

Авторефер.
К 18

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

КАМИНСКИЙ Валерий Дмитриевич

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РИСА-ЗЕРНА
И ГРЕЧИХИ НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА И СТОЙКОСТЬ КРУП
ПРИ ХРАНЕНИИ

Специальность 05.18.03 - хранение зерна (элеваторно-
складское хозяйство) и других сельскохозяйственных
продуктов

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Деп. ун. ст. 1987

Одесса - 1980

Работа выполнена на кафедре технологии хранения пищевых продуктов и зерноведения Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

Научный руководитель — кандидат технических наук,
доцент ЯКОВЕНКО В.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор ЖИДКО В.И.;
кандидат технических наук,
доцент МЕЛЬНИКОВ Е.М.

Ведущее предприятие — Белоцерковский комбинат хлебопродуктов

Защита состоится "21" марта 1980 года в 13⁰⁰ час.
на заседании специализированного совета К 068.35.02 в Одесском
технологическом институте пищевой промышленности им. М.В. Ломо-
носова, 270039, г. Одесса, ул. Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского тех-
нологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоно-

лан "11" февраля 1980 года.

✓ 0134 84

И.К. ЧАЙКА

84

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В решениях XXV съезда КПСС и июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС большое внимание уделено увеличению производства зерна крупных культур, особенно гречихи, риса, проса и выработки круп из этих культур. В "Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976-1980 гг." предусматривается увеличить производство продукции мукомольно-крупяной промышленности на 21-23%. Наряду с этим, в значительной мере намечено улучшить качество за счет более эффективного использования природных ресурсов зерна.

Актуальность проблемы. В работах отечественных исследователей (В.Л. Кретович, Л.А. Тривятский, Е.П. Козьмина, Н.И. Соседов, Е.Д. Козаков, Г.А. Егоров, М.Е. Гинзбург, Е.М. Мельников, И.П. Салун, П.Г. Гусев, О.В. Кузьмина, Т.В. Локтева, А.С. Белиловская, В.А. Яковенко и др.), а также зарубежных (*Roberts R.L., Smermer R.A., Rao B.S., Primo E.* и др.) показано, что гидротермическая обработка (ГТО) является одним из методов, улучшающих не только технологические свойства зерна, но и положительно влияющих на пищевую ценность и стойкость круп при хранении.

Важной проблемой является дальнейшая разработка и совершенствование способов и режимов ГТО зерна. Особую актуальность в этом направлении приобретают исследования качества белков, изменяющегося при ГТО зерна. Из литературных данных видно, что способы и режимы ГТО риса-зерна и гречихи разрабатывались без учета показателей биологической ценности белков. Одной из важнейших задач после выработки круп является сохранность и доставка их потребителю без ухудшения качества.

Целью работы является изыскание путей повышения биологической ценности белков и улучшения потребительских достоинств рисовой и гречневой круп на основании оптимизации параметров ГТО зерна

и изучение изменений показателей качества пропаренных круп при хранении, позволяющих установить допустимые сроки их сохранности.

Научная новизна работы. Разработаны оптимальные параметры ГТО риса-зерна и гречихи по показателям потребительских достоинств и атакующести белков круп протеолитическим ферментом пепсином.

Проведена комплексная оценка качества (химического состава, биохимических свойств, микробиологической характеристики, потребительских достоинств) и выявлен ряд закономерностей, характеризующих изменения показателей качества пропаренных рисовой и гречневой круп в процессе хранения, на основании чего установлены допустимые сроки хранения в производственных условиях.

Практическая ценность работы состоит в том, что использование разработанных оптимальных режимов ГТО риса-зерна и гречихи в промышленности позволит вырабатывать крупу с высокими показателями потребительских достоинств и биологической ценности белков. Разработана технологическая схема установки для пропаривания зерна крупяных культур, на которую получено положительное решение к выдаче авторского свидетельства. Применение этой установки в промышленности позволит интенсифицировать и стабилизировать процесс пропаривания, а также утилизировать до 20% отработанного пара на технологические цели.

Согласно разработанным допустимым срокам хранения пропаренных круп составлена инструкция, которая применяется на предприятиях Минзага РСФСР.

Материалы диссертации докладывались на III Биохимическом съезде СССР (Донецк, 1977 г.), Всесоюзной конференции "Научно-технический прогресс в зерноперерабатывающей промышленности" (Одесса, 1977 г.), Республиканской научно-технической конференции "Пути сохранения сельскохозяйственной продукции" (Одесса, 1978 г.) и

на конференциях профессорско-преподавательского состава ОТИШ им. М.В. Ломоносова (1974-1978 гг.).

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, выводов и предложений, перечня литературы, приложений и содержит 168 страниц машинописного текста, 14 рисунков, 37 таблиц, 7 приложений. Библиография включает 237 источников, из которых 36 иностранных.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве материала для исследований были взяты рядовой рис - наиболее распространенные сорта риса Краснодарский 424 и гречихи Богатырь урожаев 1973-1974 гг.

Средний образец выделяли в соответствии с ГОСТ 10839-64, влажность определяли по ГОСТ 3040-55, содержание сорной и зерновой примеси - по ГОСТ 10939-64.

