

Автореф.
У-45

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

на правах рукописи

ЧЕРВИНСКИЙ ГЕОРГИЙ НИКОЛАЕВИЧ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
СУШЕНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПОВЫШЕННОГО КАЧЕСТВА

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 - 1990

CV

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Работа выполнена в Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова

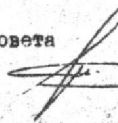
- Научный руководитель - доктор технических наук, профессор М.А.Гришкин
- Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор К.П.Лемаринье
- кандидат технических наук, доцент В.С.Кутаров
- Ведущая организация - Добрянский консервно-овощесушильный завод

Защита состоится "21" декабря 1990 г. в 10³⁰ час. на заседании специализированного совета Д 068.35.01. при Одесском технологическом институте пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова по адресу: 270039, г. Одесса, ул. Свердлова, №112.

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

Автореферат разослан "15" ноября 1990 года.

Ученый секретарь
специализированного совета
К.Т.Н., доцент

 Е.Г.Кротов

016856
Одесский технологический институт пищевой промышленности им. М.В.Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

ОНАХТ 14.05.12
Разработка технологии



016856

Актуальность работы. Одной из главных задач народного хозяйства на современном этапе является рациональное использование сырья, расширение ассортимента и производство продуктов питания повышенной биологической и пищевой ценности, улучшение качества продукции. В решении этой задачи важна роль принадлежит плодовоощному комплексу, который должен снабжать население плодами, овощами и картофелем в свежем и переработанном виде.

Промышленное производство продуктов питания из картофеля и яблок имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным его потреблением в свежем виде и способствует решению социальных и экономических задач. Организация массового производства этих изделий позволит более полно удовлетворить возрастающие потребности населения и общественного питания в пищевых продуктах готовых к употреблению, полуфабрикатах, ликвидировать перебои в обеспечении картофелем в неурожайные годы и создать государственные резервы в виде продуктов длительного хранения.

В настоящее время мощности по промышленной переработке картофеля и яблок отстают от требуемого объема его производства. Особенно это касается такого ценного вида сырья, как яблоки. Сушеные яблоки в настоящее время, как в общественном питании, так и в продаже населению, используются только в качестве вторичного сырья, т.е., в чистом виде не употребляются. В связи с этим, особую важность приобретают вопросы внедрения прогрессивных технологий переработки растительного сырья, в том числе, и методом сушки.

Актуальные задачи консервно-овощесушильной отрасли требуют усовершенствования имеющихся и создания новых технологий промышленного производства сушеных растительных продуктов повышенного качества, расширения их ассортимента.

Цель и задачи исследований. Целью диссертации является расширение ассортимента и повышение качества сушеных продуктов растительного происхождения на основе комбинирования, модернизации существующих и разработки новых технологий сушки.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать влияние предварительной обработки картофеля перед сушкой раствором лаурилглицина, выбранного из ряда поверхностно-активных веществ / ПАВ/;
- исследовать кинетику сушки картофеля предварительно обработанного перед сушкой ПАВ;
- разработать рациональную технологическую схему получения сушеного картофеля, как полуфабриката, для производства экструдированного картофелепродукта;
- исследовать влияние технологических режимов экструзии с целью получения нового вида продукта питания из картофеля;
- исследовать качественные показатели пористого картофелепродукта в виде палочек;
- разработать рецептуру пористого картофелепродукта с использованием добавок - улучшающих качество готового продукта;
- исследовать микробиологическую обсемененность экструдированного пористого продукта питания из картофеля;
- изучить механизмы процессов тепло- и влагопереноса в яблоках при-сушке со смешанным теплоподводом;
- исследовать характер поведения влаги в процессах сушки яблок;
- исследовать качественные показатели сухого высокопористого продукта питания из яблок;
- разработать технологическую схему и устройство для промышленного производства сушеных пористых яблок.

Научная новизна. Впервые изучено влияние предварительной обработки картофеля перед сушкой раствором ПАВ; теоретически обосновано и экспериментально определены рациональные режимы экструзии для получения пористого картофелепродукта; на основе теоретических предположений и экспериментальных исследований разработан способ и обоснованы механизмы потери влаги при сушке яблок со смешанным теплоподводом; определены величины температуры и скорости сушильного агента, а также геометрические размеры кусочков яблок, являющиеся критическими для возможности осуществления разработанного способа.

