

Автор ер.
Я 47

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
У С С Р

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ЯРОШЕВИЧ Татьяна Никитична

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА БЫСТРОРАЗВАРИВАЕМОГО СУШЕНОГО
КАРТОФЕЛЯ

Специальность 05.18.13 - технология
консервированных пищевых продуктов

Принято к печати 1978 г.

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ОДЕССА - 1978

Работа
туте
техно
носова
Научн
Консу

довательском инсти-
артофеля и Одесском
ности им. М.В. Ломо-
вук, профессор
наук, старший
наук, профессор

Автор: Ярошевич Т.Н.
ИССЛ. И РАЗР. ТЕХНОЛОГ.
1978 814

к наук, доцент
овощесушильный завод
Белорусской ССР
10 1978 г. в 10⁰⁰ час.
ота Д 068.35.01 Одесского
ромышленности им. М.В. Ломо-
II2.

библиотеке Одесского
ленности им. М.В. Ломо-
1978 года.

12

35 - О.А. КИРИЛЕНКО

ОНАХТ 18.04.12
Исследование и разра



v013171

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. XXV съездом КПСС намечены основные задачи интенсивного развития пищевой промышленности, в том числе овощесушильной отрасли, решить которые предстоит в десятой пятилетке – пятилетке эффективности и качества. В десятой пятилетке выпуск сушеного картофеля по сравнению с объемами девятой пятилетки должен быть увеличен с 7,6 до 16 тыс. т в год, т.е. больше чем в два раза, с одновременным повышением качества и улучшением потребительских достоинств продукта. Основным направлением повышения качества сушеного картофеля и овощей является уменьшение продолжительности их разваривания с 20–25 до 5–10 мин.

Необходимость производства таких продуктов вызвана все возрастающим спросом спецконтингента и др. потребителей в овощных пищевых концентратах быстрого приготовления, промышленное производство которых сдерживается отсутствием быстрорастворимого сушеного картофеля, моркови, свеклы.

Цель и задачи исследования. Целью работы является повышение качества сушеного картофеля путем сокращения продолжительности его разваривания с 20–25 до 5–10 мин, разработка эффективного способа термической обработки картофеля для получения продукта пористой структуры, который после высушивания разваривается в 4–5 раз быстрее по сравнению с сушеным картофелем, вырабатываемым промышленностью.

Научная новизна. Впервые решена задача получения быстрорастворимого сушеного картофеля с применением предложенного и разработанного эффективного способа кратковременной высокотемпературной обработки подготовленного картофеля и устройства для его осуществления, защищенных авторскими свидетельствами.

Практическая значимость заключается в том, что полученные

К. 6. 13171

Одесский технологический
институт пищевой промышленности

исходные технологические данные в настоящее время используются при проектировании и создании линии комплексного производства быстроразвариваемого сушеного картофеля и фуражного продукта мощностью 500 кг/ч с целью организации высокопроизводительного промышленного производства быстроразвариваемого сушеного картофеля.

Апробация диссертационной работы. Основные положения работы докладывались на: республиканском совещании - семинаре работников овощесушильных и пищевых концентратных цехов предприятий Минпищепрома Литовской ССР (г. Таураге, декабрь, 1970 г.), заседаниях секции Технического совета Росдиетчайпрома МПП РСФСР (г. Москва, февраль, 1971 г., июнь, 1973 г.), заседании секции Научно-технического совета Минпищепрома СССР (г. Минск, март, 1971 г.), республиканской школе передового опыта на тему: "Изучение опыта производства сушеных овощей и картофеля влажностью 6-8%" (г. Ровно, апрель, 1971 г.), совместных заседаниях секций Научно-технического Совета Минпищепрома СССР и Научно-технического общества пищевой промышленности (г. Брянск, ноябрь, 1975 г.) по белорусскому радио, журнал "Наука и техника" (г. Минск, декабрь, 1975 г.).

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части и проверки разработанной технологии в условиях производства, выводов, перечня литературы и приложений. Работа содержит 162 страницы машинописного текста, 38 рисунков, 25 таблиц, 26 уравнений. Библиография включает 211 источников, из которых 42 иностранных.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом экспериментальных исследований и полупроизводственных испытаний был картофель позднеспелого сорта Лошицкий. В качестве объектов дополнительных исследований использовались свекла и морковь.

Картофель, перерабатываемый в процессе производственных испытаний в заводских условиях, представлял собой смесь сортов.

Процесс термической обработки осуществлялся на экспериментальных установках ВНИИПК и ОТИШ им. М.В. Ломоносова в плотном и кипящем слое при температуре теплоносителя от 100 до 220°C и скорости его движения соответственно 1-2 и 3-5 м/с.

Последующая сушка продукта до конечного стандартного содержания влаги проводилась по применяемому в настоящее время в промышленности методу сушки при температуре сушильного агента 80°C.

Качество сырья, полуфабриката и готового продукта устанавливали на отдельных стадиях технологического процесса путем определения соответствующих органолептических, физических, химических и товарных показателей по установленным методикам.

Плотность и пористость продукта определялись по методикам, модифицированным применительно к сушеному картофелю и овощам.

Изучение микроструктуры картофеля проводилось с помощью микроскопа при 100-кратном увеличении.

В результате выполненной работы устанавливалась рациональная технология производства быстрораствариваемого сушеного картофеля и овощей путем выбора наиболее эффективных комбинаций известных технологических процессов с новыми технологическими процессами.

Проверка разработанной технологии получения быстрораствариваемого сушеного картофеля и овощей осуществлялась в полупроизводственных условиях Пуховического экспериментального цеха и производственных условиях Рославльского овощесушильного завода МПП РСФСР.

Производственные испытания осуществлялись на типовой овощесушильной линии, дополненной специально созданным агрегатом для бланшировки и термической обработки картофеля и овощей.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ, ИХ ОБОБЩЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что воздействие высоких температур при атмосферном давлении на подготовленный картофель вызывает эффект "взрыва", приводящий к образованию пористой структуры продукта.

