хотя полученный после прессования сок нуждается в осветлении бентонитом.

7. Наиболее эффективным технологическим приемом повышения сокоотдачи клубнями топинамбура и одновременно предупреждения потемнения отжимаемого сока является обработка клубней микроволновой энергией. Благоприятный технологический эффект СВЧ-обработки достигается при удельной мощности 400 Вт/кг и времени 5 мин. При этом дополнительной положительной особенностью такой обработки является возможность обойтись без механического измельчения, подвергая воздействию целые клубни. Выход сока при этом достигает 63 %.

8. Гидролиз инулина и его полимергомологов, обеспечивающий доминирование (60 %) в углеводном комплексе свободной фруктозы, достигается тепловой обработкой подкисленного лимонной кислотой топинамбурового сока.

9. Кинетика кислотного гидролиза топинамбурового сока при добавлении 1 % лимонной кислоты характеризуется константами D (время десятикратного расщепления инулина и превращения его во фруктозу) и Z (число градусов, на которое нужно повысить температуру процесса для снижения времени в 10 раз). Эта кинетика зависит от температуры процесса. При 120 °C D составляет 16 мин., при 100 °C - 118 мин., а при 80 °C - 33 часа. Константа Z , дающая возможность рассчитать требуемое время гидролиза при любой температуре, оказалась равной 22 °C.

10. С помощью метода ЭМ-моделирования рассчитаны оптимальные рецептуры новых видов консервированных продуктов (купажированные продукты: топинамбурово-черешневый (42:58) и топинамбурово-яблочный (38:62), отрицающие концепции адекватного питания. С использованием в качестве заливки концентрата гидролизованного сока, обогащенного свободной фруктозой, разработана рецептура черешневого компота, обладающего высокой пищевой ценностью, диетическими свойствами и приятными органолептическими качествами. Ввиду превалирования в углеводном комплексе новых видов разработанных консервов свободной фруктозы, их можно рекомендовать лицам с нарушенным углеводным и жировым обменом, а гидролизованный топинамбуровый сок - в ка-

честве заменителя сахара при производстве консервов.

II. Сохранность и стабильность качества консервов, полученных из топинамбура при хранении обеспечивается следующими формулами пас-теризации:

$$\frac{5-20-20}{85} \quad (\text{купажированные соки})$$

$$\frac{20-5-20}{100} \quad (\text{компоты из черешни})$$

12. Разработана технология производства новых видов консервированных продуктов (соки: топинамбуровый, топинамбурово-яблочный, топинамбурово-черешневый, компот топинамбурово-черешневый) на основе топинамбурового сока с высоким содержанием фруктозы. Предложена наиболее эффективная последовательность технологических операций среди которых основными являлись следующие: обработка клубней СВЧ-энергией, прессование, гидролиз инулина и его полимергомологов лимонной кислотой. Предусмотрена также и альтернативная схема, включающая вместо СВЧ-обработки измельчение клубней в присутствии стабилизатора окраски (аскорбиновой кислоты), использование электроплазмолиза для повышения сокоотдачи и осветления сока бентонитом.

13. Биохимическая характеристика готовых продуктов, проведенная по широкому комплексу показателей, выявила высокий уровень содержания ряда витаминов (аскорбиновая кислота, тиамин, рибофлавин), фруктозы, калия, железа, других компонентов, обеспечивающих пищевую ценность.

Работы, опубликованные по теме диссертации

1. Флауменбаум В.Л., Кротов С.Г., Ибраджки Жером. Цуквально-диетични продукти з топинамбура // Харчова і переробна промисловість. - 1992. - № 8. - С.11.

2. Флауменбаум В.Л., Кротов Е.Г., Ибраджки Жером. Получение консервированных пищевых продуктов из топинамбура / ОТИПЦ. - М. - 1992 - Деп. в ВИНИТИ 22.04.92. № 2485.