Практическая значимость работы. Разработана технология обработки сырья перед сушкой, обеспечивающая выход высококачественного сухого картофеля.

Разработаны технологические режимы получения нового экструдированного продукта питания из картофеля, готового к употреблению без предварительной обработки.

Разработаны режимы процесса сушки яблок со смешанным теплоподводом, обеспечивающие выход сухого продукта высокого качества.

Изучены качественные показатели высокопористых, быстровосстанавливаемых сухих продуктов питания из картофеля и яблок.

Разработаны технологические режимы и предложены конструктивные решения для получения сушеных растительных продуктов повышенного качества в условиях промышленного производства.

На защиту выносятся:

- экспериментальные исследования по предварительной обработке картофеля перед сушкой для получения сухого продукта повышенного качества;
- результаты исследований режимов экструдирования измельченного сухого картофеля с целью получения нового продукта питания из картофеля;

- экспериментальные исследования и теоретическое обоснование приемов осуществления процесса сушки яблок со смешанным теплоподводом;

- результаты исследований физико-химических характеристик экструдированного пористого картофелепродукта и сухого быстровосстанавливаемого продукта из яблок;

- технологический процесс промышленного производства экструдированного пористого картофелепродукта и процесс получения сухого продукта из яблок.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы доложены на научных конференциях преподавателей и научных работников ОТИШ им. М.В.Ломоносова 1986 - 90 гг.; Всесоюзной научно-технической конференции по вопросам промышленной переработки картофеля / г. Минск, 1986г./; Всесоюзной

научно-технической конференции Госагропрома СССР "Интенсификация технологий по производству сухоовощей и картофеля" / г. Чернигов, 1987 /; Республиканском семинаре "Задачи работников консервно-овощесушильной отрасли по увеличению объемов производства и удовлетворению потребности населения в консервах повышенного спроса" / г. Житомир, 1989 /; Международном семинаре "Технология и оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции" / г. Чернигов, 1990 /; Республиканском семинаре "Увеличение выпуска консервов и расширение ассортимента выпускаемой продукции на основе внедрения прогрессивных технологий" / г. Каменец-Подольский, 1990 /.

Публикации. Основные результаты работы опубликованы в 3 статьях, двух авторских свидетельствах и одном положительном решении на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложений. Работа содержит 126 страниц машинописного текста, 28 таблиц и 29 рисунков. Библиография включает 136 наименований.

Содержание работы.

Во введении обоснованы актуальность выбранной темы и направлений исследования.

В первой главе работы приведен анализ современного состояния вопросов промышленного производства сушеного картофеля и яблок. Показано, что уровень развития овощесушильной отрасли определяется степенью механизации и эффективностью способов и приемов обезвоживания материалов.

Рассмотрение теоретических и экспериментальных исследований тепло- и массообмена позволило выявить отдельные аспекты, которые, по видимому, не учитывались при организации оптимальных процессов удаления влаги из материалов.

Рассмотрена структура и химико-технологические свойства исследуемых видов материалов, их изменение при подготовке к сушке.

Заканчивается первая глава логично следующим из анализа литературы выбором основной цели и постановкой задач исследо-

ваний диссертационной работы.

Во второй главе содержатся сведения об организации экспериментальных работ, проведенных на материально-технической базе Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова и Черниговского овощесушильного завода.

Учитывая, что известные методики исследования кратко описаны либо на них сделаны соответствующие ссылки по ходу изложения материала, в данном разделе детально рассмотрены лишь методики разработанные автором.

В третьей главе приведены результаты исследований предварительной обработки картофеля перед сушкой.

Для предотвращения потемнения сырого очищенного, резанного картофеля перед сушкой его обрабатывают пиросульфитом натрия $Na_2 S_2 O_5$. Сульфитация способствует разрушению витамина B_1 , а сам сернистый ангидрид является ядовитым веществом и его содержание в готовом продукте строго ограничивается.

В качестве альтернативы данных операций использовали обработку картофеля лаурилглициновой кислотой, которая является поверхностно активным веществом / ПАВ /.