Результаты проведенных исследований, представленные на рис. I. А) "Зависимость пористости (1) и развариваемости (2) кубиков (а) и пластинок (б) сушеного картофеля от температуры термообработки", показали, что получить быстроразвариваемый сушеный картофель возможно только при термической обработке продукта теплоносителем с температурой выше 120°C . При этом по мере повышения температуры продолжительность процесса термической обработки продукта уменьшается.

Оптимальными режимами термической обработки продукта являются: температура теплоносителя $140-160^{\circ}\text{C}$ и продолжительность процесса 9-12 мин (для кубиков $1 \times 1 \times 1$ см) и 7-9,5 мин (для пластинок $1 \times 1 \times 0,5$ см). Эти режимы обеспечивают наименьшую продолжительность разваривания сушеного картофеля, его равномерную пористую структуру.

На рис. I. Б) "Зависимость температуры центра пластинок (1) и кубиков (2) картофеля от продолжительности термообработки" представлен график - термограмма изменения температуры в процессе термообработки картофеля при температуре теплоносителя 150°C и скорости его движения 1 м/с.

В первом периоде тепло расходуется на нагрев продукта, во втором - характеризуем стабилизацией температуры в пределах $100-120^{\circ}\text{C}$ - на "взрыв" продукта, т.е. изменение агрегатного состояния влаги - превращение ее в пар, а в третьем - на дальнейший нагрев продукта. Пары, выходящие из продукта в процессе "взрыва", предо-

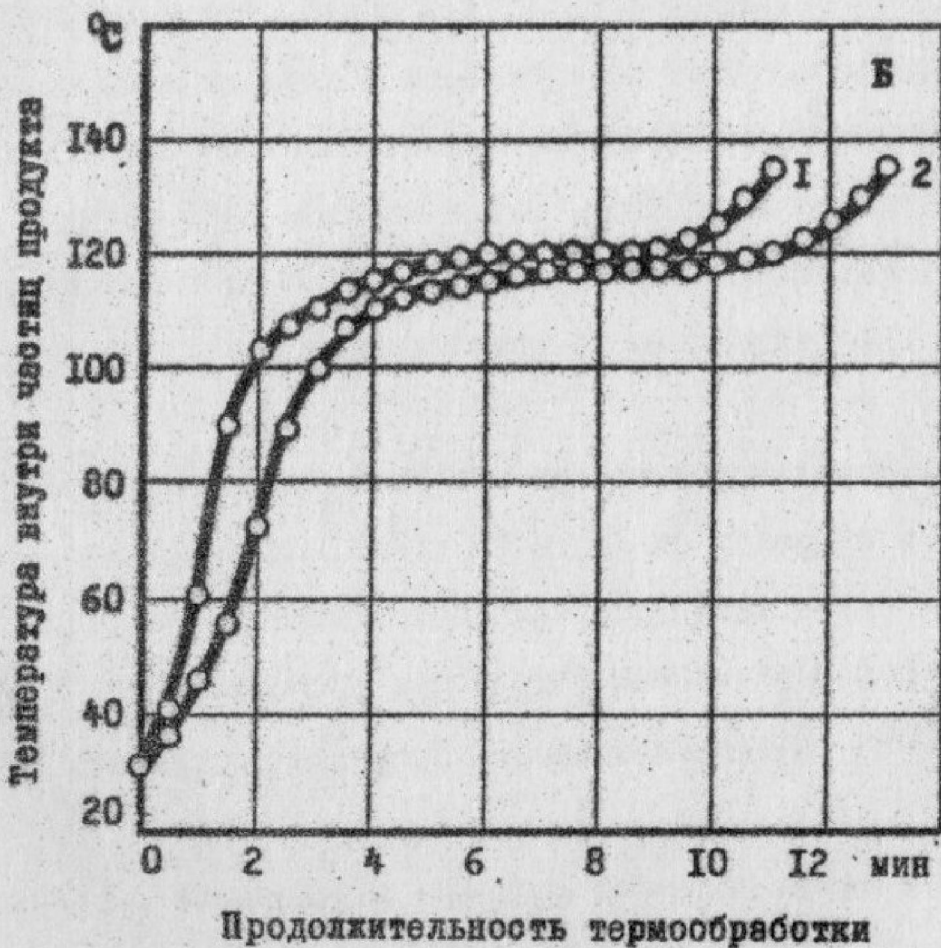
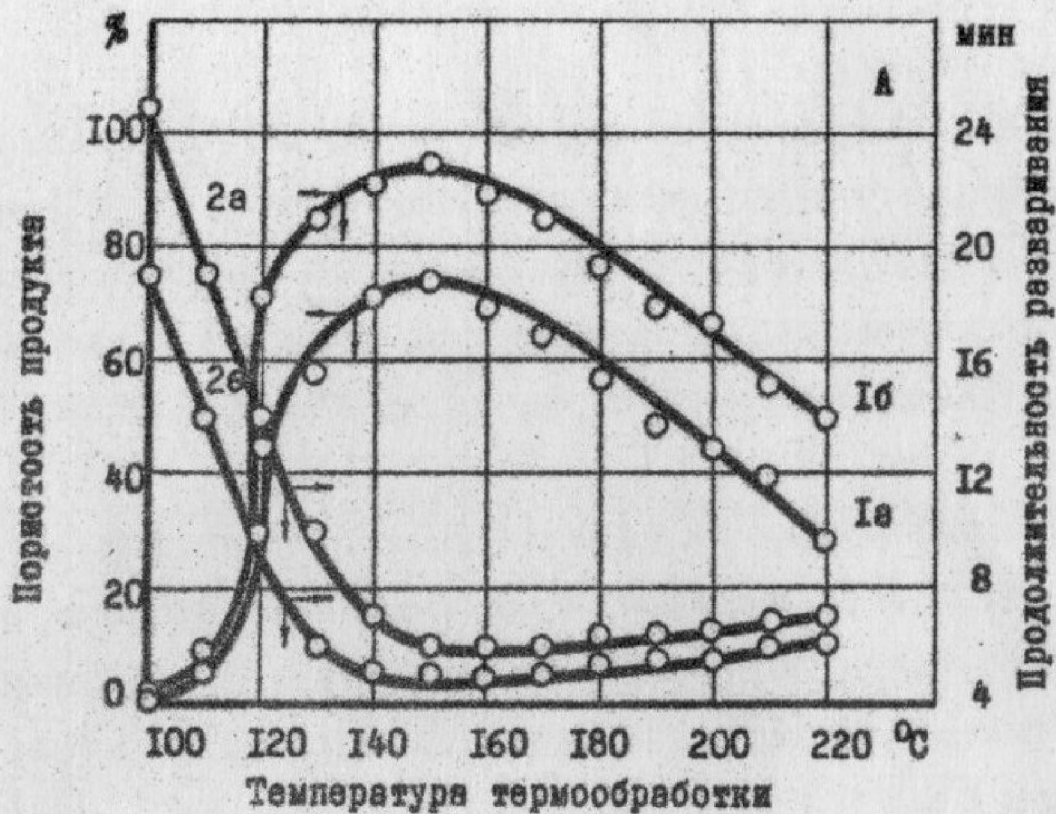