ГТО зерна проводили на лабораторной экспериментальной установке, а оптимизацию параметров ГТО риса применительно к способу, разработанному в ОТИШ им. М.В. Ломоносова на кафедре технологии переработки зерна, гречихи - применительно к способу, предусмотренному "Правилами организации и ведения технологического процесса на крупозаводах".

Кулинарные достоинства круп оценивали органолептически по 100-балльной системе ВНИИЗа.

Переваримость рационов с включением пропаренных риса карго и гречневых круп устанавливали на животных по методике М.Ф. Томмэ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РИСА-ЗЕРНА И ГРЕЧИХИ

Влияние ГТО риса-зерна и гречихи на атакуемость белков каши протеолитическим ферментом (пепсин) *in vitro* изучали с ис-

пользованием метода планирования многофакторного эксперимента по планам соответственно ПФЭ-2² и ПФЭ-2³.

Критериями для риса были приняты атакуемость белков каши пепсином (Y_1) и цвет рисовой крупы (Y_2), который определяли на фотоэлектрическом приборе ФПМ-I. Влажность для риса перед пропариванием согласно способу была стабилизирована X_3 ($W = 30\%$).

Критериями для гречихи были приняты: атакуемость белков каши пепсином (Y_1), выход ядрицы (Y_2), выход продела (Y_3), показатели потребительских достоинств крупы (Y_4).

На основании реализованных матриц (см. табл. I) были рассчитаны коэффициенты уравнений регрессии (в кодированных значениях факторов, уровень значимости 0,05).

Для риса:

атакуемость белков каши пепсином

$$Y_1 = 179,75 - 18,25X_1 - 8,75X_2 - 25,75X_1X_2, \quad E = 12,20; \quad (1)$$

цвет рисовой крупы

$$Y_2 = 40 + 4,5X_1 + 1,5X_2, \quad E = 0,94. \quad (2)$$

Для гречихи:

атакуемость белков каши пепсином

$$Y_1 = 136,2 + 71,2X_1 + 18,7X_2 + 31,2X_3 - 1,2X_1X_2 + 21,2X_1X_3 - 16,2X_2X_3 - 11,2X_1X_2X_3, \quad E = 4,00; \quad (3)$$

выход ядрицы

$$Y_2 = 65,7 + 3,0X_1 + 1,56X_2 + 1,69X_3 - 1,31X_1X_2 - 1,44X_1X_3 - 1,44X_2X_3 + 0,19X_1X_2X_3, \quad E = 1,20; \quad (4)$$

выход продела

$$Y_3 = 2,1 - 1,24X_1 - 0,56X_2 + 0,01X_3 + 0,34X_1X_2 + 0,62X_1X_3 - 1,62X_2X_3 + 0,14X_1X_2X_3, \quad E = 0,43; \quad (5)$$

потребительские достоинства

$$Y_4 = 77,37 + 2,62X_1 + 2,37X_2 - 0,87X_3 - 7,37X_1X_2 - 3,12X_1X_3 - 0,87X_2X_3 + 0,87X_1X_2X_3, \quad E = 1,41. \quad (6)$$

Таблица I

Матрица планирования, значения уровней изменяемых факторов, интервалы варьирования и значения выходных параметров

Натуральные обозначения	Р и с		Г р е ч и х а									
	Факторы		Результаты опытов				Факторы				Результаты опытов	
	ρ , МПа	τ , мин.	A , мг/г.ч	C , условные единицы прибора	ρ , МПа	τ , мин.	W , %	A , мг/г.ч	Y , %	D , %	P , балл	
Основной уровень	0,15	1,5			0,35	5,0	13,5					
Интервал варьирования	0,05	0,5			0,15	2,0	1,5					
Верхний уровень	0,20	2,0			0,50	7,0	15,0					
Нижний уровень	0,10	1,0			0,20	3,0	12,0					
Кодовые	X_1	X_2	Y_1	Y_2	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	
1	-	-	181	34	-	-	-	30	55,0	4,0	61	
2	-	+	215	37	+	-	-	110	67,0	1,0	89	
3	+	-	196	43	-	+	-	80	64,0	2,8	84	
4	+	+	127	46	+	+	-	200	70,0	0,6	79	
5					-	-	+	60	64,5	4,5	69	
6					+	-	+	270	70,0	1,2	81	
7					-	+	+	90	67,0	2,1	85	
8					+	+	+	250	68,0	0,7	71	

Для наглядности интерпретации результатов строили частные сечения поверхности, представленной уравнением (1) и имеющей вид поверхности типа "минимакс", а при фиксированном (Y_1) - равно-сторонние гиперболы (см. рис.1). Из рисунка 1 следует, что атакуемость белков рисовой каши пепсином возрастает как при увеличении ρ и снижении τ , так и при снижении ρ и увеличении τ . Однако оптимизацию параметров ГТО риса необходимо вести в направлении уменьшения ρ и увеличения τ , так как оптимизация в этом случае не приведет к ухудшению цвета крупы, что подтверждается уравнением регрессии цвета (2).

