

Автор ер.
с 36

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

им. М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Силич Александра Андреевна

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКТИВНОЙ СУШКИ
ПЛОДОВ МОЛДАВИИ И ТАДЖИКИСТАНА**

Переучет 19

Специальность — 0,5.18.13

Технология консервирования пищевых продуктов.

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ОДЕССА * 1974

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

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

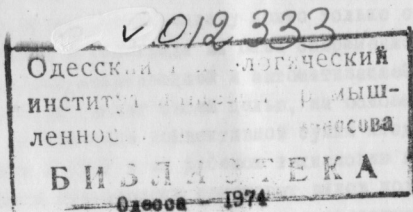
На правах рукописи

СИЛИЧ АЛЕКСАНДРА АНДРЕЕВНА

"ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЯКТИВНОЙ СУШКИ ПЛОДОВ
МОЛДАВИИ И ТАДЖИКИСТАНА"

Специальность - 05.18.13 -
технология консервирования пищевых продуктов

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук



ОНАХТ 15.06.12
Исследование процесс



v012333

Работа выполнена в лаборатории технологии консервирования Молдавского научно-исследовательского института пищевой промышленности.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:

Кандидат технических наук - В.В. Зогулевич

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Доктор технических наук, профессор А.С. Гинзбург

Доцент Я.М. Гольденберг

Ведущая организация - Союзно-республиканское аграрно-промышленное объединение Совета Министров МССР "Молдплодоовощпром"

Автореферат разослан 20 апреля 1974 г.

Защита диссертации состоится 31 мая 1974 г. в часов на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью организации, просим направить по адресу:

г. Одесса ГСІ - 510, ул. Свердлова 112.

Ученый секретарь института,
кандидат технических наук

Л. А. Запорожец

В В Е Д Е Н И Е

Центральным Комитетом КПСС и Советом Министров СССР перед пищевой промышленностью поставлена задача по развитию материально-технической базы для обеспечения своевременной комплексной переработки сельскохозяйственных продуктов, с целью полного удовлетворения потребности населения в продовольственных товарах широкого ассортимента и высокого качества.

Производство сушеных фруктов и винограда является одним из наиболее экономичных способов переработки фруктового сырья, позволяющим при сравнительно небольших затратах удлинить сроки его использования и обеспечить население особенно отдаленных районов страны и Крайнего Севера продуктами с высокой биологической ценностью.

Производство сушеных фруктов у нас в стране, несмотря на отдельные технические успехи, продолжает находиться на недостаточном техническом уровне, в результате чего богатые сырьевые ресурсы не полностью используются в ряде союзных республик.

Имеют место значительные потери сырья при традиционном, в Средней Азии, воздушно-солнечном способе сушки, связанные из-за длительности сушки не только с потерей сахаров, витаминов и др. ценных веществ, но и частой гибелью на площадках из-за атмосферных осадков полусухих фруктов и кишмишей.

Согласно физиологическим нормам питания, в ежедневный рацион человека должно входить не менее 8 г сушеной плодово-виноградной продукции. Следовательно, для полного обеспечения населения страны этим видом продуктов, необходимо осуществить увеличение производства с 26 тыс. тонн /1970 г./ до 700 тыс. тонн/год.

Осуществить поставленную задачу можно только организацией процесса сушки плодов и винограда на базе современной сушальной техники с обязательной механизацией и автоматизацией производства.

Настоящая работа ставит своей целью, на основании проведенных исследований по кинетике конвективной сушки плодов, критически оценить применяемую в СССР и за рубежом технологию и сушальную технику, исследовать пригодность некоторых видов полимерной тары для хранения сушеных фруктов, разработать технологию и аппаратурно-технологическую схему производства сушеных фруктов, обеспечиваю-

ших качество готовой продукции с высокими биохимическими, органолептическими и санитарно-гигиеническими показателями и высокую экономическую эффективность производства.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- Установить влияние предварительной подготовки плодов на скорость сушки и стабилизацию окраски плодов.
- Определить математическую зависимость между продолжительностью сушки, параметрами агента сушки и характеристикой сушеных плодов.
- Исследовать кинетику сушки плодов на туннельных сушилках. Разработать оптимальные режимы сушки для вишни, черешни, яблок, слив, груш, кизила, абрикосов, винограда.
- Разработать метод определения продолжительности сушки и интервала между загрузками тележек в туннельной сушилке для плодов с различной исходной влажностью и размерами. Определить технико-экономические показатели работы сушилки.
- Провести сравнительные санитарно-гигиенические исследования процесса сушки плодов в сушилках различного типа: лозницы, "Бессарабка", туннельная сушилка фирмы "Чачак" и отечественная туннельная сушилка Б6-КФА.
- Исследовать качество плодов и винограда Молдавии и Таджикистана, высушенных на туннельных сушилках, сопоставить с качеством сушеных фруктов лучших зарубежных фирм, определить уровень качества с целью разработки нормативно-технической документации.
- Разработать технологию производства фруктовых десертов в полимерной таре и товарной обработки чернослива.
- На основании проведенных исследований разработать техническое задание на проектирование отечественной туннельной сушилки для сушки фруктов и технологические требования на главную комплектующую часть сушилки - автоматическую горелку, обеспечивающую полное сжигание топлива.
- Провести исследование по определению экономической эффективности рекомендуемой технологии сушки плодов и обоснованию оптимального варианта отечественной туннельной сушилки Б6-КФА.

Экспериментальная часть работы выполнялась с 1966 по 1973 годы в Молдавском научно-исследовательском институте пищевой промышленности, Кишиневском политехническом институте им. С. Дазо, Институте проблем онкологии АН УССР. /г. Киев/, на 8 предприятиях Управления консервной промышленности объединения "Молдплодоовощпром" - Унгены, Единцы, Пырлица, Варзарешты, Бравичи, Бахмут, Грозешты, Сепотены, а также на заводах и в совхозах МПП Таджикской ССР - Исфара-Дяккан, Ура-Тобе.

Результаты исследований обобщены в диссертационной работе, состоящей из четырех глав, изложенных на 185 страницах, с 67 таблицами и 56 рисунками и приложений, включающих 10 разработанных нами технологических инструкций по производству сушеных слив, вишни, черешни, кизила, урюка, винограда, яблок, груш, фруктовых десертов в полимерной таре, утвержденных Главным управлением консервной, овощесушильной и пищекоцентрализованной промышленности МПН СССР, МПН Таджикской ССР и Управлением консервной промышленности объединения "Молдплодоовощпром"; задание на проектирование отечественной туннельной сушилки Б6-КФА и автоматической горелки; цеха товарной обработки чернослива, фруктовых десертов и др.

В ПЕРВОЙ ГЛАВЕ изложен обзор современного состояния производства, патентов и научных исследований в области технологии и техники сушки плодов, а также обзор литературы по санитарно-гигиенической характеристике некоторых видов пищевых продуктов, контактирующих в процессе технологической обработки с продуктами сгорания топлива.

Обзор литературы по затронутым вопросам позволил установить следующее:

Бурное развитие консервной промышленности в стране, особенно за последние 10 лет, рост объема выпуска стерилизованных консервов на поточно-механизированных линиях стабилизировали и даже несколько снизили производство сушеных фруктов.

Основной причиной снижения производства сушеных фруктов являются большие затраты ручного труда, связанные с примитивной организацией процесса воздушно-солнечной сушки, из-за отсутствия поточно-механизированных линий, а также значительная продолжительность процесса - от 6 дней до 2 месяцев.

Другой причиной является резкое снижение качества за счет сушки фруктов на лозницах или непосредственно на асфальтированных

или глинобитных площадках без стеллажей.

Острый недостаток сушеных фруктов в стране вызывает необходимость коренного пересмотра технологии и техники производства сушеных фруктов с тем, чтобы по уровню производства превзойти США, достигших к настоящему времени выпуска 480 тыс. тонн сушеных фруктов в год и сосредотачивавших до 75 % мирового производства чернослива, 50 % изюма, 50 % персиков и 25 % абрикосов, а по качеству продукции выйти на уровень лучших мировых образцов.