Рис. I.

храняют его от чрезмерного воздействия высокой температуры теплоносителя и предотвращают его подгорание. При этом из продукта удаляется около 70% влаги.

Нагрев частиц продукта до температуры 125–130°C в третьем периоде приводит к его перегреву и подгоранию, поэтому дальнейшее воздействие на продукт высокотемпературного теплоносителя нежелательно. Продолжительность процесса термообработки при указанных оптимальных режимах составляет 10 мин для кубиков и 9 мин для пластинок.

Исследования влияния удельной поверхности частиц продукта показали, что по мере ее увеличения продолжительность процесса его термической обработки уменьшается. По техническим, технологическим и товарным показателям оптимальными размерами частиц картофеля являются кубики 1 x 1 x 1 см и пластинки 1 x 1 x 0,5 см.

Из данных, представленных в табл. I., видно, что термическая обработка картофеля может быть осуществлена в кипящем слое почти с такими же технологическим эффектом, как и в плотном (неподвижном) слое. При этом, как в плотном, так и в кипящем слое по мере увеличения нагрузки пористость продукта и скорость поглощения им влаги уменьшались, а продолжительность разваривания несколько увеличивалась.

Установлены оптимальные нагрузки продукта при термообработке — для плотного слоя в пределах от 10 до 20 кг/м², для кипящего — от 50 до 80 кг/м², скорость теплоносителя соответственно составляет 1–2 и 3–5 м/с. Температура теплоносителя при этом находится в пределах от 140 до 170°C, продолжительность процесса составляет 10 – 15 мин.

Количественные закономерности процесса термической обработки картофеля установлены применением метода приведенной скорости обезвоживания Г.К. Филоненко, уточненного М.А. Гришиным.

Таблица I.

Зависимость удельной нагрузки загрузки картофеля в процессе термической обработки на показатели качества готового продукта

Наименование продукта	Нагрузка продукта при термической обработке, кг/м ²	Температура	Пористость, %	Показатели качества готового продукта			Примечание	
				плотность, кг/м ³	развариваемость, мин	коэффициент набухания, г/кг.с		скорость поглощения массы, кг/м ³
Сушеный картофель в виде кубиков	10	150-170	76,5	680	5,0	3,2	0,037	Консистенция частиц неоднородная, есть плотная сердцевина
	15		74,0	690	5,0	3,1	0,035	
	20		67,0	720	5,0	3,1	0,035	
	25		53,7	780	6,0	3,0	0,033	
	30		50,0	800	7,0	2,9	0,032	
Сушеный картофель в виде пластинок	10	140-160	87,3	640	4,0	3,2	0,037	Консистенция частиц неоднородная, есть плотная сердцевина
	15		85,0	650	4,0	3,2	0,037	
	20		76,5	680	5,0	3,1	0,035	
	25		67,0	720	5,0	3,1	0,035	
	30		59,6	750	6,0	3,0	0,033	
Сушеный картофель в виде кубиков	30	140-145	69,4	706	5,0	2,8	0,030	Консистенция частиц неоднородная
		150-155	87,0	640	4,0	2,9	0,032	
		140-150	67,0	720	6,0	2,7	0,028	
	50	150-170	79,0	670	5,0	2,8	0,030	Консистенция частиц неоднородная, есть плотная сердцевина
		150-170	76,5	680	7,0	2,7	0,028	
		150-170	71,7	700	8,0	2,7	0,028	
	120	150-170	67,0	722	8,0	2,6	0,027	

Кипящий слой

Процесс термической обработки имеет периоды постоянной и падающей скорости, разделяемые критическим значением влагосодержания. В наших исследованиях принято усредненное критическое влагосодержание, равное 180%. Коэффициенты A и B определены из экспериментальных данных - установлена линейная зависимость коэффициентов A и B от потенциала теплоносителя.

При термической обработке кубиков картофеля величины коэффициентов A и B определяются уравнениями:

для плотного слоя:

$$A = 3940 - 25,5 E \quad (1)$$

$$B = 0,072 E - 14,5 \quad (2)$$

для кипящего слоя:

$$A = 3150 - 40,7 E \quad (3)$$

$$B = 0,117 E - 9,5 \quad (4)$$

где E - потенциал горячего воздуха.

Среднее квадратичное отклонение экспериментальных данных от расчетных величин коэффициентов A по уравнениям (1), (3) соответственно составляет $\pm 120,4(60\%)$, $\pm 85,4(10,1\%)$; коэффициентов B по уравнениям (2), (4) - $\pm 0,85(9,4\%)$, $\pm 0,3(10,7\%)$.

