

Автореф.

Є 15

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

Аспирант Г. И. ЕВДОКИМОВА

**ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ЗЕРНА КУКУРУЗЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ
И ТОВАРНЫЕ СВОЙСТВА КРУПЫ**

05.375 — Хранение зерна (элеваторно-складское хозяйство)

Диссертация написана на русском языке

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ОДЕССА — 1972

Аспирант Г. И. ЕВДОКИМОВА

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ЗЕРНА КУКУРУЗЫ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ
И ТОВАРНЫЕ СВОЙСТВА КРУПЫ

05.375 — Хранение зерна (элеваторно-складское хозяйство)

Диссертация написана на русском языке

Перечет 1987

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

г. в. 11963

Одесский технологический
институт пищевой промыш-
ленности им. М. В. Ломоносова
Б И Б Л И О Т Е К А

ОНАХТ

21.12.1

ОДЕССА — 1972

Влияние гидротермиче



v011963

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

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ —

кандидат технических наук, доцент *В. А. ЯКОВЕНКО*.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор химических наук, профессор *М. С. ДУДКИН*,
кандидат технических наук *П. П. ТАРУТИН*.

Оппонирующая организация — Ворошиловградский комбинат хлебопродуктов.

Автореферат разослан « . . . »

1972 г.

Защита диссертации состоится «*26*» *мая* 1972 г.
на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Ваши отзывы в 2-х экземплярах просим присылать по адресу:
г. Одесса, ГСП-510, ул. Свердлова, 112. Технологический институт пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова.

Ученый секретарь Совета

Л. А. Запорожец

ВВЕДЕНИЕ

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. предусматривается повышение эффективности всех отраслей производства, улучшение качества и расширение ассортимента вырабатываемых пищевых продуктов. В связи с этим перед крупяной промышленностью стоит задача эффективного использования природных ресурсов зерна на основе совершенствования технологии его переработки.

Применение в крупяном производстве гидротермической обработки зерна открывает широкие перспективы в совершенствовании технологии, сокращении производственного цикла выработки крупы и улучшении ее качества.

Широкому внедрению гидротермической обработки зерна крупяных культур на отечественных предприятиях способствовали исследования, проведенные Я. Н. Куприцом, П. П. Тарутиным, Н. И. Соседовым, Н. В. Роменским, П. Г. Гусевым, И. И. Ленарским и др.

Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных ученых — В. Л. Кретовича, Е. Д. Казакова, Е. П. Козьминой, Н. П. Козьминой, М. И. Княгиничева, Г. А. Егорова, М. Е. Гинзбурга, А. П. Склярченко, В. В. Смирновой, В. Т. Любушкина, И. П. Салун, М. Рорлиха, В. Хофнера, Х. Берингера и др. установлено изменение технологических, физико-химических и биохимических свойств зерна под воздействием гидротермической обработки.

Исследования влияния гидротермической обработки в процессе производства крупы на биохимические свойства производились, в основном, на зерне гречихи, овса, проса, риса, гороха, при этом режимы гидротермической обработки применялись различные. Влияние гидротермической обработки на изменение биохимических свойств кукурузной крупы изучено вовсе недостаточно. В частности, это относится к иссле-

дованию основных компонентов кукурузной крупы — крахмала и белка. Имеющиеся литературные данные по гидротермической обработке этих круп не дают определенного ответа на вопрос о влиянии ее на белковый комплекс, состояние которого определяет пищевую ценность продукта. Отсутствуют исследования физико-химических свойств крахмала, тесно связанных с кулинарными качествами крупы.

Исходя из вышеизложенного, целью настоящего исследования является изыскание оптимальных режимов гидротермической обработки зерна, обеспечивающих как повышение выхода кукурузной крупы, так и сохранение ее пищевых достоинств.

В соответствии с целью работы поставлены следующие задачи:

1. Изучить влияние режимов гидротермической обработки на изменение технологических свойств зерна кукурузы и потребительских достоинств крупы.

2. Исследовать изменение белкового комплекса кукурузной крупы в зависимости от параметров гидротермической обработки.

3. Изучить физико-химические свойства крахмала кукурузной крупы, полученной из пропаренного зерна.