Сушка представляет собой сложный комплекс явлений, развивающихся внутри высушиваемого материала и в среде сушильной камеры.

Теория процесса сушки, разработанная советскими учеными А.В. Лыковым, А.С. Гинзбургом, Г.К. Филоненко, И.М. Федоровым, М.Г. Лурье и др. на основе учения о переносе тепла и массы внутри высушиваемого материала базируется на классификации форм связи влаги с материалом предложенной П.Л. Ребиндером и принятой в настоящее время в сушильной технике.

По А.В. Лыкову растительные материалы, подвергающиеся сушке, по природе являются коллоидными, а по структуре – капиллярнопористыми телами.

Исследуя кривые сушки различных материалов, А.В. Лыков, Г.К. Филоненко, И.Ф. Докучаев и М.С. Смирнов предложили методы аналитического расчета продолжительности сушки.

Предложенный А.В. Лыковым метод объясняет большинство тепло- и массофизических характеристик и в принципе вскрывает сущность процессов, происходящих при сушке, но является сложным при применении его в обычных инженерных расчетах процесса сушки и сушильных установок.

Метод Г.К. Филоненко базируется на понятии приведенной скорости сушки. При этом полагается, что

$$f = \frac{\Delta W}{\Delta t} \cdot \frac{1}{N} = \frac{(W - W_p)^m}{A + B(W - W_p)^m} \cdot \tau_{ср}$$

A, B, m безразмерные коэффициенты, независимые от режима сушки и определяющиеся только свойствами материала. Однако позже, исследованиями В.К. Коссека, М.А. Гришина и др. установлено, что коэффициенты A и B зависят от параметров сушки.

Если для многих овощей и крупяных материалов эти коэффициенты известны, то для фруктового сырья они не определены, так же как и зависимость скорости сушки в I-ом периоде (N) от $E_{ср} \frac{E}{PV}^{0.5}$

Исследованиям в области отдельных вопросов технологии и биохимических изменений при сушке плодов посвящены работы ряда отечест-

венных и зарубежных авторов: Колотова Г.И. /1930/, Марха А.Ф. /1948-1952/, Марха А.Ф., Скориковой Ю.Р. /1958/, Шадамовой А.С., Кац В.Л. /1958/, Доскалова /1958/, Гришина А.М., Ярославской Р.Ц. /1970/, Икрамова А.И. /1971/, Nifoles (1954), Cruess W.V. (1963), Henderson M., Nixcoll C., Morgan D. (1968), King C.G. (1968). Gentry (1965),

В то же время следует отметить, что в литературе отсутствует систематизированный критический материал, посвященный вопросу технологии конвективной сушки плодов и винограда, позволяющий выбрать оптимальный режим сушки, учитывающий морфологические и биохимические особенности плодов.

Изучение плодов Молдавии и Таджикистана как объекта сушки позволило установить, что для сушки используется большое разнообразие помолологических сортов плодов и винограда, отличающихся химическим составом, исходной влажностью, размерами плодов. В зависимости от зоны произрастания, в пределах одной республики отмечается значительное отклонение по этим показателям в пределах одного помолологического сорта.

Следует отметить ряд особенностей плодов, которые влияют на выбор технологии подготовки и сушки их. Прежде всего – высокое содержание влаги, термочувствительность особенно в конце процесса высушивания, различное отношение к температуре сушильного агента различных видов плодов в начале сушки. Так, высокая начальная температура сушки для слив, абрикосов, винограда приводит к растрескиванию плодов, потере клеточного сока, у груш вызывает вздутие плодов, для яблок оказывается безопасной. Разные плоды неодинаково реагируют и на скорость движения сушильного агента.

Особенности окислительной ферментной системы отдельных плодов /абрикосы, яблоки, светлые сорта винограда/ вызывает необходимость в предварительной обработке антиоксидантами перед сушкой.

Процесс сушки оказывает влияние на изменение биохимического состава плодов и поэтому является объектом тщательных исследований с целью выбора оптимальных параметров для каждого вида плодов.

Проведенный анализ литературных сведений и патентный поиск /1965-1971 г.г./ показывают, что в области промышленных способов сушки пищевых продуктов в настоящее время преобладающей остается конвективная сушка и в перспективе несколько её модификаций.

В области техники сушки фруктов в нашей стране, США, ФРГ, ГДР, Югославии, Венгрии, Болгарии, Японии и др. преобладающими остаются сушилки:

а) конвейерного типа /паровые, инфракрасные, с микроволновым излучателем/, применяемые для сушки овощей и нарезанных фруктов, легко отдающих влагу /яблоки, груши/;

б) туннельного типа с калориферным и контактным подводом тепла для сушки плодов, выделяющих клеточный сок /сливы, урюк, виноград и др. виды плодов/, а также некоторые модификации этого типа сушилок: *GS* /патент Венгерской народной республики/ и туннельная сушилка /патент США/ с попеременной подачей с противоположных сторон сушильной камеры сушильного агента с высокой температурой.

В качестве топлива используется дизельное топливо, природный газ пропан.

Значительное место в исследовании и производстве сушеных фруктов занимает вопрос товарной обработки сушеных фруктов с целью повышения их эластичности, улучшения санитарно-гигиенических показателей и выбора современных видов тары.

У нас в стране, в Средней Азии, технологическая схема товарной обработки начинается с дезинсекции сушеных фруктов бромистым метилом.

В связи с некоторыми недостатками указанного способа, ВНИИКОПом проводились работы по определению режимов обеззараживания сушеных фруктов от вредителей с помощью ионизирующих излучений.

Товарная обработка чернослива до сих пор у нас в стране не проводилась.

Технологические схемы товарной обработки чернослива, применяемые различными заводами и зарубежными фирмами /Болгарии, США, Югославии/ принципиально отличаются параметрами проведения бланширования и последующей обработкой сушеных слив. С целью предупреждения микробиологической порчи и поражения сельскохозяйственными вредителями, для обработки сушеных фруктов применяются сорбиновая кислота или сербат калия /Австралия, Франция/; окись пропилена /США/.

В последние годы для упаковки сушеных фруктов в СССР и, главным образом, за рубежом широко применяется кроме традиционных деревянных и картонных ящиков, лакированный целлофан, а также целлофан, кашированный бумагой, нейлон, вискотен и другие полимерные материалы.

К настоящему времени в числе прочих причин, вызывающих злокачественные новообразования, важная роль отводится химическим канцерогенным веществам, значительную часть которых составляют полициклические углеводороды, их производные и гетероциклические аналоги.

Сведения о канцерогенных свойствах этой группы соединений

приводятся в экспериментальных работах советских ученых: Л.М.Шабал /1947/; П.П.Дикуна /1963/; Р.М.Логидзе, Н.Р.Лоладзе /1962/; Ларионов /1956/; Б.С.Танасейчук, Соколов,Обезгаус,Тестовский И.Я., Линник /1966/ и ряда зарубежных исследователей *Bodger G.M.* /1962/; *Gacassague, Bue-Hoi Lavit-Lami* и др.(1963), *Pullman A., Pullman B.* (1957), *Wunder Hoffman* (1959).

Работами П.П.Дикуна, Н.Д.Гореловой и др. установлено, что канцерогенные вещества содержатся в дыме и в саже при неполном сгорании древесины при сравнительно низких температурах.

Б.П.Гуримов, В.И.Зорэ,А.А.Ильина,А.М.Шабал сделали вывод о том, что состав канцерогенных углеводородов в саже различных образцов, полученных при сгорании каменного угля, торфа, нефти и дерева, зависит не от вида топлива, а от полноты сгорания его.

Значительный интерес представляет работа П.П.Дикуна, Красницкой Н.Д. и др. по изучению возможности образования канцерогенных углеводородов при сжигании природного газа в различных типах горелок. Авторы пришли к выводу, что в случае, когда количество первичного воздуха несколько превышает теоретически необходимое для полного сгорания, образуется небольшое количество 3,4 бензпирена/0,1 мкг на 1 м³ сгоревшего газа в случае инжекционной горелки/ или его вовсе нет /инфракрасная газовая горелка/. При этом установлено, что недостаток первичного воздуха при сгорании можно компенсировать вторичным /атмосферным/ воздухом, количество бензпирена в этом случае значительно снижается, хотя ∞ присутствует в газо-воздушной смеси.