Установлена линейная зависимость скорости постоянного периода N от вида материала, формы и размера частиц, удельной нагрузки материала и от параметров теплоносителя: его скорости и потенциала. Выражается эта зависимость в общем виде для плотного слоя:

$$N = a + b \cdot E \cdot \sqrt{v\rho} \cdot \frac{F}{M_c} \quad (5)$$

для кипящего слоя:

$$N = a + b \cdot E \cdot v\rho \cdot \frac{F}{M_c} \quad (6)$$

где a и b - коэффициенты, определяемые видом материала, формой и размерами частиц.

В табл. 2. представлены значения этих коэффициентов для

кубиков и пластинок картофеля, подвергнутых термической обработке, и для контрольных образцов - кубиков, подвергнутых обычной сушке, а также среднеквадратичные отклонения опытных данных от расчетных, полученных по уравнениям (5) - (6).

Таблица 2.

Величины коэффициентов и средних квадратичных отклонений скорости обезвоживания постоянного периода процесса термообработки картофеля

Способ обра- ботки	Форма и размеры частиц, см	а	в	б	
				%/мин	%
Плотный слой	I x I x I	30,5	0,50	1,54	3,7
	I x I x 0,5	36,7	0,40	1,72	3,8
	I x I x I (контроль)	9,5	0,55	0,34	2,4
Кипя- щий слой	I x I x I	18,2	0,20	0,32	1,4
	I x I x 0,5	19,0	0,25	0,27	1,1
	I x I x I (контроль)	11,8	0,16	0,50	3,2

Иллюстрацией проверки возможности использования уравнения продолжительности обезвоживания служат кривые термической обработки кубиков картофеля, представленные на рис.2. "Проверка уравнения продолжительности термической обработки картофеля в плотном (а,б) и кипящем (в,г) слое", которые построены по экспериментальным дан-ным и на них нанесены точки, полученные расчетным путем.

В табл.3. приведены средние квадратичные отклонения расчетных и опытных величин продолжительности термической обработки кубиков картофеля, кривые которых представлены на рис.2.

Таблица 3.

Средние квадратичные отклонения продолжитель-ности процесса термообработки картофеля

Способ об- работки	1		2		3		4		5		6	
	мин	%	мин	%	мин	%	мин	%	мин	%	мин	%
Плотный слой	0,76	7,7	0,70	8,3	0,14	2,3	0,53	4,5	0,43	4,7	0,22	2,7
Кипящий слой	0,40	2,70	0,76	5,4	0,57	4,7	0,62	3,8	0,67	4,7	0,80	6,3

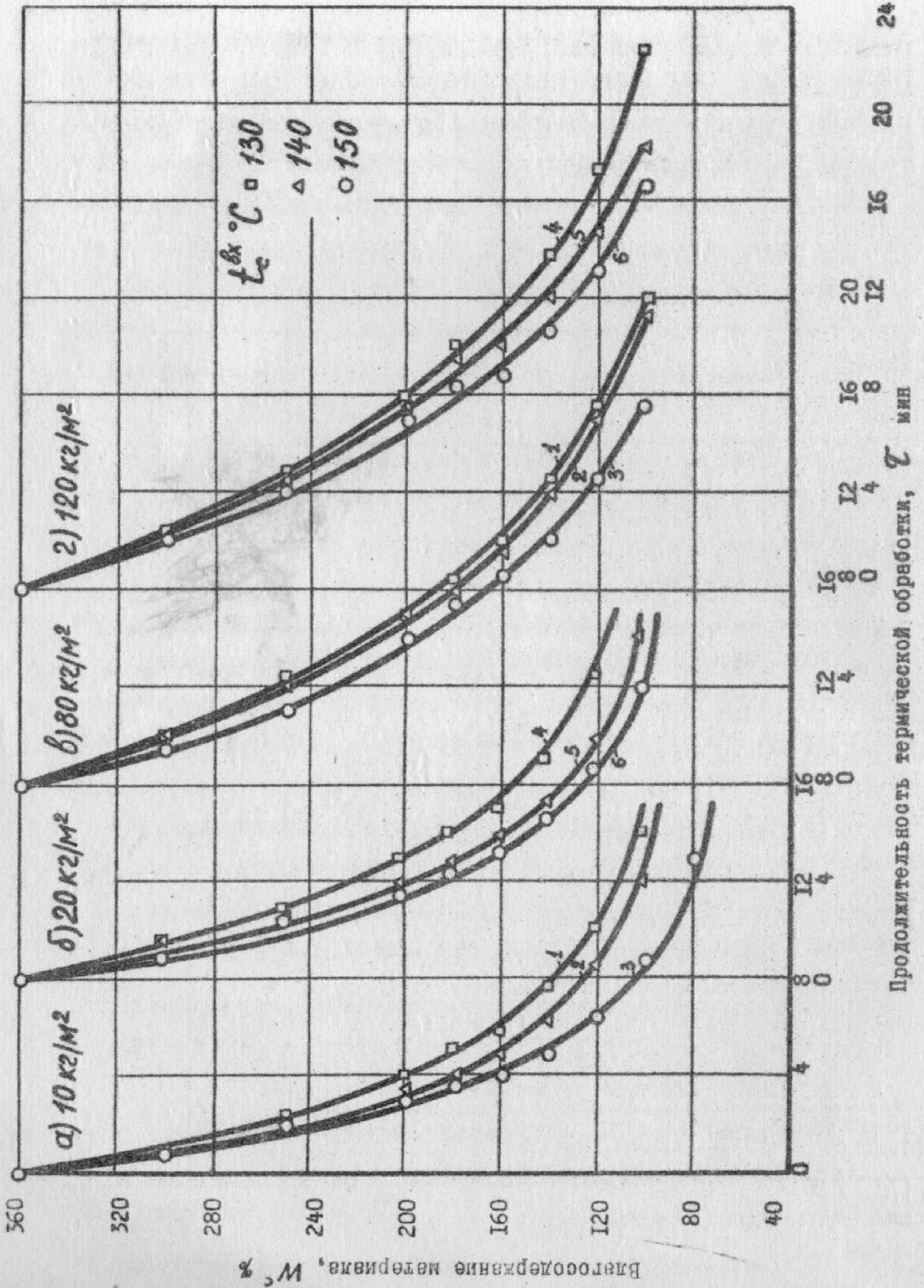


Рис. 2.