Согласно рототабельному плану 2-го порядка получено квадратное уравнение:

$$Y_1 = 265 - 0,1X_1 + 2,37X_2 - 2,3X_1X_2 - 12,8X_1^2 - 15,30X_2^2, \quad (7)$$

$F_p(4,3) < F_T(6,6).$

Уравнение в каноническом виде:

$$Y_1 - 265,15 = -12,28X_1^2 - 15,81X_2^2. \quad (8)$$

Поверхность отклика в точке с координатами $X_1 = -0,012$ и $X_2 = 0,078$ имеет максимум и представляет эллиптический параболоид (см. рис.2). На основании рисунка 2 можно заключить, что оптимальные значения рассматриваемых факторов находятся в пределах:

$$\rho = 0,095-0,105 \text{ МПа}, \quad \tau = \text{I мин.}39 \text{ с.} - \text{I мин.}51 \text{ с.}$$

Результаты проведенных экспериментов показали (см. уравнения регрессии 3, 4, 6), что с ростом параметров ГТО гречихи возрастают атакуемость белков каши (Y_1) и выход ядрицы (Y_2), однако такое увеличение ограничивается изменением потребительских достоинств, которые ухудшаются. Поэтому дальнейшую оптимизацию проводили по показателям потребительских достоинств ядрицы.

Квадратное уравнение:

$$Y_4 = 94,71 - 1,54X_1 + 3,23X_2 - 0,635X_3 - 7,37X_1X_2 - 3,12X_1X_3 - 0,87X_2X_3 - 13,54X_1^2 - 8,76X_2^2 - 0,63X_3^2, \quad (9)$$

$F_p(1,5) < F_T(5,1).$

Уравнение в каноническом виде:

$$y_4 - 95 = -16x_1^2 - 7,3x_2^2 - 0,6x_3^2. \quad (10)$$

Поверхность отклика представляет собой эллипсоид вращения с вершиной в точке с найденными оптимальными координатами:

$\rho = 0,34$ МПа, $\tau = 5,6$ мин, $W = 12,73\%$. Методом перебора вариантов на ЭЦВМ "Наири-К", с учетом различной исходной влажности гречихи, получены следующие параметры ГТО: для гречихи - 13,0-14,0% - $\rho = 0,30$ МПа, $\tau = 5$ мин.; для гречихи с исходной влажностью выше 14,0% - $\rho = 0,25$ МПа, $\tau = 5$ мин.

Применение разработанного оптимального режима ГТО гречихи в производственных условиях приводит к увеличению продолжительности времени, необходимого на набор давления пара и увеличению расхода пара в процессе пропаривания. С целью исключения этих недостатков нами разработана "Установка для пропаривания зерна крупных культур", на которую получено положительное решение к выдаче а.с. № 2669029/28-13 (135483) от 18 июля 1979 г. На рисунке 3 показана "Установка для пропаривания зерна крупных культур". Основными отличительными признаками установки от существующего в промышленности пропаривателя Г.С. Неруша являются: дополнительный вертикальный сосуд 22 для пропаривания зерна; бункера I,20 с трубчатыми змеевиками 15,32; конденсатосборник 17 и система паропроводов II,12,28,29, позволяющая фракционировать вторичный пар на две фракции. Первая фракция, не содержащая конденсат, направляется из одного сосуда в другой (из А в Б и наоборот) на повторное пропаривание, а вторая, содержащая конденсат, направляется через трубчатые змеевики 15,32 для предварительного подогрева зерна в бункерах I,20. Имеющийся конденсатосборник 17 обеспечивает возврат в котельную отработанного конденсата, что дает значительную экономию расхода воды, уменьшает накипь в котлах и повышает длительность их работы. Применение в промышленности разработанной ус-

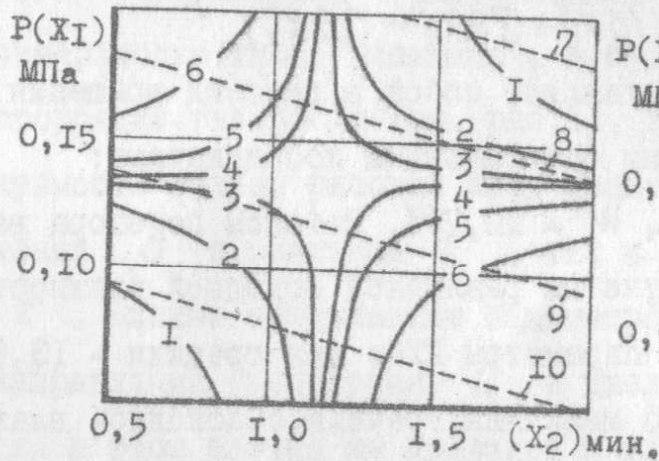


Рис.1. Зависимость атакуемости белков каши пепсином и цвета крупы от параметров ГТО риса. Значения А: 1 - 160; 2 - 180; 3 - 185; 4 - 187; 5 - 190; 6 - 200 и Ц: 7 - 44; 8 - 40; 9 - 36; 10 - 32.