Н.А.Калининой, П.П.Дикуном и др. определено одинаковое содержание 3,4 бензпирена в хлебоуточных изделиях, выпекаемых в печах при прямом контакте с продуктами сгорания газа и без контакта. Авторы пришли к выводу, что источником концентраций 3,4 бензпирена в хлебе, батонах является сырье - мука; маргарин, масло сливочное и растительное, содержание 3,4 БП в количестве от 0,37 до 10,0/7кг продукта. В работе приведены данные различных исследователей по содержанию 3,4 бензпирена в пищевых продуктах, воде, воздухе, растениях.

Таким образом, накопленные наукой данные о содержании 3,4 БП в пищевых продуктах, а также о возможной опасности загрязнения канцерогенными полициклическими углеводородами пищевых продуктов при контакте с продуктами сгорания топлива, с одной стороны, и положительные результаты исследования, исключающие обогащение продуктов питания при организации оптимального режима сгорания, тре-

В ТРЕТЬЕЙ ГЛАВЕ рассмотрены результаты экспериментов:

Исследования влияния предварительной обработки на скорость сушки и стабилизацию окраски плодов и винограда

Для уточнения влияния предварительной обработки сырья на интенсификацию процесса сушки применительно к наиболее распространенным в Молдавии сортам слив /Венгерка молдавская/, нами проведено сравнительное исследование различных методов предварительной обработки /накалывание, надрезы в начале сушки и в конце сушки, бланширование в воде; в растворе NaOH 1%; 0,5% в течение 20, 30 сек., обработка толуолом, облучение ИК-лучами и др./ на одном и том же сырье и при одинаковых режимах последующей сушки. t - 78°C и V - 2 м/сек в произывающем потоке сушильного агента. Исследования позволили отметить некоторую, хотя и незначительную интенсификацию процесса сушки после облучения плодов ИК-лучами и накалывания. в данном случае средняя скорость сушки за процесс составляет соответственно 0,67%/мин - 0,68%/мин, контроль - 0,66%/мин. Более заметное ускорение испарения влаги наблюдалось в образцах с удаленной кожицей и с надрезами - 0,74%/мин. /рис.2/.

Для большинства исследованных вариантов предварительной обработки слив отмечается ускорение процесса в начальные периоды времени, к концу процесса скорость испарения влаги нивелируется, а в отдельных случаях уменьшается /слива без кожицы/.

Таким образом, на скорость сушки оказывает влияние не только /или не столько/ свойства кожицы плодов, сколько другие факторы физико-химического порядка.

Лабораторные исследования показали, а производственные опыты подтвердили, что бланширование слив не приводит к заметной интенсификации процесса, в то же время в процессе бланширования происходят потери растворимых веществ, достигающие, по нашим наблюдениям, 0,3 - 0,57%. Цвет сушеных слив после бланширования менее привлекательный.

Более ощутимое ускорение процесса наблюдается при сушке бланшированного винограда, особенно при температуре сушильного агента 30-40°C, т.е. такой температуре, которая имеет место при воздушно-солнечной сушке.

С повышением температуры сушки роль бланширования как фактора интенсификации процесса снижается, а при сушке на туннельных сушилах практически ликвидируется /рис.3/.

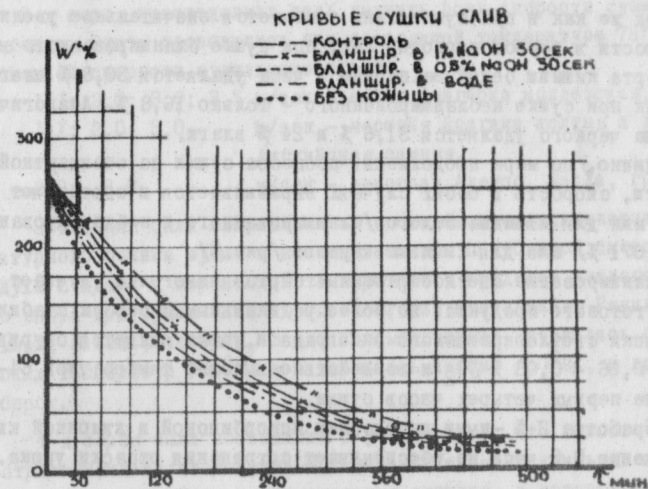


Рис. 2

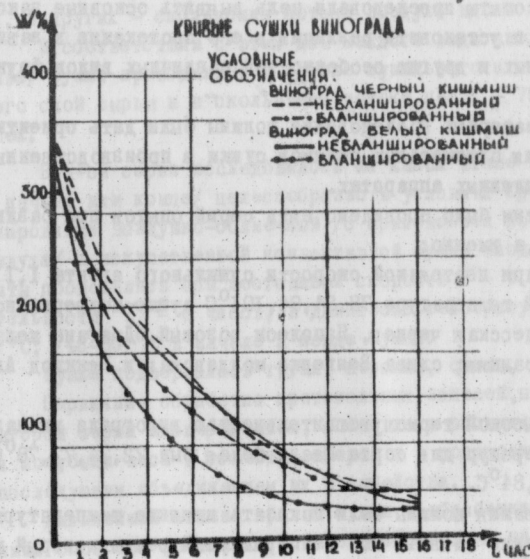


Рис. 3

Так же как и при сушке слив отмечается значительное увеличение скорости в первом периоде. Так, при сушке бланшированного винограда сорта кишмиш белый за первые 2 часа удаляется 36,8 % влаги, тогда как при сушке небланшированного - только 16,8 %. Аналогично у кишмиша черного удаляется 31,6 % и 24 % влаги.

Однако, по мере продолжения процесса сушки до стандартной влажности, скорость в обоих случаях выравнивается и составляет 0,072 %/мин для кишмиша белого /бланшированного и небланшированного/ и 0,071 %/ мин для кишмиша черного /рис. 3/.

Бланширование светлоокрашенных сортов винограда улучшает окраску готового продукта, но более радикальным способом стабилизации окраски светлоокрашенного винограда и урка является окуривание в дозах 0,06 - 0,08 % SO_2 и воздействие высокой температуры 84-86°C в течение первых четырех часов сушки.

Обработка 2 %-ными растворами аскорбиновой и лимонной кислоты в течение 0,5 часа не обеспечивает сохранения окраски урка.

Лабораторные исследования кинетики сушки плодов.

Экспериментальные данные, анализ их, математическая обработка.

Лабораторные опыты преследовали цель выявить основные закономерности процесса и установить различия в его протекании в зависимости от структурных и других особенностей различных видов фруктового сырья.

Данные лабораторных исследований должны были дать ориентировку для установления оптимальных режимов сушки в производственных условиях на промышленных аппаратах.

В связи с этим было проведено пять серий опытов при различных режимах сушки, а именно:

I-я серия: при постоянной скорости сушильного агента 1,1 м/сек и переменной температуре 78, 84, 94, 101°C сушке подвергались: черешня сортов Одесская черная, Наполеон розовый, Драгана желтая; вишня Английская ранняя; слива Венгерка молдавская и Ренклюд Альтайна.

В связи с высокой термочувствительностью винограда диапазон исследуемых температур для сорта Шасла белая был 72, 74, 76, 78°C и сорта Алеппо - 78, 84°C.

Эти исследования должны были показать влияние температуры на процесс сушки, а также выявить тот температурный режим, который может обеспечить интенсивное удаление влаги в сочетании с хорошим качеством продукции.

2-я серия преследовала цель выявить роль скорости сушильного агента. Опыты проводились при постоянной температуре 78°C и переменной скорости сушильного агента.

1,1; 2,0; 3,0; 3,5 м/сек	- слива Венгерка молдавская,
1,1; 2,0; 3,0 м/сек	- черешня Драгана желтая и вишня Английская ранняя,
2,0; 3,0 м/сек	- виноград Алеппо, Шасла, грузин.