4. Исследовать влияние гидротермической обработки на стойкость кукурузной крупы при хранении.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, общих выводов, изложена на 199 страницах машинописного текста, содержит 49 таблиц и 24 рисунка. Список использованной литературы включает 290 наименований, в том числе 77 — зарубежных авторов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве основных объектов исследования взяты наиболее распространенные районированные сорта и гибриды кукурузы с учетом различия физико-технологических свойств: кремнистая — Грушевская-Одесская и зубовидная — ВИР-42. Кроме этого, исследования проведены также и на других типах кукурузы: зубовидные — Одесская 50, Опак 2 (с повышенным содержанием лизина), полузубовидный — Одесская 27, лопающийся — Днепровский 921, выращенных на опытных полях Всесоюзного селекционно-генетического института урожая 1969 года.

Гидротермическую обработку зерна кукурузы производили в горизонтальном шнековом пропаривателе при давлении

насыщенного пара 0,5; 1,5; 2,2 атм и продолжительности пропаривания 3, 5 и 10 мин.

Подготовка зерна к переработке состояла в увлажнении, отволаживании, пропаривании, охлаждении и сушке. Подготовленное зерно кукурузы перерабатывали посредством шелушения, дробления, шлифования и сортирования по лабораторной схеме технологического процесса в пятиномерную шлифованную крупу.

В качестве контроля во всех опытах использовали крупу, полученную из зерна, не подвергавшегося гидротермической обработке.

Таблица 1

Показатели оценки результатов опытов

Физические показатели зерна	Технологические показатели	Биохимические показатели крупы	Показатели оценки хранения крупы
<p>1. Влажность</p> <p>2. Масса 1000 зерен</p> <p>3. Объемная масса</p> <p>4. Соотношение анатомических частей.</p>	<p>1. Выход крупы (в том числе по номерам) и зародышевого продукта.</p> <p>2. Потребительские достоинства крупы: продолжительность варки, коэффициент развариваемости, цвет, запах, вкус, консистенция.</p>	<p>1. Содержание: крахмала, „сырого“ протеина, „сырого“ жира, „сырой“ клетчатки, зольных веществ, минерального состава золы, декстринов, сахаров, водорастворимых веществ.</p> <p>2. Белковый комплекс:</p> <p>а) фракционный состав и электрофоретические свойства,</p> <p>б) аминокислотный состав,</p> <p>в) атакуемость белков пищеварительными ферментами.</p> <p>3. Физико-химические свойства крахмала: гигроскопичность, вязкость, молекулярный вес, периодатное окисление, синее число, набухаемость и растворимость, атакуемость ферментами.</p>	<p>1. Кислотность.</p> <p>2. Кислотное число жира.</p> <p>3. Количественный и качественный состав микрофлоры.</p>

Оценку результатов исследований проводили по показателям, приведенным в табл. 1. Результаты экспериментальных исследований обработаны методами математической статистики.

Влажность, массу 1000 зерен, объемную массу определяли по ГОСТу. Соотношение анатомических частей зерновки кукурузы — по Л. А. Овчар. Руководствуясь «Правилами организации и ведения технологического процесса на крупозаводах», производили расчет выходов крупы и отходов производства. Потребительские достоинства крупы оценивали по общепринятым методикам.

Химические свойства крупы исследовали: крахмал — по Эверсу; «сырой» протеин — по Кьельдалю; «сырой жир» — по обезжиренному остатку; «сырую» клетчатку — методом Геннеберга и Штомана в модификации П. В. Попова; зольные вещества — путем прямого сжигания без ускорителей; минеральный состав золы — методом эмиссионного спектрального анализа с построением градуировочных графиков.

Фракционирование белков производили по методике А. И. Ермакова с сотрудниками, белковый и небелковый азот — по В. Г. Клименко; электрофорез белков на полиакриламидном геле — по Орнштейну и Девису; на крахмальном геле — по А. А. Созинову и Ф. А. Попереля; аминокислотный состав белков — хроматографией на бумаге; атакуемость белков протеолитическими ферментами — по А. А. Покровскому и И. Д. Ертанову. О скорости ферментативного гидролиза белков судили по приросту оптической плотности центрифугатов, измеряемой в спектрофотометре СФ-4а при 280 мкм.