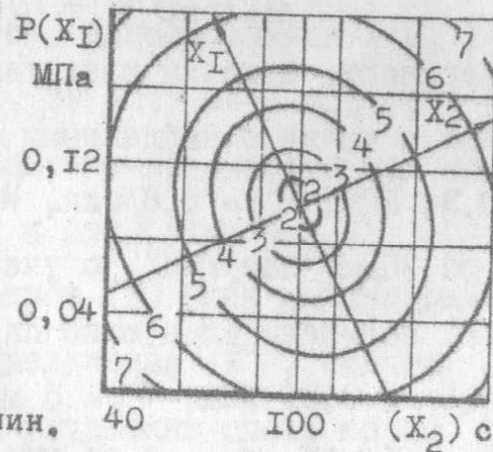


Рис.2. Поверхность отклика оптимизации параметров ГТО риса, А, мг/г·ч, белков каши: 1 - 265,15; 2 - 265; 3 - 264; 4 - 260; 5 - 255; 6 - 250; 7 - 245.

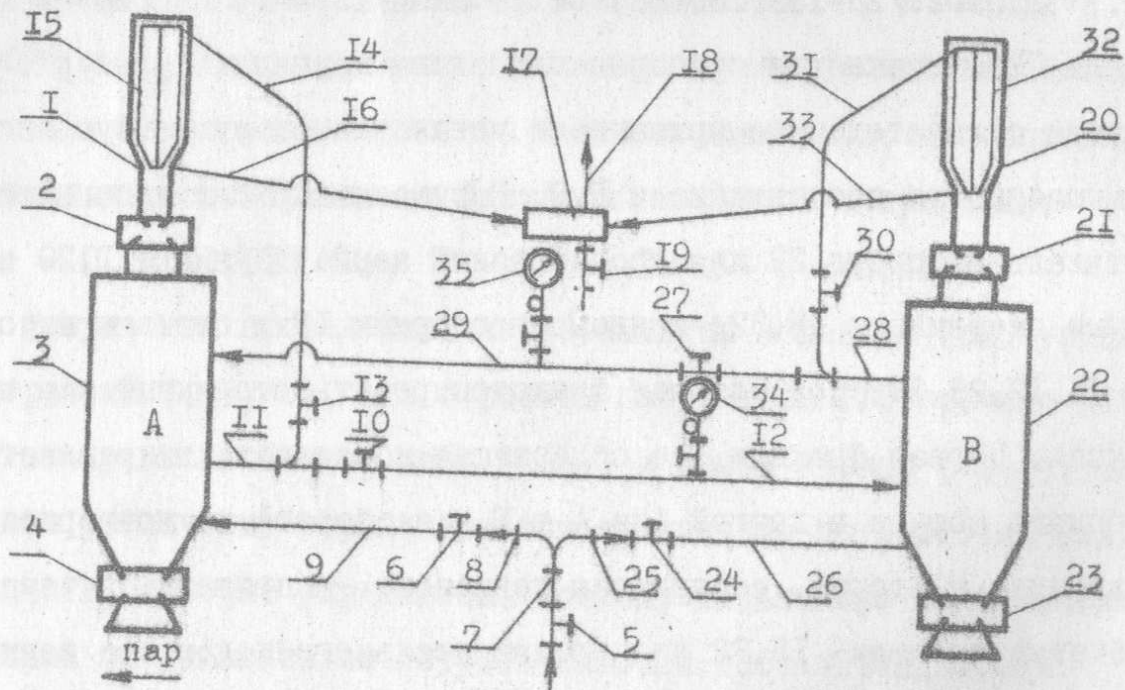


Рис.3. Технологическая схема работы "Установки для пропаривания зерна крупяных культур"

тановки для пропаривания зерна крупяных культур позволит утилизировать до 20% отработанного пара на технологические цели, интенсифицировать и стабилизировать процесс пропаривания.

4. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ГТО РИСА-ЗЕРНА И ГРЕЧИХИ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ КРУПЫ

Для возможности полного представления о качестве белка пропаренных круп важно, помимо перевариваемости, изучить изменения таких показателей, как фракционный и аминокислотный состав белков. Как видно из данных таблицы 2, ГТО гречихи практически не влияет на общее содержание азотистых веществ, но отражается на качественном составе белка. Для ГТО гречихи характерным является увеличение щелочерастворимой фракции, причем от роста величины теплового уровня обработки в прямой зависимости находится количественное увеличение щелочерастворимой фракции при одновременном снижении содержания трех остальных и увеличение азота плотного остатка. Увеличение щелочерастворимой фракции связано с тем, что водорастворимые белки ядрицы становятся менее способными растворяться в воде при денатурации, но хорошо растворяются в щелочи.

В пропаренной рисовой крупе происходит незначительное увеличение содержания общего азота, что связано с упрочнением ядра зерновки и изменением характера процесса шлифования, при этом наблюдается снижение растворимости всех фракций белка и увеличение азота плотного остатка.