3-я серия была направлена на исследование ступенчатого температурного режима сушки и проводилась при постоянной скорости воздуха 2 м/сек и переменной температуре в пределах каждого отдельного опыта при сушке слив сортов Венгерка молдавская, Ренклюд консервный, кизила, черешни. В одних опытах сушка начиналась с более высоких температур /90°C/ и завершилась низким /50°C/, в других - наоборот.

4-я серия была поставлена с учетом того, что наиболее распространенными на плодосушильных заводах типами сушильных аппаратов являются конвейерные и туннельные сушилки, в которых принципиально различно взаимное влияние воздуха и материала. В первых имеет место перекрестный ток воздуха, пронизывающий слой материала, в других - скольжение потока воздуха вдоль поверхности сырья.

В соответствии с этим для каждого вида плодов /вишня, черешня, слива/ сушка проводилась в потоке сушильного агента, пронизывающего слой сырья и в скользящем потоке при t - 78°C и V - 3,5 м/сек.

В 5-ой серии исследовалось на каком этапе процесса сушки /в начале или конце/ целесообразно в условиях Средней Азии: комбинирование воздушно-солнечной /с применением повышенной скорости воздуха/ и искусственной конвективной сушки плодов и винограда. Опыты проводились при постоянной скорости V - 4,5 м/сек и продолжительности T - 6 часов, в диапазоне температур /30-38°C; /40-44°C; /48-50°C в начале и конце сушки.

Сушке подвергались грузин, персики, сливы, виноград.

Первичная обработка протокольных записей, проведенных первой и второй серий экспериментов, состояла в расчете влажности материала по убыли веса в моменты замеров и в построении кривых сушки с последующим объединением их в семейства.

Дальнейший анализ кривых сушки и обработка их графоаналитическим способом позволили установить основные параметры процесса.

Результаты исследований свидетельствуют об увеличении скорости испарения влаги с увеличением температуры с 78 до 101°C и потенциала сушки.

Содержание фурфурола для сливы сорта Венгерка молдавская увеличивается при этом с 17,2 мг/кг до 46,6 мг/кг, появляется горечь и потемнение плодов.

Сушка вишни и черешни в этом диапазоне температур позволяет получить продукт хорошего качества при увеличении содержания фурфурола с 14,0-19,2 мг/кг у вишни и 7,32-8,08 мг/кг у черешни сорта Драгана желтая.

Скорость сушильного агента оказывает существенное влияние на скорость сушки мелкоплодных плодов - вишни и черешни.

Так, при увеличении скорости воздуха /при постоянной температуре = 78°C/ с 1,1 до 2,0 м/сек продолжительность сушки сокращается на 22 %, а при скорости 3 м/сек - на 31,6 %. В меньшей степени скорость сушильного агента оказывает влияние на сушку более крупных плодов - сливы. В этом случае увеличение скорости сушильного агента с 1,1 до 2,0 м/сек сокращает продолжительность сушки слив всего на 7-10 %, дальнейшее увеличение скорости до 3,5 м/сек не ускоряет процесс.

Обработка экспериментальных данных I-й и 2-й серий опытов по методу профессора Г.К. Филоненко для плодов черешни сортов Драгана желтая, Наполеон розовый, Одесская черная, вишни Английская ранняя, винограда Шасла и сливы Венгерка молдавская /рис. 4/ и Ренклюд Альтана позволяет отметить следующее:

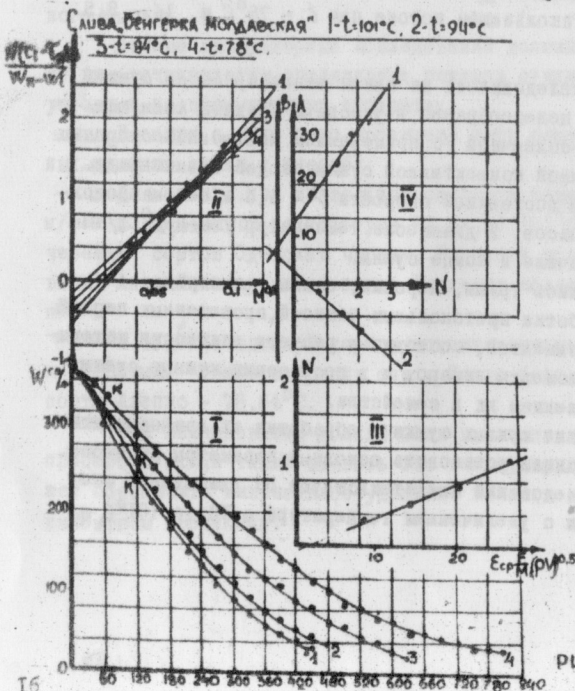


рис 4

а) положение точек W_k зависит от потенциала сушки и повышается с повышением температуры.

б) коэффициенты A и B зависят от режима сушки, который характеризуется симплексом $E_{ср} \frac{E}{m_c} (PV)^{0.5}$ для большинства плодов и $E_{ср} \frac{E}{m_c} PV$ - для черешни Одесская черная и Наполеон розовый.

в) показатель степени "III" для косточковых плодов имеет значение 0,5. В этом случае $M^{0.5} \frac{L}{W_k - W_p + W_2 - W_p} (II)$ для винограда $M = I$

$$M = \frac{2.3}{W_k - W_2} \lg \frac{W_k - W_2}{W_2 - W_p}$$

Установленная нами функциональная связь между скоростью сушки в первом периоде для указанных видов плодов и параметрами сушки $N = f[E_{ср} \frac{E}{m_c} (PV)^{0.5}] (m)$; и зависимости $A = f(N)$; $B = f(N) (m)$ в виде эмпирических формул показана в таблице I/1/. Зависимость справедлива в интервале температур 78-101°C и $V = 1,1 - 3$ м/сек.

Полученные зависимости позволяют рассчитать общую продолжительность сушки косточковых плодов:

$$t = \frac{1}{N} [(W_n - W_k) \cdot \frac{2.3(W_k - W_2)}{W_k - W_p + W_2 - W_p} + B(W_n - W_p)]$$

винограда:

$$t = \frac{1}{N} [(W_n - W_2) + 2.3 A \lg \frac{W_k - W_2}{W_2 - W_p} + B(W_n - W_2)]$$

Среднее квадратичное отклонение составило 2-4 % от фактического времени.

По результатам остальных 3-х серий установлено следующее:

а) при ступенчатом температурном режиме средняя скорость сушки при прямотоке и противотоке почти одинакова или несколько меньше при прямотоке. Это можно объяснить повышением концентрации клеточного сока плодов по мере сушки и связанной с этим ростом температуры кипения его. Поэтому, для удаления влаги в конце сушки тепловой напор сушильного агента должен быть выше, чем в начале сушки, или хотя бы равным ему;

б) при сравнении влияния скользящего и пронизывающего потока сушильного агента можно отметить некоторую интенсификацию процесса в пронизывающем потоке, но только лишь в начале процесса, в дальнейшем скорость уравнивается. В пределах исследуемых параметров сушки $t = 78^\circ C$, $V = 3,5$ м/сек направленность потока сушильного агента не оказывает влияния на скорость сушки при однорядной укладке плодов;

в) с точки зрения количества удаляемой влаги более целесообразно низкую температуру сушки применять в начале процесса, так как за одно и то же время при $V = 4,5$ м/сек воздухом с температурой окружающей среды 30-40°C можно удалить от 5 до 40 % влаги

В. О. 12333
Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М. В. Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

Таблица I

Зависимость скорости сушки в первом периоде от параметров сушильного агента

Наименования плодов	m	; потенциал сушки переменный $V - const$			N	; массовая скорость теплоносителя переменная $\tau - const$		
		A	B	C		A	B	C
1. Черешня								
Оде сокян черная	0,5	$0,5 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 5,66$	$16N - 15$	$1,8 - 122N$				
2. Неполеон розовый	0,5	$0,184 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 1,45$	$50N - 78$	$1,32 - 0,98N$				
3. Дрепана желтая	0,5	$0,25 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 2,45$	$2,2N - 5,4$	$0,8 - 0,42N$		$0,122 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 0,75$	$14,8N - 8,8$	$1,5 - 1,1N$
4. Английская ранняя	0,5	$0,18 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 4,72$	$0,85N - 11$	$-0,93N + 1,4$		$0,39 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 5,4$	$6,37N + 10,5$	$0,55 - 0,44N$
5. Венгерка молдавская	0,5	$0,0417 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 0,06$	$9N + 13,3$	$-0,875N + 0,31$		$0,02 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 1,46$	$392N - 372$	$29,9N + 29,4$
6. Ренклод альбый	0,5	$0,07 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 2,8$	$101,8N - 98$	$-4,43N + 5,4$				
7. Шезла	I	$-2,95 \frac{E_{cp}}{m} \rho K 2,75$	$147,7N - 78$	$-0,495N + 1,69$				

Полученные значения коэффициентов "A" и "B" и эмпирические формулы зависимости N от $\frac{E_{cp}}{m} \rho K$ для черешни, вишни, сливы, винограда могут быть использованы для инженерных расчетов с погрешностью до 5%.