С целью установления основных закономерностей кинетики нагрева частиц картофеля исследовали изменение температуры на поверхности и в центре кубиков картофеля в процессе их термической обработки, представленное на графике (рис.3. "Зависимость температуры кубиков картофеля в центре и на поверхности частиц от влагосодержания в процессе термической обработки в плотном слое").

Результаты исследований показывают, что температура при интенсивных высокотемпературных методах обезвоживания непрерывно повышается. Указанные закономерности не зависят от размера и формы частиц.

Расчет среднеобъемной температуры материала в любой момент процесса термической обработки производится путем установления зависимости критерия Ребиндера, относящегося к основным критериям кинетики процесса обезвоживания, от удаляемой влаги.

При термической обработке кубиков картофеля в диапазоне температур 130-170°C в пределах влагосодержания $U-U_p = 1,0-3,0$ кг/кг получены зависимости

для плотного слоя:

$$\lg Rb = 0,6 (U-U_p) - 2,4 \quad (7)$$

$$Rb = 0,004 \exp[1,38 (U-U_p)] \quad (8)$$

для кипящего слоя:

$$\lg Rb = 0,49 (U-U_p) - 2,2 \quad (9)$$

$$Rb = 0,00631 \exp[1,128 (U-U_p)] \quad (10)$$

Среднее квадратичное отклонение опытных данных от расчетных по уравнениям (8), (10) соответственно составляет $\pm 0,08(6,5\%)$, $\pm 0,041(3,3\%)$.

По уравнениям (7) - (10) можно рассчитать среднеобъемную температуру материала в процессе термической обработки картофеля в плотном и кипящем слое.

Сравнительные результаты процесса обезвоживания картофеля в

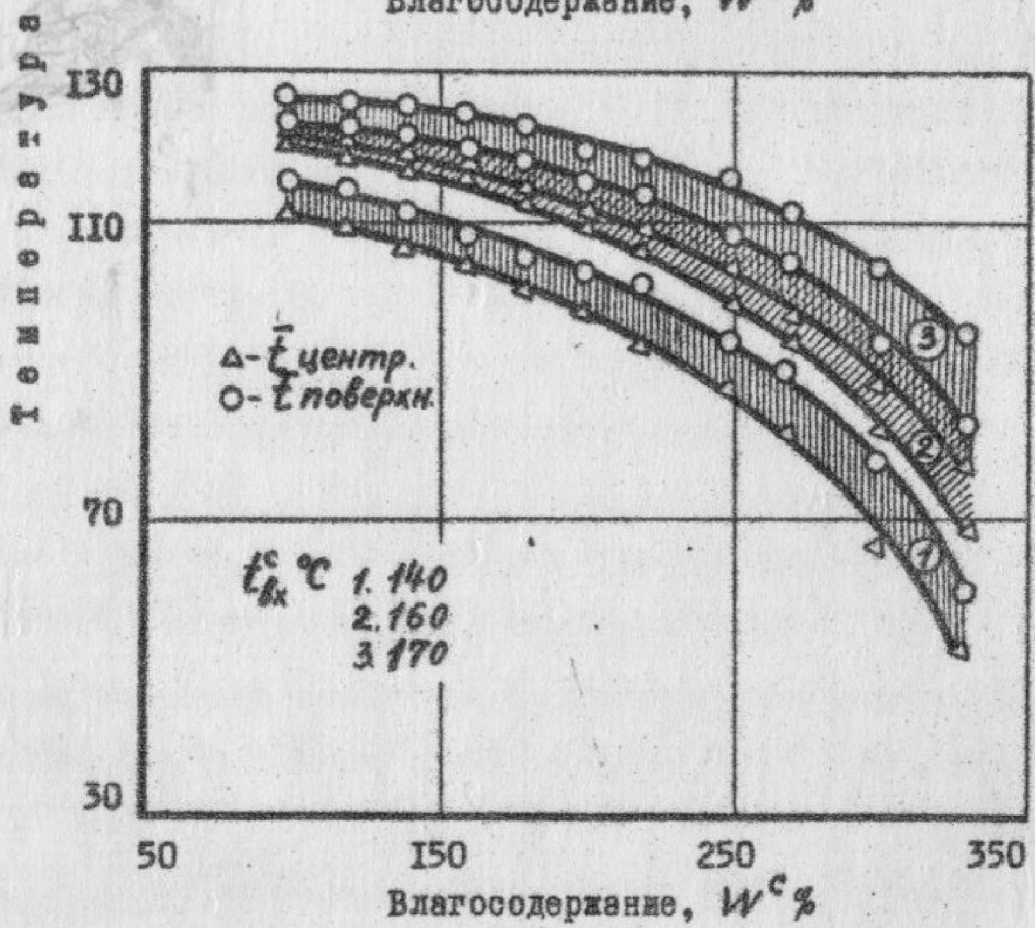
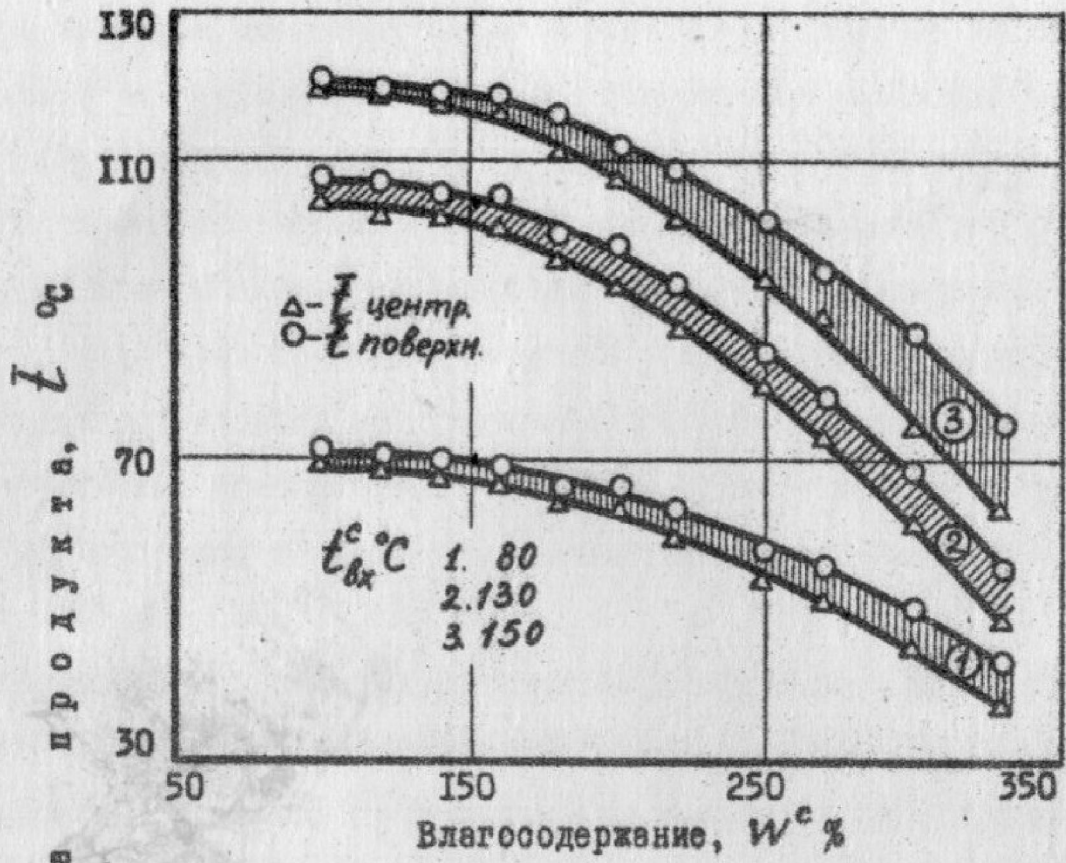