Аминокислотный состав белков определяли на автоматическом анализаторе KLA - фирмы "Хитачи" (Япония). Установлено, что в результате ГТО риса в белках крупы происходит снижение содержания практически всех аминокислот. Содержание незаменимых снижается на 8,28%. ГТО гречихи не оказывает влияния на содержание следующих аминокислот: гистидина, аргинина, серина, треонина и приводит к снижению содержания незаменимых аминокислот в белках пропаренной

Таблица 2

Влияние ГТО риса-зерна и гречихи на фракционный состав белков крупы

Вид крупы и режим ГТО	Общий азот, % на СВ	Содержание азота, % от общего				
		водо-растворимого	соле-растворимого	спирто-растворимого	щелоче-растворимого	плотный остаток
Рисовая, без ГТО	1,41	8,30	11,80	8,90	62,30	8,80
Рисовая, $\rho = 0,1$ МПа, $\tau = 100$ с	1,47	5,20	4,50	3,35	60,06	26,89
Гречневая, без ГТО	2,40	37,70	15,20	14,00	14,20	18,90
Гречневая, $\rho = 0,25$ МПа, $\tau = 5$ мин.	2,36	20,76	10,40	9,89	36,80	22,15
Гречневая, $\rho = 0,35$ МПа, $\tau = 5$ мин.	2,31	17,70	9,80	9,80	37,30	25,40

крупы при производственном и оптимальном режимах в пределах 2,09–2,87%, что согласуется с результатами других исследователей (Е.В. Залеская, Е.М. Мельников, А.П. Нечаев).

Оценка биологической ценности белков рационов с включением пропаренных риса карго и гречневых круп на животных (собаках) показала, что их усвояемость выше, чем непропаренных, а коэффициенты переваримости, усвояемости и эффективности белка рациона с включением пропаренной гречневой крупы при оптимальном режиме в сравнении с производственным – выше соответственно на 5%, 2% и 0,75.

5. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА-РИСА И ГРЕЧИХИ НА УГЛЕВОДНЫЙ И ЛИПИДНЫЙ КОМПЛЕКСЫ КРУП

В результате ГТО риса-зерна и гречихи при разработанных оптимальных режимах установлены химические изменения в углеводном и липидном комплексах (см. табл. 3). ГТО риса-зерна и гречихи при производственном и оптимальном режимах приводит к переходу нативного крахмала в клейстеризованное состояние, частично гидролизует

и снижает его содержание соответственно на 1,6, 1,6 и 2,4% в сравнении с содержанием в непропаренной крупе. Соответственно атакуемость крахмала каши солодовой диастазой возрастает на 17,5; 70,05 и 80,74 мг мальтозы на 1 г СВ. Более высокая атакуемость крахмала пропаренной крупы при оптимальном режиме, в сравнении с производственным, объясняется в большей степени разрушением структуры отдельных крахмальных зерен гречневой крупы при более высоком тепловом уровне, что делает их более доступными действию солодовой диастазы.

При исследовании липидного комплекса установлено снижение содержания "сырого" жира, кислотного числа жира и активности липазы у образцов крупы, выработанных из риса-зерна и гречихи, подвергнутых ГТО. Содержание "сырого" жира у пропаренной рисовой крупы снижается на 0,12% в сравнении с непропаренной, что является следствием гидролитических процессов и взаимодействия липидов с белками и углеводами. При этом кислотное число жира снижается более, чем в два раза и происходит частичная инактивация липазы, что выражается снижением активности липазы на 0,40 мг NaOH на 10 г продукта.

Для образцов крупы, выработанных из гречихи, подвергнутых ГТО, характерно снижение содержания "сырого" жира, причем в большей степени для образца, обработанного при более высоком тепловом уровне (оптимальном режиме), в такой же зависимости находятся изменения показателей кислотного числа жира и активности липазы.

6. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РИСА-ЗЕРНА И ГРЕЧИХИ НА СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНОВ И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В КРУПЕ

В результате ГТО риса при оптимальных параметрах установлено увеличение содержания витаминов в крупе: B_1 на 32%; B_2 на 44%;

РР на 31% и минеральных веществ на 9,1% в сравнении с контролем. Увеличение содержания витаминов и минеральных веществ способствует повышению пищевой ценности пропаренной рисовой крупы.

ГТО гречихи при оптимальном и производственном режимах приводит к снижению содержания витаминов B_1 и B_2 в крупе соответственно на 12,0; 8,0 и 8,0; 5,0% в сравнении с непропаренной. Варка выравнивает потери витаминов в пропаренных крупах при оптимальном и производственном режимах, что позволяет считать уровень их сохранности в каше одинаковым.

7. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ГТО РИСА-ЗЕРНА И ГРЕЧИХИ НА СОХРАННОСТЬ КРУПЫ

Опытные образцы рисовой крупы хранили в нерегулируемых производственных условиях Одесской реалбазы при температуре воздуха 6-25°C и относительной влажности 65-75%.

Опытные образцы гречневой крупы хранили в производственных условиях Брянского завода при температуре воздуха 2-20°C и относительной влажности 65-75%.

Как видно из данных таблицы 3, влажность как рисовой, так и гречневой крупы способствовала сохранности круп и изменялась в зависимости от погодных условий.

Хранение пропаренной рисовой крупы в течение 14 месяцев практически почти не изменяет в ней содержание "сырого" жира, в то время как в непропаренной крупе оно снизилось на 0,17%, что является следствием гидролитических и окислительных процессов. Снижение содержания "сырого" жира взаимосвязано с изменениями таких показателей, как активность липазы и кислотное число жира. В непропаренной рисовой крупе при хранении в течение 14 месяцев наблюдается в большей мере рост активности липазы и кислотного числа жира в сравнении с пропаренной.