в то время как при досушивании плодов воздухом с такими же параметрами можно удалить 3,7 - 15 % влаги.

При сушке термочувствительного сырья /абрикосы, виноград/, технологический процесс можно построить с применением вентилирования продукта и после удаления 70 % влаги сырья.

Исследование процесса сушки плодов на туннельных сушилках.

Исследования процесса сушки на туннельных сушилках позволили разработать эксплуатационные параметры работы сушилки и установить, что высокое качество готовой продукции может быть получено только при правильной организации ведения процесса и строгого соблюдения режимов сушки:

- Время прогрева пустого туннеля зависит от температуры окружающей среды и составляет 15-50 минут.
- Скорость движения сушильного агента в пустом туннеле - 5 м/сек в загруженном тележками с сырьем - 2,5 - 3,5 м/сек. Равномерность распределения потока по сушильному каналу обеспечивается положением распределительных шиберов сушилки. Неправильное расположение шиберов может быть причиной образования зон недосушивания плодов и зон перегрева плодов.
- Разница между температурой сушильного агента и температурой продукта составляет для яблок 10-15°C, слив - 5-8°C, и только в конце сушки температура продукта приближается к температуре сушильного агента, не достигая её на 2-5°C. Наблюдается практически равнозначное поле температур по высоте поддона тележки /разница 1-1,5°C/ особенно в конце процесса, и некоторое отклонение по ширине поддона /снижение на 5-7°C/, начиная с центральной части поддона. Такая зона составляет 3-5 % площади поддона.
- Непрерывность процесса сушки достигается благодаря разработанному нами порядку ввода сушилки в установившийся режим.

После прогрева сушилки до температуры 78-80°C в туннель вводится одна пара тележек с сырьем. Интервал между загрузками первых трех пар тележек установлен нами для яблок /кружками/, вишни, черешни равным одному часу;

слив, абрикос, винограда - 1,5 часа,
груш - 2,0 часа.

Начиная с седьмой тележки сушилка входит в режим. Интервал между загрузками каждой последующей тележки, определенный в результате многочисленных опытов по сушке свыше 600 тонн плодов, показан вместе с оптимальными режимами сушки в табл. 2 для различных сортов плодов.

Указанные режимы проверены в промышленности Молдавии и Таджикистана в течение 1967-1973 г. г. Технология подготовки и режимы сушки одобрены, т.к. обеспечивают выработку продукции на уровне лучших мировых образцов и приняты промышленностью к массовому внедрению.

Однако, указанные режимы сушки не охватывают всего многообразия помологических сортов, отличающихся диаметром и начальной влажностью плодов. Только в Молдавии произрастает свыше 70 помологических сортов слив с колебанием в диаметре от 15 до 45 мм и содержанием сухих веществ 12-26%. Также разнообразны помологические сорта абрикосов, вишен, груш.

В поисках простого пути определения продолжительности сушки мы попытались оценить протекание процесса сушки плодов с учетом различия начальной и конечной влажности, размеров плодов и нагрузки на вагонетки при сушке в туннельных сушилках по режимам, указанным в табл. 2.

Учитывая, что испарение влаги из сырья идет с его поверхности, мы произвели сравнительную оценку поверхности различных плодов, определяя её для плодов со сферической формой, как поверхность шара с эквивалентным диаметром, рассчитанной по формуле $d_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{D^2 + d^2}{2}}$ для целых груш - как поверхность конуса $F = \pi R_{\text{экв}} (R_{\text{экв}} + l)$ для персиков, разрезанных на половинки - как сумму поверхностей шара и удвоенную площадь круга их $R^2 = \pi D_{\text{экв}}^2 + \frac{\pi D^2 \times l^2}{2}$

Дальнейшие исследования привели нас к выяснению средней интенсивности испарения влаги с 1 см² поверхности плодов в час при сушке на туннельных сушилках, которая, по нашим данным, зависит от характера нагрузки плодов на поддоны - однослойная, многослойная, целые или нарезанные плоды и составляет

- для целых плодов при однослойной укладке на поддон черешня, вишня, слива, груша, кизил - 0,017 г/см² час; персик - 0,018 " "
- для целых гроздьев при многослойной укладке на поддон кишмиш белый, кишмиш черный - 0,0095-0,0099 г/см² час; Аленшо - 0,0133; г/см² час;

Таблица 2

Оптимальные режимы сушки плодов на туннельных сушилках

Помологический сорт	Район произрастания	Сухие вещества в %	t _к , °C	t _н , °C	Б _н , %	Б _к , %	Ук	Дозировка в кг поддона	Время, час	Ук	Время, час
Слива	Бенгерше молдавская зона СССР	12-15	78	45-56	18	33	16,5	23	575	24	2
"	"	17-22	78-80	45-55	20	35	16,5	25	625	18-21	1,5-1,75
"	Анна Шлет	15	78	55	18	33	16,5	27	675	24	2
"	Чернула	20	78-82	45	22	36	16,5	27	675	26-29	2,5
Груша	Ильинка и другие сорта в целом виде φ35-55мм	12	75	52-58	24	33	18	32	800	48	4
"	Белорудца и другие сорта в целом виде φ35 мм.	13	78	55	22	35	18	28	700	34-36	3
"	Прочие сорта половинками φ15 мм	13	78-82	50-52	17	39	15	25	625	29	2,5
Вишня	Кодровая	13	78-82	58-60	20	36	18	15	375	12	1
Яблони	Кодровая	15-16	78-82	40-48	16	39-42	11-14	15	375	12-14	1-1,4
Перони Золотой юбилей	"	11-12	85-90	50	16	38	14	25	625	12-14	1-1,4
Виноград Молдавских сортов	"	10	80-84	45	17	37	16,5	25	625	24	2
Кизил	"	17-19	78	48	18	37	15	15	375	9	0,75
Абрикосы Хурмаи крупноплодные	"	13	80	58	23	30	16	25	625	29,5	2,50
"	"	25	78	55	18	28	15	20	500	14	1,15
"	Хасек	25	82	45	17	34	15,5	18	450	12	1,0
"	Кайсе	25	82	45	17	37	15,5	15	375	8	0,75
"	Курата	25	82	54	15	45	12	15	625	18	1,75-2
Кишмиш ослый	"	23,5	78	50	15	43	14	25	625	21-24	1,50-1,75
Кишмиш черный	"	21	78	50	15	43	14	25	625	21-24	1,50-1,75

- для плодов, нарезанных на кружки и половинки
груши, яблоки, персики - 0,03-0,037 г/см² час.

Учитывая найденную величину интенсивности испарения влаги, нами была выведена формула для расчета продолжительности сушки и интервала между загрузками тележек

где: $\tau = \frac{G_1 - G_2}{F_{\text{исп}} \cdot G_1 \cdot J}$; $\Delta T = \frac{T}{n}$
 G_1, G_2 - вес сырья и готовой продукции, соответственно,
 $F_{\text{исп}}$ - поверхность одного кг плодов,
 J - средняя интенсивность испарения влаги г/см² час,
 n - количество тележек в туннеле.