Крахмал выделяли из крупы методом «завод на столе», разработанным ВНИИКП. Гигроскопичность крахмала определяли путем увлажнения его в эксикаторе парами воды, налитой на его дно при 20°C; вязкость клейстеров различной концентрации — с помощью вискозиметра Гепплера с падающим шариком, предельное число вязкости находили экстраполяцией прямолинейной зависимости приведенной удельной вязкости от концентрации, молекулярный вес — методом Хагедорна—Иенсона, содержание амилозы — методом «йодносинего числа» по М. И. Смирновой-Иконниковой, периодатное окисление — по Андерсону с сотр.; набухаемость — по Шоху, растворимость — в процентах к сухому крахмалу; атакуемость нативного крахмала — измененным методом З. Ф. Фалуниной и Р. Г. Рахманкуловой, атакуемость изоли-

рованного крахмала — модифицированным методом М. И. Княгиничева и Т. М. Горелкиной.

Об изменениях, происходящих в крупе при хранении, судили по изменению кислотности (по болтушке), кислотного числа жира (по методу ВНИИЗ), а также по количественному и качественному составу микрофлоры.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ, ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ И ПИЩЕВЫХ ДОСТОИНСТВ КРУПЫ

Экспериментальные данные, представленные в табл. 2, показывают, что гидротермическая обработка кукурузы увеличивает общий выход крупы, в том числе крупной фракции, снижает количество отходов при дроблении и шлифовании, повышает эффективность отделения зародыша. Так, при обработке зерна кукурузы Грушевская-Одесская повышение давления пара и продолжительности пропаривания привело к увеличению общего выхода крупы на 1,1—5,4%, с одновременным увеличением более ценной крупы (№ 1, 2) на 1,5—13,9% при снижении выхода побочных продуктов на 1,4—8,3%. Выход зародышевого продукта повышается на 2,9%.

Таблица 2

Влияние режимов гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская на выход крупы (в процентах)

Режимы гидротермической обработки зерна		Общий выход крупы	В том числе по номерам крупы согласно ГОСТ 6002—69					Мучка, мука и отруби	Зародышевый продукт	Усушка
давление пара, Рати	продолжительность пропаривания, τ мин.		1	2	3	4	5			
Контроль		47,6	3,4	9,0	5,4	21,7	8,1	41,8	10,1	0,5
0,5	3	48,7	3,8	10,1	6,2	20,7	7,9	40,4	10,4	0,5
0,5	5	49,2	4,6	10,5	7,3	19,6	7,2	39,7	10,6	0,5
0,5	10	50,0	5,6	12,2	7,8	17,5	6,9	38,6	10,9	0,5
1,5	3	52,0	7,4	16,8	8,3	12,9	6,6	35,7	11,8	0,5
1,5	5	52,3	7,5	16,8	8,6	12,9	6,5	35,4	11,8	0,5
1,5	10	52,5	7,5	17,0	9,0	13,1	5,9	35,0	12,0	0,5
2,2	3	51,8	7,4	17,1	8,8	12,4	6,1	35,5	12,2	0,5
2,2	5	52,5	7,8	17,4	9,2	12,3	5,8	34,5	12,5	0,5
2,2	10	53,0	8,3	18,0	9,5	11,8	5,4	33,5	13,0	0,5

Из полученных экспериментальных данных о влиянии типовых особенностей зерна кукурузы на изменение его технологических свойств при гидротермической обработке установлено, что независимо от типа, характер изменения технологических свойств подобен. Обработка паром зерна всех исследованных типов улучшает его технологические свойства. Как показали дальнейшие исследования, оптимальным режимом гидротермической обработки по технологическим и биохимическим показателям является — давление пара 1,5 *ати* и продолжительность пропаривания 3 мин. Вследствие чего другие сорта и гибриды кукурузы пропаривали при данном режиме.

Наибольший эффект получен при переработке зерна Днепровский 921, у которого общий выход крупы увеличивается на 4,7%, в том числе крупы № 1 и 2 — на 7,3%, за счет снижения выхода побочных продуктов на 6%.