Товарный вид сырого картофеля, нарезанного кубиками $10 \times 10 \times 10$ мм, можно охарактеризовать степенью потемнения перед сушкой определяемой на леккометре фирмы Zeiss JENA / ГДР /:

Определялась степень потемнения резанного картофеля обработанного ПАВ, пиросульфитом натрия и необработанного / таблица 1 /

Зависимость степени потемнения резанного сырого картофеля

Таблица 1

Материал	Степень потемнения образцов / усл. ед.			
	0	30 мин	60 мин	90 мин
Картофель необработанный	31,2	20,4	17,3	14,6
Картофель обработанный пиросульфитом натрия	42,6	42,1	41,5	41,1
Картофель обработанный ПАВ	44,6	44,2	43,7	43,3

На втором этапе были проведены исследования влияния предварительной обработки картофеля ПАВ на кинетику сушки.

Кинетику обезвоживания изучали путем сравнения кривых сушки контрольных образцов / прошедших сульфитацию но не обработанных ПАВ/ и обработанных ПАВ.

Сушку осуществляли в кипящем слое. Температура сушильного агента выбиралась дискретно: 80°C; 90°C; 100°C; 110°C; 120°C. Картофель резали на кусочки в виде кубиков размерами 10x10x10 мм. Половину подготовленных образцов помещали в р створ ПАВ на 2- 3 минуты, а вторую подвергали сульфитации.

Для образцов картофеля, обработанного ПАВ, наблюдается увеличение скорости обезвоживания в первый период по сравнению с кусочкам картофеля, не подвергавшихся обработке ПАВ. Кроме того, обработка картофеля ПАВ приводит к снижению критического влагосодержания высушиваемого материала / таблица 2/.

Очевидно это связано с тем, что добавка ПАВ несколько снижает коэффициент поверхностного натяжения воды. Уменьшение коэффициента поверхностного натяжения жидкости, хотя и не значительно, но все же приводит к уменьшению теплоты парообразования, что и является причиной ускорения обезвоживания картофеля.

Величины критического влагосодержания.

Таблица 2.

Картофель кубики 10x10x10 мм	Температура сушки °С				
	80	90	100	110	120
Контроль	225	218	215	200	185
Обработка ПАВ	205	195	190	185	160

До настоящего времени применение спаренного метода сушки, т.е. продолжение сушки на ленточной сушилке СПК-4Г-90 после сушилки КС-250, не внедрялось в производство из-за большого расхода электроэнергии, пара, воды, а также длительностью процесса по времени.

Загружая резанный, предварительно обработанный картофель 0,1 % раствором лаурилглицина / ПАВ/ в сушилку кипящего слоя КС-250 с температурой теплоносителя 100°C, мы в самом

начале в период постоянной скорости сушки резко уменьшаем значение критического влагосодержания. После чего продукт, с влажностью 43-47 % переносим в сушилку СПК-4Г-90, где досушиваем до заданного параметра.

Были проведены опыты на действующем технологическом оборудовании по сушке картофеля, предварительно обработанного ПАВ, исключив процесс бланширования и сульфитации. Был получен продукт хорошего качества.

Показатели качества картофеля.

Таблица 3.

Вид продукта	: содержание витаминов, мг / 100 г				
	А/проста- тамин	В ₁	В ₂	РР	С
Картофель свежий	0,02	0,12	0,05	0,9	20
Картофель сушеный сульфитированный	0	0,02	0,07	3,1	6,3
Картофель сушеный обработанный ПАВ	следы	0,10	0,10	3,9	8,1

В четвертой главе приводятся результаты исследований по выбору рациональных режимов экструзии для получения пористого картофельпродукта.

С целью определения оптимального температурного режима исследовали изменение температурного поля продукта от его загрузки в экструдер до выхода из матрицы и в процессе сушки.

На рис. 1 приведены термограммы, полученные по экспериментальным данным при экструзионной сушке измельченного сухого картофеля с различной начальной массовой долей влаги.

Полученный при различных температурах нагрева пористый картофельпродукт органолептически оценивали по консистенции, внешнему виду, цвету, вкусу и запаху. На основании уточненных зависимостей влияния температуры нагрева исходного материала на качество готового продукта можно сделать вывод, что оптимальная температура нагрева сушеного картофельного полуфабриката перед матрицей экструдера является 140-160°C.

Установлено, что хорошими потребительскими свойствами обладает продукт, содержание остаточной влаги в котором составляет 6-8,5%. Готовый продукт с содержанием остаточной влаги менее 6% темного цвета и обладает вкусом подгоревшего картофеля, а продукт с остаточной долей влаги более 8,5% жесткой консистенции.