Полученные данные положены в основу разработанной нами методики расчета продолжительности сушки различных видов плодов. Методика проверена в промышленных условиях, включена в технологические инструкции по сушке урюка и слив и используется в плодосушильной промышленности.

Среднее квадратичное отклонение τ расчетного от τ фактического составляет 2-5 %.

Изучение характера протекания процесса сушки на туннельных сушилках, построение кривых сушки /рис.5/ различных видов плодов, обработка результатов с помощью регрессионного анализа дали возможность получить математическое описание процесса, общий вид которого $W^c = A \cdot e^{-at}$. Уравнения сушки некоторых видов плодов на туннельной сушилке представлены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование плодов	Уравнения сушки	Коэффициент корреляции	Отклон. в целом на регрессии %	Выборочная стандартная ошибка к регрессии, %
Вишня	$W^c = 212,2 \cdot e^{-0,25t}$	0,920	11,1	0,13
Черешня	$W^c = 416,9 \cdot e^{-0,16t}$	0,890	7,8	7,1
Слива	$W^c = 331,0 \cdot e^{-0,11t}$	0,989	2,8	4,4
Кизил	$W^c = 375,0 \cdot e^{-0,29t}$	0,960	9,0	10,0
Груша	$W^c = 539,0 \cdot e^{-0,09t}$	0,997	1,4	0,5

Критерий существенности для всех приведенных уравнений значительно меньше 0,05, что свидетельствует об удовлетворительной точности уравнений. Уравнения справедливы при строгом соблюдении режимов сушки, отраженных в табл. 2 и позволяют получить готовый продукт с заранее заданной влажностью.

Определенное место в работе занимает разработанный нами вопрос технической характеристики туннельной сушилки для сушки молдавских и среднеазиатских сортов плодов, производительность её, испарительная способность, КПД, энергетические расходы на 1 кг готового продукта и рациональный годовой график загрузки сушилок и размещение их в промышленности.

Полученные в результате исследований высокие технико-экономические показатели работы туннельной сушилки "Чачак" и хорошие органолептические, товарные, биохимические и санитарно-гигиенические показатели сушеных фруктов на этой сушилке явились стимулом быстрого массового внедрения их в плодосушильную промышленность Молдавии /58 шт./ и Таджикистана /6 шт./.

Результаты исследований явились основой для разработки технического задания на проектирование отечественной туннельной сушилки Б6-КФА.

Исследование пригодности полимерных материалов для упаковки и хранения сушеных фруктов

Многолетние исследования позволили нам установить, что отечественная полимерная пленка ПЦ-2 Могилевского завода искусственного волокна МРТУ 18/180-67 предотвращает микробиажную порчу и сохраняет товарные качества и биохимические показатели сушеных фруктов при длительном хранении.

Установлены возможные виды брака и количество его. Определены оптимальные условия хранения.

Унгенским сушильным заводом в течение 5 лет было расфасовано свыше 1000 тонн чернослива и компотов-ассорти из сухофруктов в пакеты ПЦ-2.

В настоящее время на основании положительных исследований, проведенных нами и ВНИИТОКС, Министерством здравоохранения СССР пленка ПЦ-2 разрешена для расфасовки сушеных фруктов и включена как один из видов тары в проект ГОСТа "Фрукты сушеные. Расфасовка, упаковка, хранение".

Пленка ПЦ-2 оказалась пригодной для пастеризации в ней фруктовых десертов, сушеных фруктов с повышенной влажностью 28-30 % сухим горячим воздухом при температуре - 80°C в течение 2-4 часов в туннельных сушилках.

Технология производства фруктовых десертов на принципиально новой основе разработана нами и защищена авторским свидетельством 268154.

Санитарно-гигиенические, микробиологические, биохимические исследования фруктовых десертов подтвердили правильность рекомен-

дованных нами параметров производства.

Результаты исследований положены в основу разработанной нами технологической инструкции и РСТ МССР I290-69 "Десерты фруктовые в полимерной таре".

Технологические схемы производства сушеных фруктов и их экономическая эффективность

Исследование кинетики сушки плодов и способов предварительной подготовки плодов к сушке позволяют рекомендовать два типа технологических схем производства сушеных фруктов с использованием туннельных сушилок:

- а) с законченным циклом производства, предусматривающим переработку сырья до готовой продукции, расфасованной в тару /яблоки, вишни, кизил, кайса, курага, груши дольками/ /рис.6/.
- б) с прерывным циклом производства, при котором товарная обработка и расфасовка готовой продукции производится после окончания сезона сушки /слива, урюк/.

С целью механизации укладки плодов на поддоны с установкой их на вагонетки, нами разработаны технологические требования на проектирование поддоноукладчика производительностью по сырью 2500 кг/час, что позволяет механизировать загрузку шести одновременно работающих туннельных сушилок.

Разработанные нами технологические инструкции и аппаратурно-технологические схемы производства /рис.6/ по сушке вишни, черешни, кизила, слив, абрикосов, груш, яблок, винограда на туннельных сушилках, нормы расхода сырья, утвержденные Главным управлением консервной, овощесушильной и пищекоцентрационной промышленности МПП СССР, Упрконсервпромом МПП МССР /в настоящее время "Молдплодоовощпром"/ и МПП Таджикской ССР широко используются в практике плодосушильного производства Молдавии и Таджикистана.

По указанным инструкциям выработано свыше 1200 тонн сушеных фруктов, получивших высокую оценку Экспертного совета Павильона лучших образцов товаров народного потребления МТ СССР, ВДНХ СССР и МССР и награждены Аттестатом I-й степени и бронзовой медалью ВДНХ СССР, сушеные фрукты отгружаются на экспорт.

Экономический эффект от внедрения технологии сушки плодов с использованием туннельных сушилок фирм "Чачак" составляет при замене лозниц - 77 руб., при замене духовых аппаратов - 105 руб. на 1 тонну сушеных слив и 220 рублей на 1 тонну при замене воздушно-

солнечного способа сушки урюка и винограда.

Экономический эффект от внедрения отечественной туннельной сушилки Б6-КФА с алюминиевыми поддонами и наличием механизма шагового перемещения тележек при замене духовых аппаратов составляет 94 рубля на 1 тонну слив.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ отражает исследование качества сушеных фруктов конвективной сушки.

Сравнительные исследования качества сушеных фруктов, полученных на различных типах сушилок - лозницы, "Бессарабка", туннельная сушилка, были направлены на изучение санитарно-гигиенической, биохимической характеристики плодов, их восстанавливаемости и содержания ароматических веществ.

Результаты этих исследований позволили установить следующее:

Санитарно-гигиеническая характеристика свежих и сушеных плодов.

Исследования свежих фруктов районов сухофруктового производства Молдавии указали на содержание в них 3,4 бензпирена, от следов до 0,08 мкг/кг продукта.

Предварительная обработка слив перед сушкой не освобождает полностью плоды от наличия в них 3,4 бензпирена.

Наиболее высокое содержание 3,4 бензпирена обнаружено в сливах, высушенных на лозницах в результате длительного контакта с дымом /5-7, суток/.

Содержание 3,4 бензпирена в сливах и других видах сушеных плодов, высушенных в туннельной сушилке фирмы "Чачак", где имеет место контакт плодов с продуктами практически полного сгорания топлива /содержание CO в топочных газах 0,002 %/ и в духовых аппаратах "Бессарабка" с калориферным подводом тепла, находится на одном уровне и в 9-14 раз меньше чем в сливах, высушенных на лозницах.

На основании проведенных исследований, Комитет по канцерогенным веществам и мерам профилактики Министерства здравоохранения СССР разрешил применение туннельных сушилок с контактным подводом тепла для сушки фруктов.

Содержание 3,4 бензпирена в сушеных фруктах, высушенных на отечественных туннельных сушилках с укомплектованными горелками АФ-65, после усовершенствования конструкции распылителя, в несколько раз более низкое, чем во фруктах, высушенных на сушилках фирмы "Чачак" с горелкой "Unimat".

Бланширование сушеных слив в воде при $t = 95^{\circ}\text{C}$ в течение 3-5 минут и последующая, рекомендованная нами, схема товарной обработки чернослива заметно снижает содержание 3,4 бензпирена.