Рис. 3.

плотном и кипящем слое с применением и без применения термообработки показывают, что продолжительность сушки продукта, предварительно подвергнутого термообработке, сокращается в 1,5 - 2 раза по сравнению с контрольными образцами. Происходит это благодаря увеличению его испаряющей поверхности в результате образования пористой структуры продукта.

Проведена работа по определению активной удельной поверхности частиц продукта, образовавшейся после процесса их термической обработки.

Исследования влияния степени клейстеризации содержащегося в продукте крахмала на качество сушеного картофеля показали, что оно незначительно и что быстрорастворимый сушеный картофель может быть получен из нативного или частично клейстеризованного продукта.

Установлена также техническая возможность совмещения процессов термической обработки и сушки картофеля в единый процесс обезвоживания продукта.

Определена возможность применения разработанного термического способа для получения быстрорастворимых сушеных овощей - моркови и свеклы.

По своим качественным показателям сушеные продукты из картофеля и овощей, полученные с применением термической обработки, представляют собой быстрорастворимый сушеный картофель и овощи.

Выявлена возможность восстановления быстрорастворимого сушеного картофеля, как продукта, не требующего варки, путем его обработки горячей водой при температуре 80 - 90°C. Продолжительность восстановления при этом возрастает только в 2,5 раза по сравнению с продолжительностью его разваривания.

Применением микроскопического анализа исследовано изменение микроструктуры картофеля в процессе его переработки в быстрорастворимый и обычный сушеный картофель, а также при восстановлении сушеного продукта.

Исследования изменений физикохимических показателей кубиков и пластинок картофеля в процессе производства — бланшировки, термической обработки и сушки, представленные в табл. 4, показывают, что химический состав быстрораствариваемого сушеного картофеля, изготовленного из сырья с различными сроками хранения, аналогичен обычному сушеному картофелю, полученному из этого же сырья. Установлено также, что в процессе хранения сушеных продуктов из картофеля, имеющаяся тенденция некоторого снижения качественных показателей независимо от применяемой технологии их изготовления аналогична для обычного и быстрораствариваемого сушеного картофеля.

Проверка технологии производства
быстрораствариваемого сушеного картофеля и овощей

Разработанный термический способ получения быстрораствариваемого сушеного картофеля и овощей проверялся в процессе испытаний в условиях Пуховичского экспериментального овощесушильного цеха ВНИИПК и Рославльского овощесушильного завода МПП РСФСР. Агрегат для бланшировки и термической обработки картофеля и овощей состоит из бланширователя, термической установки на базе паровой конвейерной сушилки СПК-4Г-30 и системы нагрева теплоносителя.

В начальной части сетчатого транспортера, общего для бланширователя и термической камеры, последовательно установлены шнековый распределитель продукта и роторный регулятор высоты его слоя, при помощи которых подготовленный продукт настигается равномерным слоем по всей ширине ленты транспортера. Затем продукт поступает в бланширователь, подача пара в рабочую камеру которого осуществляется при помощи паровых барботеров, а удаление отработанного пара производится вентилятором. Бланшированный картофель поступает в термическую установку, где он подвергается обработке нагретым теплоносителем — горячим воздухом при атмосферном давлении. Внутри термокамеры поперечно расположены пять горизонтальных сетчатых транспор-

Таблица 4.