Проведение исследования по влиянию давления экструдирования на качество готового продукта показали, что оптимальным давлением перед матрицей в рабочей зоне экструдера является 5,0 - 9,0 МПа.

На основании проведенных исследований процесса экструдирования и установления зависимости качества готового продукта от температуры и давления, а также начальной массовой доли влаги можно сделать выводы:

- для получения пористого картофельного продукта с хорошими потребительскими свойствами в процессе экструдирования необходимо поддерживать следующие параметры - давление продукта перед матрицей рабочей зоны экструдера 5,0-9,0 МПа; температуру нагрева перед матрицей рабочей зоны экструдера 140-160°C; начальную массовую долю влаги в исходном сухом картофельном полуфабрикate 14-17%.

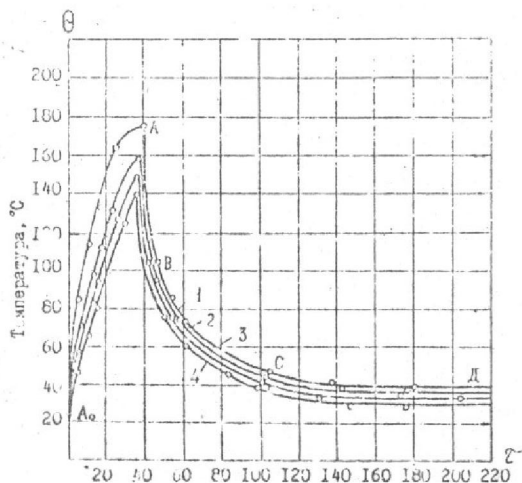


Рис.1. Термограммы нагрева и сушки экструдированного продукта
1-массовая доля влаги 14%; 2-15%; 3-16%; 4-17%.

В пятой главе приведены результаты исследований процесса сушки яблок со смешанным теплоподводом.

Сушку яблок осуществляли следующим образом. Вымытые плоды разрезали на дольки толщиной 15 мм, удаляли семячковую камеру, а затем резали на кусочки цилиндрической формы диаметром 8, 10 и 13 мм. Для экспериментального изучения кинетики сушки яблок со смешанным теплоподводом, нарезанные кусочки помещали в термостойкие ячейки соответствующей геометрической формы, выполненные из стекла. Торцы кусочков оставались открытыми. Сушку осуществляют путем омыwania ячеек потоком горячего воздуха.

Для расчета общей продолжительности процесса обезвоживания яблок использовался метод приведенной скорости сушки. Этот метод позволяет исключить в расчетах влияние параметров сушильного агента. Поэтому математическое описание процесса обезвоживания, полученное на основании экспериментальных данных, может быть использовано в инженерных расчетах промышленных сушильных аппаратов. Основное уравнение приведенной скорости сушки ψ имеет вид:

$$\frac{1}{N} \frac{dw}{dt} = \psi = \frac{(W - W_p)^m}{A + \beta(W - W_p)} \quad (1)$$

где W, W_p - влагосодержание соответственно в заданный момент времени и равновесное;

A, β, m - постоянные коэффициенты, определяемые непосредственно из эксперимента и не зависящие от влагосодержания материала.

Следует отметить, что продолжительность сушки яблок СПП в 1,5...2,0 раза меньше, чем продолжительность сушки яблок в кипящем слое, и в 4...5 раз меньше, чем продолжительность сушки на паровой конвейерной сушилке.

На кривых послынного нагрева кусочков яблок при СПП сушке (рис. 2) можно выделить пять участков. В течение первого участка температура во всех слоях кусочков яблок повышается. Это период разогрева. Затем температура стабилизируется. При этом сохраняется разность температур между поветрностью и последующими слоями материала. Скорее всего это связано с интен-