Аналогичные изменения в липидном комплексе наблюдаются и при

Таблица 3

Влияние режимов ГТО риса-зерна и гречихи на химический состав и активность липазы при хранении крупы

Вид крупы и режим ГТО	Длительность хранения, мес.	Влажность, %	Содержание, % на СВ	Общий азот	Крахмал	"Сырой" жир	Активность липазы, мг NaOH на 10 г продукта	Кислотное число жира, мг КОН	Атакуемость крахмала, солодовой диастазой, мг мальтозы на 1 г СВ
Рисовая, без ГТО	0	13,0	1,41	88,20	0,62	6,40	215,3	10,50	-
	6	12,4	1,41	87,80	0,62	8,45	-	57,60	-
	14	9,6	1,39	85,10	0,45	9,95	-	90,30	-
Рисовая, $P = 0,10$ МПа, $\tau = 1$ мин. 40с	0	12,0	1,47	86,60	0,50	5,80	232,8	5,18	-
	6	11,8	1,48	85,60	0,53	6,15	-	33,00	-
	14	9,2	1,46	83,10	0,41	8,15	-	64,40	-
Гречневая, без ГТО	0	11,90	2,40	74,20	3,38	9,30	126,00	15,04	-
	12	12,00	2,43	72,38	3,12	11,60	-	23,70	-
	21	13,60	2,45	70,37	2,74	12,30	-	36,00	-
Гречневая, $P = 0,25$ МПа, $\tau = 5$ мин.	0	12,20	2,36	72,60	3,28	3,45	196,05	7,80	-
	12	11,61	2,34	70,40	3,08	4,30	-	19,47	-
	21	12,40	2,32	69,20	2,85	4,95	-	29,80	-
Гречневая, $P = 0,35$ МПа, $\tau = 5$ мин.	0	11,80	2,31	71,80	3,12	2,45	206,74	6,46	-
	12	11,08	2,28	69,82	3,06	3,41	-	19,26	-
	21	12,00	2,28	68,90	2,78	4,18	-	28,00	-

хранении гречневой крупы (см. табл.3). Однако более высокий тепловой уровень при оптимальном режиме ГТО гречихи приводит в большей степени к снижению активности липазы, что и соответственно в большей мере замедляет в процессе хранения рост кислотного числа жира в сравнении с пропаренной крупой при производственном режиме и непропаренной. В процессе хранения гречневой крупы установлено, что при достижении кислотного числа жира 28 мг КОН происходит ухудшение вкусовых свойств и она становится непригодной к употреблению в пищу.

С изменениями липидного комплекса при хранении круп наблюдаются и изменения таких основных компонентов как крахмал и белок. При хранении как рисовой, так и гречневой круп общее содержание азотсодержащих веществ в них не изменяется, при этом происходит снижение растворимости всех фракций белков и увеличение азота плотного остатка.

В результате ГТО риса и гречихи происходит снижение содержания крахмала, причем более высокий тепловой уровень ГТО гречихи при оптимальном режиме и в большей мере снижает его содержание в крупе (см. табл.3). При хранении в непропаренных крупах наблюдается более значительное снижение содержания крахмала, чем в пропаренных, что связано с изменением микробиологической характеристики.

Характерным как для рисовой, так и гречневой круп является значительное снижение общего содержания бактерий и грибов в результате ГТО зерна (см. табл.4). В процессе хранения общее количество бактерий уменьшается главным образом за счет *Ps. herbicola* и по мере увеличения сроков хранения увеличивается относительное содержание плесневых грибов *Aspergillus* и *Penicillium*, причем в непропаренных крупах происходит более активное развитие грибов, чем в пропаренных, что отражается на потребительских достоинствах.

Таблица 4

Влияние режимов ГТО риса-зерна и гречихи на количественный и качественный состав микрофлоры крупы при хранении

Состав микроорганизмов	Количество микроорганизмов, тыс. на 1 г крупы при сроках хранения, мес.					
	я д р и ц а					
	начало			21		
	непро- парен- ная	$\rho = 0,25$ МПа, $\tau = 5$ мин.	$\rho = 0,35$ МПа, $\tau = 5$ мин.	непро- парен- ная	$\rho = 0,25$ МПа, $\tau = 5$ мин.	$\rho = 0,35$ МПа, $\tau = 5$ мин.
Бактерии	11,0	2,50	0,30	0,50	0,20	0,20
в том числе:						
<i>Ps. hervicola</i>	8,50	2,00	0,20	-	-	-
кокковые формы	2,50	0,50	0,10	0,50	0,20	0,20
Грибы	0,75	0,30	0,20	1,10	0,50	0,45
в том числе:						
<i>Aspergillus</i>	0,20	-	-	0,50	0,25	0,20
<i>Penicillium</i>	0,10	-	-	1,80	0,25	0,25
Прочие грибы	0,45	0,30	0,20	0,20	0,12	0,05
Дрожжи	0,80	-	-	-	-	-

рисовая крупа				
	начало		14	
	непро- парен- ная	$\rho = 0,10$ МПа, $\tau = 100$ с	непро- парен- ная	$\rho = 0,10$ МПа, $\tau = 100$ с
Бактерии	25,0	18,3	3,70	1,40
в том числе:				
<i>Ps. hervicola</i>	22,5	16,4	0,06	-
Спорообразующие	0,5	0,4	1,14	0,65
Кокковые формы	2,0	1,5	2,50	0,75
Грибы	1,5	0,6	3,20	1,10
в том числе:				
<i>Penicillium</i>	0,2	0,1	1,30	0,10
<i>Aspergillus</i>	0,3	0,3	1,60	0,90
Прочие грибы	1,0	0,2	0,30	0,10
Дрожжи	-	-	11,20	4,70