Изменение химического состава картофеля в процессе термической обработки

Показатели качества продукта	Един. измерения	Продолжительность хранения	картофель свежий		картофель бланшированный		картофель (контроль)		Наименование продукта		после сушки	после термической обработки	после термической обработки	после сушки
			картофель	свежий	картофель	бланшированный	картофель	кубки	кубки	после термической обработки				
Влажность	%	1	74,9	75,6	75,6	75,6	10,8	10,8	10,8	54,6	10,0	48,0	10,0	10,0
		8	75,7	76,0	76,0	76,0	10,2	10,2	10,2	55,0	10,3	50,6	10,3	10,3
Общий сахар	%	1	0,98	1,0	1,0	1,0	0,96	0,96	0,90	0,92	0,93	0,97	0,95	0,95
		8	1,0	1,08	1,08	1,08	1,0	1,0	0,94	0,95	1,0	0,98	0,98	0,98
Крахмал	%	1	79,9	78,6	78,6	78,6	78,6	78,8	78,8	79,6	79,0	79,2	78,9	78,9
		8	79,0	78,0	78,0	78,0	78,0	77,2	77,2	78,3	77,8	78,2	78,3	78,3
Витамин С	мг/гг	1	45,6	35,8	35,8	35,8	24,8	23,5	23,5	27,7	24,0	26,6	24,5	24,5
		8	10,9	8,3	8,3	8,3	3,8	3,7	3,7	4,8	4,0	4,0	3,8	3,8

VO/3171

теров для транспортировки продукта, подвергаемого термообработке, паровые ребристые калориферы для нагрева теплоносителя, а также лотки для передачи продукта с одного транспортера на другой. Для предотвращения прилипания продукта ленты покрыты гидрофобным кремнийорганическим веществом. Термокамера оборудована жалюзийной системой создания в ней вертикальных потоков теплоносителя. В конце первой ленты установлен роторный лентоочиститель. В конечной части термической камеры установлен наклонный скребковый транспортер для передачи подвергнутого термообработке продукта на сушку.

Термокамера соединена с циркуляционно-нагревательной системой теплоносителя, включающей центробежный вентилятор и паровые пластинчатые калориферы. Нагретый в паровых калориферах теплоноситель, представляющий собой смесь горячего воздуха и перегретого пара, при помощи вентилятора и воздуховодов циркулирует в термоустановке — вначале поступает в верхний воздуховод и, проходя через ленты, выходит через нижний воздуховод.

На Рославльском овощесушильном заводе проведены испытания агрегата для бланшировки и термической обработки картофеля и выработана опытная партия готового продукта — быстрорастворимого сушеного картофеля. На основании результатов проведенных экспериментальных исследований и производственных испытаний подтверждены технологические режимы и разработана технология производства быстрорастворимого сушеного картофеля. Разработаны и утверждены Главконсервом МП СССР технологические инструкции по производству быстрорастворимого сушеного картофеля, моркови и свеклы.

Результаты проведенных на Рославльском овощесушильном заводе испытаний показали техническую возможность получения быстрорастворимого сушеного картофеля по разработанной технологии. По результатам испытаний агрегата разработана схема утилизации тепла в агрегате для бланшировки, термической обработки и сушки продукта и

сделан ориентировочный расчет количества утилизируемого тепла.

На разработанную технологию производства быстрораствариваемого сушеного картофеля — термический способ, положенный в ее основу, и устройство для осуществления основного технологического процесса получены авторские свидетельства.

За разработку технологии производства быстрораствариваемого сушеного картофеля автор награжден бронзовой медалью ВДНХ СССР.

В настоящее время на основании полученных исходных технологических данных выполняются работы по созданию линии комплексного производства быстрораствариваемого сушеного картофеля и фуражного продукта мощностью 500 кг/ч с целью организации высокопроизводительного промышленного производства быстрораствариваемого сушеного продукта.

Годовой экономический эффект при выработке быстрораствариваемого сушеного картофеля на одной такой линии составляет 63 тыс. руб.

В В В О Д И

I. Разработана технология производства быстрораствариваемого сушеного картофеля и овощей, в основу которой положен новый способ кратковременной высокотемпературной обработки кусочков подготовленного продукта (авторское свидетельство № 378226 на "Способ производства сушеных овощей"), а также установка для его осуществления (авторское свидетельство по заявке № 2496018/28-13 на "Устройство для получения пористых пищевых продуктов").

Процесс термической обработки кусочков картофеля и овощей обеспечивает эффект "взрыва" с образованием пористой структуры продукта и интенсивным удалением из него 65-75% подлежащей испарению влаги в течение 10-15 мин. Продолжительность разваривания полученных продуктов сокращается для сушеного картофеля в 5-6 раз, для сушеных овощей 2,5 - 3 раза по сравнению с сушеными продуктами, выпускаемыми промышленностью.

Выполненные разработки открывают широкие перспективы создания несложного непрерывнодействующего производства быстрорастворимого сушеного картофеля и овощей с использованием после небольшой модернизации действующих линий овощесушильных заводов.

2. Исследовано влияние формы и размеров частиц картофеля в процессе его термической обработки и установлено, что быстрорастворимый сушеный картофель можно получить из картофельных кусочков разной формы и размеров. Определены оптимальные режимы процесса термической обработки картофеля: температура теплоносителя $140-170^{\circ}\text{C}$, скорость для плотного слоя $1-2$ м/с; для кипящего — $3-5$ м/с; нагрузка продукта соответственно $10 - 20$ и $50 - 80$ кг/м², продолжительность — $10-15$ мин. Эти режимы обеспечивают наименьшую развариваемость сушеного картофеля, наибольшую скорость поглощения им влаги и набухаемость, равномерную пористую структуру.

3. Определены основные закономерности тепло- и влагообмена в процессе термической обработки картофеля в плотном и кипящем слое. Расчет продолжительности процесса термической обработки до заданных пределов влагосодержания производится по уравнению, полученному в результате применения метода приведенной скорости Г.К.Филоненко.