Биохимическая характеристика сушеных плодов

Сравнительная оценка биохимических показателей сушеных фруктов указывает на некоторое преимущество сушки их на туннельных сушилках. Отмечается более высокое содержание сахара, лучшее сохранение витамина "С" /у яблок, винограда/, а также каротина /у урюка/, высушенных на туннельных сушилках. Биохимический состав вишни и груш, высушенных на туннельных сушилках и в духовом аппарате близок, однако органолептическая оценка вишен и груш в первом случае более высокая.

Сопоставляя качество чернослива различных районов Молдавии с качеством исследованных нами зарубежных образцов, прошедших товарную обработку, можно отметить, что молдавский чернослив по химическим и органолептическим показателям не уступает лучшим зарубежным образцам, уступая в размерах плодов и эластичности мякоти /табл. 4/.

Предложенная нами технология товарной обработки чернослива позволяет в определенной мере устранить указанные недостатки.

Восстанавливаемость сушеных плодов

Анализ полученных экспериментальных данных по восстанавливаемости сушеных плодов показывает, что воздушно-солнечная сушка винограда с продолжительностью процесса от 8 дней до 2 месяцев при $t = 30-50^{\circ}\text{C}$ приводит к структурным изменениям плодовой ткани, аналогичным изменениям при режиме сушки на туннельных сушилках при $t = 78^{\circ}\text{C}$ в течение 24 часов, и урюка при $t = 80,5^{\circ}\text{C}$ в течение 14 часов.

Кривые изменения влажности сушеных фруктов при восстановлении по модифицированной нами методике представлены на рис. 7.

Восстанавливаемость урюка воздушно-солнечной сушки на туннельных сушилках близка и составляет 55,02% и 57,17%, кишмиша бедого 56,85% и 56,76% /без учета потерь сухих веществ в раствор/.

Отмечается лучшее, по сравнению с духовым аппаратом восстановление чернослива, груш, яблок, высушенных на туннельных сушилках.

Установлено, что сушеные плоды солнечной сушки, на туннельных сушилках и духовых аппаратах, высушенные до 80-88%

Таблица 4

Химико-техническая и органолептическая характеристика чернослива различных районов Молдавии и зарубежных фирм

Район Производства	Технические показатели				Химические показатели						Балловая оценка	
	Вес одного плода г	Косточ- ка, %	колич. плодов в 1 кг плоды	Оптималь- ная плот- ность	Сухие вещества, %	Косточки	Сахар	Общая кислот- ность		Идет- четка		Витам. С мг %
								мг	г			
1. Кюслевия	5,67	14,5	176	0,220	69,0	83,7	49,9	2,3	2,8	1,6	2,4	4,3
2. Калифорния	7,94	без/кост.	125	0,212	75,8	-	59,2	2,1	3,0	1,4	3,2	3,7
3. Италия	13,80	11,7	73	-	73,4	87,2	50,5	1,8	3,8	2,1	-	4,4
4. Франция	11,60	10,3	86	0,210	77,2	87,6	52,0	1,8	5,5	1,9	2,9	3,8
5. Сан-франциско	9,10	13,7	110	-	72,9	82,1	38,6	1,7	-	-	-	3,8
6. Единц, МСР	3,34	19,8	298	0,226	85,4	89,5	56,0	3,9	5,0	1,9	2,6	3,9
7. Пирлине "	4,16	19,8	243	0,184	85,9	90,1	55,0	2,8	5,5	1,5	3,8	4,4
8. Брэвичи "	3,79	21,2	260	0,172	83,4	89,6	54,9	4,3	2,7	2,2	3,2	4,6
9. Ниспорени "	3,78	20,2	264	0,220	87,3	92,2	54,6	2,2	4,7	1,6	2,5	4,6
10. Кишинев "	4,37	22,0	228	0,191	88,2	89,5	56,0	3,2	4,1	1,7	2,7	4,3

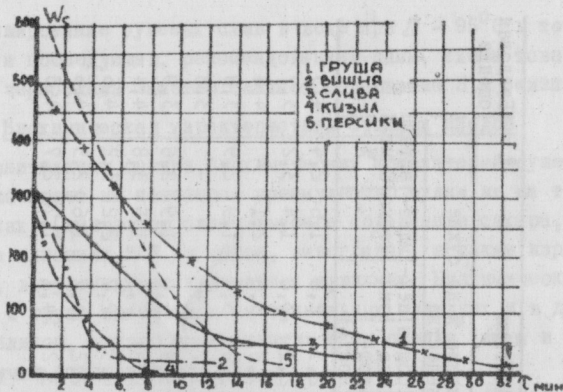
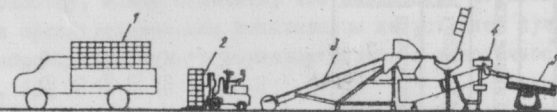


Рис. 5 Кривые сушки плодов на туннельной сушилке (при оптимальных режимах сушки)



- 1-автомобиль с сырьем:
- 2-электросгрузчик:
- 3-вентилятор:
- 4-мощная машина:
- 5-машина для обрыва плодоножки:
- 6-инспекционный транспортер
- 7-поддон
- 8-поддон-улавливатель:
- 9-вагонетка с лясами (свежие плоды):
- 10-туннельная сушилка:
- 11-вагонетка с лясами (сушеные плоды):
- 12-наклонный транспортер:
- 13-контейнер для хранения сухих фруктов.

Рис. 6. Аппаратурно-технологическая схема сушки слив.



- Условные обозначения: 1-курага 5-слива
2-кишмиш белый 6-яблоки
3-кишмиш черный 7-груши
4-урюк

сухих веществ, способны впитать при температуре восстановления, аналогичной сушке, и за время, равное высушиванию, только 61-78 % воды для целых плодов и ягод и 68-80 % для долек и кружков /с учетом потерь сухих веществ в воду/, выделенной при сушке.

Ароматические вещества сушеных слив

Исследован состав ароматических веществ сливы сортов Венгерка молдавская и Ренклод Альтана, высушенной на туннельной сушилке Б6-КФА, фирмы "Чачак" и на лабораторной сушилке с электрорадиатором. Как следует из анализа полученных хроматограмм, качественный состав ароматических веществ сушеных слив, полученных на исследуемых типах сушилок, близкий для одного и того же помологического сорта плодов. Из выделенных 58 веществ идентифицированы следующие вещества аромата слив: этилформиат, этилацетат, этанол, пропилацетат, н-пропанол, 2 бутанол, изоаминол, н-гексанол, н-нонанола, этилбензоат, н-октанола.

Экспертная оценка качества сушеных плодов, полученных по предложенной технологии с использованием отечественной и югославской туннельных сушилок, показывает, что они могут быть конкурентоспособными на мировом рынке.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований, анализа и обработки экспериментальных данных по кинетике конвективной сушки плодов установлено:

1. Критическая влажность W_c , коэффициенты α и β непостоянны, зависят от режима сушки и начального влагосодержания. Показатель степени "m" в уравнении приведенной скорости сушки для вишни, черешни, сливы равен 0,5, для винограда 1.

Определена математическая зависимость между скоростью сушки в первом периоде "N" и параметрами сушильного агента $N = f[\epsilon, \rho, \frac{F}{M_c} (p, v)]$ оптимальная температура и скорость агента сушки для различных плодов.

2. Направление потока сушильного агента при однорядной укладке плодов существенного влияния на продолжительность сушки не оказывает. Средняя скорость сушки плодов при ступенчатом температурном режиме для прямого тока равна или несколько ниже, чем при противотоке.

3. Исследование кинетики сушки плодов на туннельных сушилках позволило определить среднюю за процесс интенсивность испа-

рения влаги с одного см² поверхности плодов в час $T_{\text{ср}}$ для целых и нарезанных на дольки плодов, положенную в основу разработанной нами методики определения продолжительности сушки и режима загрузки туннельных сушилок для плодов с различным диаметром и начальным влажностным содержанием по формуле $T = \frac{(G_1 - G_2) \cdot 1000}{F \cdot \mu \cdot G_1 \cdot T_{\text{ср}}}$, которая позволяет технологу при необходимости быстро изменить производственный режим.