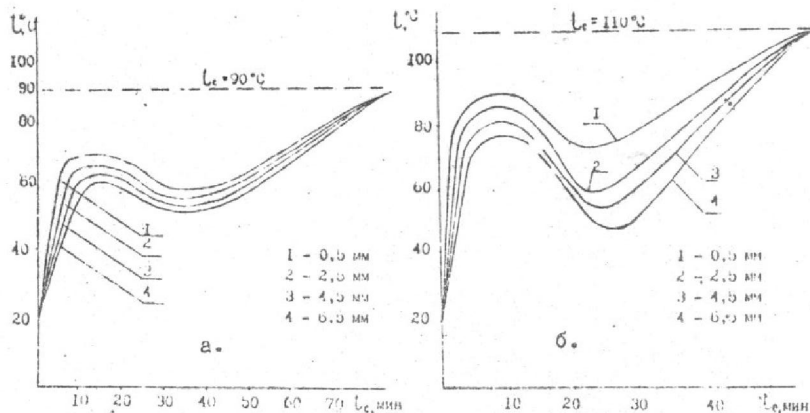


Рис. 2. Кинетика последовательного нагрева кусочков яблок цилиндрической формы ϕ 13x15 мм; а/ - $t_c = 90^\circ\text{C}$;
б/ - $t_c = 110^\circ\text{C}$.
1. - 0,5 мм; 2. - 2,5 мм; 3. - 4,5 мм; 4. - 6,5 мм.

сивной потерей влаги образцами, на что затрачивается подводимое тепло. Следующий, третий участок, характеризуется резким снижением температуры практически одновременно по всему объему обезвоживаемого материала. Данное снижение температуры объясняется тем, что именно в это время происходит образование пористой структуры материала. Сушка со смешанным теплоподводом позволяет избежать объемной усадки дегидратируемых частиц.

Поэтому, по мере обезвоживания, на определенной стадии первого периода сушки происходит как-бы разрыв материала внутри термостойких ячеек с образованием трещин и крупных пор. Эти образования служат в качестве путей для потока испаряющейся жидкости.

Поэтому температура внутри образцов резко падает до тех пор, пока количество подводимого тепла не будет равно теплоте, затрачиваемой на испарение влаги из материала. Продолжительность такого процесса / когда подводимая теплота равна теплоте испарения/ определяется продолжительностью четвертого участка на кривых $t_c = f(\tau_c)$

Как видно из рисунка, при температуре 90°C продолжительность четвертого участка больше, нежели соответствующего при

сушке $t_c = 110^\circ\text{C}$. Следует отметить, что в этот период температура внутри кусочков яблок на $40...50^\circ\text{C}$ меньше, чем температура сушильного агента. Это указывает на значительную интенсивность потери влаги высушиваемыми образцами.

Наконец, когда начинает удаляться связанная вода, температура в слоях яблок увеличивается. Для каждого слоя этот процесс начинается тем раньше, чем ближе данный слой находится к поверхности обезвоживаемого материала. Такой характер температурных кривых указывает на то, что при сушке яблок со смешанным теплоподводом при температурах, как выше так и ниже 100°C наблюдается неравномерность потери влаги различными слоями материала.

Процесс сушки заканчивается, когда температура во всех слоях материала приближается к температуре сушильного агента. Мы предлагаем данную поведения кривых $t = f(\tau_c)$ использовать в качестве контроля окончания процесса обезвоживания яблок. Исследованный способ сушки яблок позволяет получить сушеный продукт высокого качества.

Показатели качества сушеных яблок.

Таблица 4.

Продукт	Содержание г/100г				Содержание мг/100 г			
	Ве-лок:	клет-чатка:	угле-воды:	зола:	каль-ций:	фос-фор:	железо:	Вита-мин С
Яблоки све-жие	0,4	0,6	9,8	0,5	16	11	0,6	16
Сушеные обычным способом	1,4	3,8	71,5	1,4	19	47	1,4	19
Сушеные СТП	1,9	4,9	92	1,8	25	64	1,8	37

В шестой главе приведены результаты проверок разработанных технологией в опытно-промышленных условиях на Черниговском овощесушильном заводе и Добрянском консервно-овощесушильном заводе. Разработаны аппаратурно-технологические схемы производства новых видов продуктов из картофеля и яблок.

Выводы

1. Найдено, что замена процессов сульфитации и бланшировки картофеля предварительной обработкой сырья ПАВ позволяет исключить данные операции из технологической схемы производства сушеного картофеля.

Исследована кинетика сушки картофеля предварительной обработкой ПАВ. Показано, что новый способ обработки сырья 0,1 % раствором лаурилглицина способствует уменьшению значения критического влагосодержания W_k , и, как следствие, ускорению периода постоянной скорости сушки картофеля.

2. Определено влияние предварительной обработки картофеля ПАВ на физико-химические показатели готового продукта.