Получены уравнения (1,2) для плотного слоя и (3,4) — для кипящего, позволяющие определить зависимость коэффициентов A и B от потенциала нагретого теплоносителя. Полученные уравнения позволяют рассчитать кинетику процесса термической обработки картофеля.

4. Обработкой экспериментальных данных определено, что скорость постоянного периода N процесса обезвоживания картофеля при термической обработке прямо пропорциональна произведению потенциала E ; массовой скорости теплоносителя $\sqrt{v_{\text{пр}}}$ для плотного слоя и $v_{\text{пр}}$ — для кипящего и обратно пропорциональна удельной нагрузке сухого материала $\frac{M_c}{F}$. Получены уравнения (5,6), позволяющие

рассчитать скорость постоянного периода N для плотного и кипящего слоя.

5. Установлен характер изменения температуры материала в процессе термической обработки картофеля в плотном и кипящем слое. Получены уравнения (8,10) зависимости критерия Ребиндера от количества удаляемой влаги для плотного и кипящего слоя.

6. Выявлено, что термическая обработка картофеля и овощей перед сушкой способствует образованию пористой структуры продукта и, следовательно, значительному увеличению удельной поверхности частиц. В результате образования пор и, соответственно, увеличения испаряющей поверхности частиц картофеля, продолжительность их сушки как в плотном, так и в кипящем слое сокращается в 1,5 - 2 раза по сравнению с обычным продуктом. Полученные результаты показывают, что термическая обработка картофеля и овощей перед сушкой позволяет решить не только задачу получения быстрорастворимого сушеного продукта, но также и задачу интенсификации процесса его сушки.

7. Экспериментально установлена возможность совместного осуществления трех технологических процессов - гидротермической обработки картофеля (с целью его бланшировки), термической обработки (с целью получения пористого продукта) и сушки (с целью обезвоживания продукта), позволяющего получить новый технический эффект для промышленности, производящей быстрорастворимый сушеный картофель.

Осуществление указанного процесса в один прием позволяет создать единый универсальный компактный высокопроизводительный агрегат вместо нескольких видов специализированного оборудования.

8. По результатам исследований изменений физикохимических показателей продукта в процессе производства и хранения установлено, что химический состав быстрорастворимого сушеного картофеля аналогичен обычному сушеному картофелю, полученному из одного и того же

сырья. Установлена возможность восстановления быстрорастворимого сушеного картофеля без применения варки путем воздействия горячей воды при температуре 80-90°C без дополнительного подогрева.

Модифицированы методики определения плотности и пористости быстрорастворимого сушеного картофеля.

Путем применения микроскопического анализа исследовано изменение микроструктуры картофеля в процессе его переработки в быстрорастворимый и обычный картофель, а также кулинарной подготовки сушеного продукта.

9. Полупроизводственные испытания показали, что применение термического способа в условиях, близких к производственным, позволяет получить быстрорастворимый сушеный картофель и овощи - морковь и свеклу с хорошими товарными и кулинарными показателями качества продукта при небольших энергозатратах и сравнительной технической простоте осуществления способа его получения.

Подтверждены разработанные оптимальные режимы и параметры получения быстрорастворимого сушеного картофеля и овощей с применением термического способа обработки продукта в производственных условиях. Разработаны и утверждены технологические инструкции по производству быстрорастворимого сушеного картофеля и овощей - моркови и свеклы.

10. Изготовлен и смонтирован на Рославльском овощесушильном заводе опытно-промышленный агрегат для бланшировки и термической обработки картофеля и овощей. Проведены испытания агрегата и выработана опытная партия готового продукта - быстрорастворимого сушеного картофеля. Результаты проведенных на Рославльском овощесушильном заводе испытаний показали техническую возможность производства быстрорастворимого сушеного картофеля по разработанной технологии.

Разработанная технология производства быстрорастворимого сушеного картофеля и агрегат для бланшировки, термической обработки и сушки продукта использованы при проектировании и создании линии производства быстрорастворимого сушеного картофеля и фуражного продукта мощностью 500 кг/ч, завершение работ по которой планируется в 1978 г. Годовой экономический эффект при выработке быстрорастворимого сушеного картофеля на одной такой линии составляет 63 тыс.руб. Основное содержание диссертации опубликовано в следующих статьях:

1. Залецкий В.Н., Цындергозен Т.Н., Гулис О.И. и др. Изыскание способа производства быстрорастворимого сушеного картофеля. - Труды ВНИИПК. - М.: Пищепром, 1972, вып.12, с.46-55.

2. Залецкий В.Н., Ярошевич Т.Н. Разработка технологии производства быстрорастворимого сушеного картофеля. - В сб.: Вопросы товароведения и технологии пищевых продуктов. Минск: "Высшая школа", 1972, вып.2, с. 158-166.

3. А.с. 378226 (СССР). Способ производства сушеных овощей. /В.Н.Залецкий, Т.Н.Ярошевич, Э.А.Кац, Т.Н.Святославская. - Заявл.26.04.71 (№ 1653009/28-13); Опубл. в Б.И., 1973, № 19, М. Кл.А 23b7/02. УДК 631.362.6.

4. Залецкий В.Н., Залецкая Б.Г., Ярошевич Т.Н. и др. Влияние технологических процессов на качество картофельных и овощных продуктов. - В сб. Вопросы товароведения и технологии пищевых продуктов. Минск: "Высшая школа", 1973, вып.3, с.71-95.

5. Ярошевич Т.Н., Залецкий В.Н., Гришин М.А. Установление оптимальных технологических режимов производства быстрорастворимого сушеного картофеля. - Экспресс-информация ЦНИИТЭИпищепром. Овощесушильная и пищекомцентратная промышленность, вып.1, 1974, с.5-19.

6. Залецкий В.Н., Ковганко Р.Д., Ярошевич Т.Н. и др. Новое в ассортименте, технологии и технике производства сухих пищевых продуктов из овощей и плодов. / ВАСХНИЛ. - Минск, 1976, с.105-112.