4. Получено уравнение сушки плодов на туннельной сушилке $W^c = A \cdot e^{-aT}$, позволяющее с достаточной степенью точности определить влажность сырья в любой момент сушки.

5. Туннельные сушилки с автоматическим регулированием температуры сушильного агента конструктивно просты, работоспособны, надежны в эксплуатации и позволяют технологу осуществить сушку плодов по выбранному оптимальному режиму в широком диапазоне температур и скорости при сравнительно небольших энергетических затратах.

6. Степень загрязнения канцерогенными веществами в туннельных сушилках с горелкой "Unimat" невелика, находится на уровне калориферных сушилок и в 9-14 раз ниже, чем на лозницах.

7. Сушка плодов и винограда на туннельных сушилках обеспечивает лучшую сохранность сахаров, кислот, витамина С, каротина и высокую биологическую ценность их, восстанавливаемость и сохранение аромата. Сушеные фрукты по качеству находятся на уровне лучших зарубежных фирм и могут быть конкурентоспособны на мировом рынке.

8. Разработаны технологические схемы производства, исключающие бланширование слив, винограда, как малоэффективный процесс при высокотемпературной сушке до стандартной влажности, сопровождающийся потерями сырья и необходимостью больших капитальных затрат на его осуществление.

Аппаратурно-технологические схемы, составленные на базе отечественного оборудования, серийно выпускаемого в пищевой промышленности и сельском хозяйстве, позволяют создать поточно-механизированные линии по сушке плодов и винограда.

9. Разработана и защищена авторским свидетельством технология производства нового вида обезвоженных плодов в полимерной таре, обеспечивающая сохранение высокого качества плодов и высокую рентабельность производства.

10. Рекомендации по технологии сушки, схемам производства и химико-техническому контролю использованы при строительстве семнадцати плодосушильных заводов Молдавии и двух цехов в Таджикистане.

Технология широко внедрена в практику плодосушильной промышленности Молдавии /за 1969-1973 г.г. выработано 12000 тонн сушеных яблок, слив, груш и др./ и свыше 380 тонн винограда и урожая в Таджикистане.

11. Экономический эффект от внедрения технологии составляет 105 руб. на 1 тонну слив и 220 руб. на 1 тонну урожая.

12. Разработано техническое задание на проектирование отечественной туннельной сушилки Б6-КФА, проведено промышленное испытание и начинается внедрение в промышленность Молдавии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ДОКЛАДЫВАЛИСЬ НА:

1. Республиканской научно-технической конференции по вопросам технического прогресса в консервной промышленности. Тирасполь, май 1968 г;
2. Всесоюзном семинаре работников консервной промышленности по вопросу улучшения качества консервов и санитарного состояния производства. г. Крымск, 1968 г;
3. Всесоюзной межвузовской конференции по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. Одесса, 1969 г;
4. Всесоюзном семинаре по обмену опытом и перспективам развития производства сухофруктов в СССР. Тирасполь, май 1970 г;
5. IV, V, VI, VII, VIII, IX научно-технических конференциях Политехнического института им. С. Лазо, Кишинев, 1968, 1969, 1970, 1971, 1972, 1973 гг.
6. Всесоюзном семинаре по сушке фруктов на туннельных сушилках. Калараш, Унгены, 1972 г.

ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ
ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПЕЧАТНЫХ РАБОТАХ

1. Силич А.А., Поповский В.Г., Ломакин В.К., Поночевная А.М. "Сушка слив на туннельных сушилках". Труды МНИИПП, т.9, Кишинев, "Карта Молдовенякз", 1970.
2. Силич А.А., Барская И.М., Яская Г.П. "Экономические аспекты применения туннельных сушилок в консервной и винодельческой промышленности". Труды МНИИПП, т.10. "Карта Молдовенякз", 1970.
3. Поповский В.Г., Силич А.А., Ломакин В.К., Мордкович М.С. "Исследование процесса сушки слив на туннельных сушилках". "Консервная и овощесушильная промышленность", № 12, 1969.
4. Силич А.А., Поповский В.Г. Обзор "Опыт применения туннельных сушилок в Молдавии". Молдавский институт научно-технической информации. Кишинев, 1969.
5. Силич А.А. "Перспективы развития плодосушильной промышленности". Сборник тезисов докладов по обмену опытом работы и перспективам развития производства сухофруктов в СССР. Москва, ЦИТИПИЩЕПРОМ, 1970.
6. Силич А.А., Поповский В.Г. "О некоторых особенностях сушки плодов". Всесоюзная межвузовская конференция по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. Одесса, 1969.
7. Зозулевич Б.В., Силич А.А. "Исследование процесса сушки фруктов и отходов консервного производства на туннельных сушилках". Всесоюзная межвузовская конференция по термическим методам обработки при консервировании пищевых продуктов. Одесса, 1969.
8. Ручковский Б.С., Борисык М.П., Тиктин Л.А., Поповский В.Г., Мордкович М.С., Силич А.А. "О содержании 3,4 бензпирена в черносливие, высушенном различными способами". "Санитария и гигиена", Москва, изд. "Медицина", 1970.
9. Силич А.А. "К вопросу оценки продолжительности сушки". Сб. "Биохимические и физ.-хим. методы оптим. технол. пищ. производства". Кишинев, "Штиинца", Сб. политехн. института, 1972.
10. Зозулевич Б.В., Силич А.А. "Влияние предварительной обработки на скорость сушки слив сорта Венгерка молдавская". Труды техн. фак-та, политехн. института, 1971, вып. 24, 22, 27. РЖ химия, 24/П/, реф. 24Р164.

11. Силич А.А. "Сравнительная характеристика воздушно-солнечной и туннельной сушек среднеазиатских сортов абрикосов и винограда". Тезисы доклада, политехн. институт. Кишинев, 1972.
12. Зозулевич Б.В., Силич А.А. "Интенсивность испарения влаги при сушке фруктов на туннельной сушилке". "Консервная и овощесушильная промышленность", № 9, 1972.
13. Силич А.А., Николаева Д.А., Смолянинов В.С. "Технология производства фруктовых десертов в полимерной таре". Сб. "Новые методы технологии и контроля консервного и винодельческого производства", Кишинев, изд. "Штиинца", 1972.
14. Силич А.А., Николаева Д.А., Азеф Е.П., Поночевная А.М., Паята Н.И., Мананкова Н.А., Каменщик Я.И. "Химические изменения сушеных фруктов при хранении в таре из полимерных материалов". Труды МНИИПП, т. II, Кишинев, 1971.
15. Силич А.А. "Режимы сушки фруктов". Сб. тезисов 6 научно-техн. конференции, политехн. институт, Кишинев, 1970.
16. Силич А.А., Прохорович Л.Е., Шендеровская Л.М. "Микробиологические исследования фруктовых десертов". Труды МНИИПП "Новые методы технологии и контроля консервного и винодельческого производства", Кишинев, 1972.
17. Силич А.А. "Влияние параметров сушильного агента на сушку различного вида плодов". Материалы докладов 5 научно-технич. конференции, политехн. институт, Кишинев, 1969.
18. Силич А.А. "Влияние различных методов предварительной обработки сливы на интенсификацию процесса сушки". Материалы докладов 4 научно-технич. конференции, политехн. институт, Кишинев, 1968.
19. Силич А.А., Азеф Е.П. "Определение влажности плодов". Информ. листок межотраслевого обмена, ЦНИИТЭПИЩЕПРОМ, № II, 1973.
20. Силич А.А., Николаева Д.А., Азеф Е.П., Шлягун Г.В. "Математическая зависимость между содержанием сухих веществ в плодах, определяемых методом высушивания и по рефрактометру". Информ. листок межотраслевого обмена, ЦНИИТЭПИЩЕПРОМ, № 12, 1973.
21. Поповский В.Г., Силич А.А., Мордкович М.С., Каменщик Я.И., Поночевная А.М. Авторское свидетельство 268154 "Способ консервирования сушеных продуктов", 1970.