✓ 013484

Таблица 5
Влияние режимов ГТО зерна гречихи и риса на показатели потребительских достоинств круп при хранении

Вид крупы и режим ГТО	Продолжи- тельность хранения, мес.	Продолжи- тельность варки, мин.	Коэффи- циент привара	Органолептическая оценка			Общая оценка, балл	
				консис- тенция	вкус	цвет		
								запах
Ядрица непропаренная	0	38	4,00	16	32	12	20	80
	12	44	3,40	12	32	12	15	71
	21	47	2,80	12	16	12	10	50
Ядрица, $P = 0,25$ МПа, $t = 5$ мин.	0	25	3,75	20	40	12	20	92
	12	28	3,10	16	40	12	16	84
	21	32	2,40	12	24	12	10	58
Ядрица, $P = 0,35$ МПа, $t = 5$ мин.	0	21	3,75	20	40	15	25	100
	12	25	3,10	16	32	15	25	88
	21	29	2,80	16	24	12	12	64
Рисовая непропаренная	0	25	4,1	16	32	15	25	88
	9	40	3,1	16	32	15	20	83
	14	43	2,8	12	16	15	15	55
Рисовая, $P = 0,10$ МПа, $t = 100$ с	0	22	4,2	20	32	12	25	89
	9	32	3,5	16	32	12	20	76
	14	37	3,1	12	24	9	20	65
	15	38	3,0	12	16	9	20	57

Дегустация каши в процессе хранения показала, что непропаренная гречневая крупа после 18 месяцев хранения получила оценку ниже 60 баллов и не пригодна к употреблению в пищу. Крупа пропаренная при производственном режиме может храниться в течение 18-19 месяцев, а пропаренная при оптимальном — в течение 21 месяцев (см. табл.5). После 12 месяцев хранения непропаренная рисовая крупа получила оценку ниже 60 баллов, в то время как пропаренная становится непригодной к употреблению в пищу только после 14 месяцев хранения. При хранении рисовой и гречневой круп время их варки возрастает, а коэффициент привара уменьшается. Эти изменения связаны с процессами старения крахмала и агрегацией молекул белка.

Внедрение в условиях Брянского комбината хлебопродуктов оптимального режима ГТО гречихи позволило получить годовой экономический эффект 113,3 т.р. Согласно установленным допустимым срокам хранения составлена инструкция по хранению пропаренных рисовой и гречневой круп в производственных условиях.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. На основании применения математических методов планирования многофакторного эксперимента определены оптимальные параметры ГТО риса-зерна и гречихи с учетом исходной влажности зерна, показателей атакуемости белков каши пепсином (*in vitro*), переваримости и усвояемости белков (*in vivo*), потребительских свойств и стойкости круп при хранении в производственных условиях.

2. Оптимальными параметрами ГТО риса-зерна по показателям атакуемости белков каши пепсином и товарным свойствам крупы являются: $\rho = 0,095 \pm 0,105$ МПа, $\tau = 1 \text{ мин.} 39 \text{ с} + 1 \text{ мин.} 51 \text{ с}$.

3. С повышением параметров ГТО зерна гречихи происходит увеличение атакуемости белков каши пепсином и выхода ядрицы. Однако такое увеличение ограничивается ухудшением потребительских свойств

крупы. Оптимальными параметрами ГТО зерна гречихи по показателям потребительских достоинств крупы в зависимости от влажности зерна являются: для влажности до 13,0% - $\rho = 0,35$ МПа, $\tau = 5$ мин.; для влажности 13,0-14,0% - $\rho = 0,30$ МПа, $\tau = 5$ мин.; для влажности свыше 14,0% - $\rho = 0,25$ МПа, $\tau = 5$ мин.

4. ГТО риса-зерна при оптимальных параметрах вызывает снижение растворимости всех фракций белка крупы и увеличение азота плотного остатка: наблюдается наибольшее относительное снижение солерастворимой фракции на 7,30%, наименьшее - щелочерастворимой на 2,24%. При ГТО гречихи отмечено увеличение содержания щелочерастворимой фракции белка крупы в 2,5-2,6 раза и снижение содержания трех остальных фракций (альбуминов, глобулинов, проламинов) при одновременном увеличении азота плотного остатка от 3,25 до 6,50%.

5. В процессе хранения рисовой и гречневой круп общее количество азотсодержащих в них веществ не изменяется. Как для пропаренной, так и непропаренной рисовой крупы при хранении ее в течение 14 месяцев наблюдается наибольшее снижение растворимости щелочерастворимой фракции белка, наряду со снижением растворимости остальных фракций. Для пропаренных круп в сравнении с непропаренными в процессе хранения характерно снижение в меньшей степени растворимости водо- и солерастворимой фракций белка, что свидетельствует о более высокой сохранности биологически ценных фракций белка в пропаренных крупах.