Найдено, что предварительная обработка сырья ПАВ влияет на показатели качества готового продукта - развариваемость, коэффициент набухания, цвет и аромат. Стабилизация биомембран клетки солями ПАВ позволила уменьшить процент потерь таких термолабильных компонентов сырья, как витамин С, редуцирующий сахар и др.

3. Проведены исследования по выбору исходного материала для получения пористого картофелепродукта, процесса увлажнения и кондиционирования при подготовке сухого картофельного полуфабриката к экструдированию.

Проведены исследования влияния процесса экструдирования на физико-химические показатели продукта.

4. Проведены исследования микробиальной обсемененности пористого картофелепродукта. Установлены оптимальные режимы и разработана технология получения пористого картофелепродукта методом экструдирования.

5. Разработаны рецептуры пористого картофелепродукта с использованием добавок, улучшающих качество готового продукта.

6. Показано, что при сушке яблок со смешанным теплоподводом процесс обезвоживания делится на два периода - постоянной и падающей скорости сушки. Получено эмпирическое уравнение для определения скорости сушки яблок в первом периоде по температуре сушильного агента.

Найдены коэффициенты для общего уравнения продолжительности сушки, которые могут быть использованы в инженерных расчетах соответствующих сушильных аппаратов.

7. На основании проведенных исследований:

- разработана технология спаренного /комбинированного/ способа получения сушеного картофеля, за счет чего снижается себестоимость 1 т готового продукта;

- разработана новая технология получения пористого картофелепродукта и отработаны режимы его изготовления с применением модернизированного экструдера А1-КХП.

По данным расчета прибыль от промышленного производства нового вида картофелепродукта составит 240 рублей на 1 тонну;

- разработан новый вид сушильной установки, сочетающей преимущества конвективного и кондуктивного теплоподвода к материалу, с участием загрузки-выгрузки продукта в рабочую камеру. Технология производства нового продукта питания из яблок проверена в опытно-промышленных условиях на Добрянском консервно-овощесушильном заводе. Испытания показали, что разработанная технология обеспечивает получение сухого высокопористого продукта питания из яблок высокого качества.

По данным расчета прибыль от промышленного производства нового вида сухого продукта питания из яблок составит 710 рублей на 1 тонну.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Червинский Г.Н. Новая продукция - картофельные палочки. // Пищевая промышленность, - 1989 - №8, с.50-51.

2. Гришин М.А., Червинский Г.Н. Разработка технологий промышленного производства сушеных растительных продуктов повышенного качества. // Увеличение объемов производства консервов повышенного спроса/ Тезисы докл.Респ. семинар, - Житомир, - 1989, - с.11-12.

3. А.С.1329751. Способ изготовления сушеного картофеля / Л.П.Шуб, И.И.Гупало, Г.Н.Червинский, А.А.Тимошенко, Р.Д.Ларкович, - № 3927705/30-13; Заявл.11.07.85 г... Опублик. 15.06.87г. Бюл.№ 30

4. А.С.1346118.Способ получения пористого пищевого продукта из сухого картофельного пюре в виде хлопьев./В.А.Петро-

вич, И.П.Шуб, И.И.Гупало, Г.Н.Червинский, Н.Н.Кашцевич, -
 №40С.620/30-13; Заявл. 02.01.86г.; Опубл.23.10.87, Бюл. № 39.

5. Заявка № 4657319/30-13.Способ получения пористого пище-
 вого продукта / Г.Н.Червинский, И.И.Гупало. Положительное
 решение ВНИИПЗ от 28.05.1990г.

6. Гришки М.А., Червинский Г.Н. Способы интенсификации про-
 цессов сушки картофеля // Тезисы докл. Республ. семинар.
 "Увеличение выпуска консервов и расширение ассортимента выпу-
 скаемой продукции на основе внедрения прогрессивных технологий
 и передового опыта при переработке плодоовощной продукции".-Ка-
 менец-Подольск, 1990, -с.17-19.

С. О. 16856

Одесский технологический
 институт пищевой промыш-
 ленности им. С.П.Поповича
 БИБЛИОТЕКА

Подлж печати 14.11.80г. формат 60x84 1/16.
 Об'єм 0,7уч.изд.л. 1,0л л. Заказ № 4314. Тираж 100экз.
 Гортипографія Одеського облполіграфізапта, цех №3.
 Леніна 49.