6. В процессе хранения непропаренной рисовой крупы в течение 14 месяцев содержание "сырого" жира снижается на 0,17, в пропаренной - на 0,09%. Как для пропаренных, так и непропаренной гречневых круп, показатель кислотного числа жира в пределах до 28 мг КОН может служить качественным показателем допустимых сроков хранения.

7. Для рисовой крупы в процессе длительного хранения характерно преобладание грибов вида *Aspergillus*, для гречневой преобладающими являются грибы вида *Penicillium*. Для непропаренных рисовой и гречневой круп в сравнении с пропаренными характерно более активное развитие плесневых грибов и ухудшение потребительских свойств в процессе хранения.

8. Исходя из комплексной оценки показателей (микробиологической характеристики, биохимических свойств, потребительских достоинств) качества рисовой и гречневой круп в процессе производственного хранения допустимыми сроками хранения являются: для непропаренной рисовой крупы – 12 месяцев, для пропаренной рисовой крупы – 14 месяцев, для непропаренной гречневой крупы – 17 месяцев, для пропаренной гречневой крупы при производственном режиме – 19 месяцев, для пропаренной гречневой крупы при оптимальном режиме – 21 месяц.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Применение разработанного оптимального режима ГТО зерна гречихи в производственных условиях приводит к увеличению продолжительности времени, необходимого на набор давления пара и увеличению расхода пара на операцию пропаривания. Для исключения этих недостатков, а также с целью утилизации до 20% отработанного пара, интенсификации и стабилизации процесса пропаривания рекомендуется использовать установку для пропаривания зерна крупяных культур, на которую получено положительное решение к выдаче а.с. № 2669029 от 18 июля 1979 г.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах:

1. Исследование влияния гидротермической обработки зерна риса на переваримость и усвояемость крупы /[В.А. Яковенко, А.В. Заборовская, В.Д. Каминский, А.И. Яковенко]. – В кн.: Научные труды кафедры патофизиологии и биофизики. Одесский сельскохозяйственный

институт, 1975, с.248-253.

2. К оптимизации гидротермической обработки риса / [В.А. Яковенко, А.И. Яковенко, В.Д. Каминский, Т.С. Скрипченко]. - Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1976, № 2, с.42-44.

3. Пути повышения эффективности производства и качества гречневой крупы / [В.А. Яковенко, В.Д. Каминский, Ю.П. Мариненко, Г.В. Кленкова]. - Мукомольно-элеваторная и комбикормовая промышленность, 1976, № 5, с.18.

4. Яковенко В.А., Яковенко А.И., Каминский В.Д. Исследование влияния гидротермической обработки гречихи на биологическую ценность и потребительские достоинства крупы. - Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1976, № 5, с.64-65.

5. Яковенко В.А., Каминский В.Д., Яковенко А.И. Влияние гидротермической обработки гречихи на качество крупы. - В кн.: Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Научно-технический прогресс в зерноперерабатывающей промышленности", Одесса, 1977, с.26-27.

6. Влияние гидротермической обработки риса на биологическую ценность крупы / [В.А. Яковенко, В.Д. Каминский, В.Р. Файтельберг-Бланк, А.И. Яковенко]. - Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1977, № 1, с.67-69.

7. Влияние гидротермической обработки зерна риса на качество рисовой крупы / [В.А. Яковенко, Г.И. Евдокимова, В.Д. Каминский, В.И. Ловгач]. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР. НТРС. Мукомольно-крупяная промышленность, 1977, вып.3, с.19-21.

8. Яковенко В.А., Евдокимова Г.И., Каминский В.Д. Исследование влияния гидротермической обработки риса на биохимические свойства крупы и ее стойкость при хранении. - М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР. НТРС, Мукомольно-крупяная промышленность, 1977, вып.4, с.23-26.

9. Яковенко В.А., Каминский В.Д. Влияние режимов гидротермической обработки гречихи и хранения на липидный комплекс и микрофлору крупы. - Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1977, № 6, с.48-52.

10. Яковенко В.А., Каминский В.Д. Дослідження впливу гидротермічної обробки гречки на біологічну цінність і споживчу вартість круп. Ш Український біохімічний збірник. Стенодова доповідь. Донецьк, 1977.

II. Яковенко В.А., Каминский В.Д. Влияние режимов гидротермической обработки зерна гречихи на качество крупы при хранении. — М.: ЦНИИТЭИ Минзага СССР. НТРС, Мукомольно-крупяная промышленность, 1978, вып. I, с. 23-26.

I2. Яковенко В.А., Каминский В.Д., Яковенко А.И. Влияние гидротермической обработки риса-зерна на пищевую ценность крупы. — Известия вузов СССР. Пищевая технология, 1978, № 4, с. 56-59.

I3. Яковенко В.А., Каминский В.Д., Яковенко А.И. Оптимизация процесса гидротермической обработки гречихи. — М.: ВИНТИ, Депонированные рукописи. 1978, № 4, с. 132.

I4. Яковенко В.А., Каминский В.Д. Исследование стойкости в хранении пропаренной рисовой крупы. Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции "Пути сохранения сельскохозяйственной продукции", Одесса, 1978, с. 123-126.

I5. Установка для пропаривания зерна крупяных культур / [В.Д. Каминский, В.А. Яковенко, А.И. Яковенко и др.] .— Положительное решение к выдаче а.с. № 2669029/28-13 (135483) от 18 июля 1979 г.