Таблица 3

Влияние гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская на изменение потребительских достоинств крупы

Режимы обработки	№ крупы	Время варки, мин.	Кoeffициент развариваемости	Качество каши			
				консистенция	цвет	вкус	запах
Контроль	1	45	3,8	полурассыпчатая	желтый	нормальный	специфический кукурузный
	2	40	4,0				
	3	35	4,1				
	4	25	4,3				
	5	20	4,5				
0,5 <i>ати</i> 3 мин.	1	45	4,0	полурассыпчатая	желтый	нормальный	специфический кукурузный
	2	40	4,1				
	3	35	4,3				
	4	25	4,4				
	5	20	4,5				
1,5 <i>ати</i> 3 мин.	1	35	4,3	рассыпчатая	желтый	нормальный	приятный
	2	30	4,4				
	3	25	4,5				
	4	17	4,8				
	5	14	5,3				
2,2 <i>ати</i> 10 мин.	1	24	4,5	рассыпчатая	желтый	нормальный	приятный
	2	19	4,7				
	3	16	4,9				
	4	13	5,5				
	5	10	6,2				

Полузубовидный гибрид Одесская 27 обладает лучшими технологическими данными, чем зубовидные — ВИР-42 и Одесская 50, но несколько худшими, чем кремнистые.

Более низкие технологические показатели зерна кукурузы Опак 2 при переработке в крупу объясняются в значительной степени мучнистой структурой эндосперма по сравнению с зерном других гибридов.

Гидротермическая обработка оказывает влияние на потребительские достоинства крупы. Сокращается время варки, улучшается консистенция каши от вязкой до рассыпчатой, увеличивается коэффициент развариваемости (табл. 3).

Экспериментальные данные об изменении химического состава крупы под воздействием гидротермической обработки (табл. 4) показали, что данная обработка не оказывает существенного влияния на количественное содержание общего белка во всех исследуемых типах кукурузы. Содержание

Таблица 4

Влияние гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская на химический состав крупы

Режимы обработки	№ крупы	„Сырой“ протеин (№ x 6,25)	Крахмал	„Сырой“ жир	„Сырая“ клетчатка	Зола
		% на СВ				
Контроль	1	11,50	84,3	0,90	0,40	0,24
	2	11,70	83,7	1,04	0,46	0,27
	3	11,68	82,5	1,13	0,47	0,34
	4	12,10	82,5	1,52	0,57	0,55
	5	12,00	80,0	1,97	0,81	0,75
0,5 ати 3 мин.	1	12,00	83,9	0,88	0,43	0,26
	2	12,00	83,6	1,00	0,45	0,29
	3	12,40	82,1	1,11	0,51	0,32
	4	12,00	81,9	1,48	0,60	0,57
	5	12,05	79,6	1,91	0,82	0,75
1,5 ати 3 мин.	1	12,30	82,7	0,80	0,47	0,27
	2	12,30	82,0	0,99	0,53	0,31
	3	12,40	81,5	1,06	0,52	0,33
	4	12,40	81,1	1,40	0,63	0,55
	5	12,30	79,4	1,72	0,85	0,76
2,2 ати 10 мин.	1	12,40	76,9	0,74	0,51	0,31
	2	12,50	77,1	0,92	0,55	0,33
	3	12,40	76,2	0,98	0,57	0,39
	4	12,40	72,1	1,24	0,69	0,59
	5	12,50	71,9	1,55	0,89	0,80

крахмала в крупе уменьшается на 2—4%, в основном, за счет его декстринизации. Об этом свидетельствует увеличение количества декстринов и сахаров. В пропаренной крупе всех номеров наблюдалось последовательное снижение содержания жира по сравнению с контролем за счет лучшего выделения зародыша после гидротермической обработки зерна. Содержание клетчатки и зольность крупы изменяются незначительно.

Гидротермическая обработка способствует повышению в крупе содержания водорастворимых веществ, микро- и макроэлементов, что повышает ее пищевую ценность. Увеличение содержания минеральных веществ (табл. 5) в результа-

Таблица 5

Содержание макро- и микроэлементов в крупе зерна кукурузы (до и после ГТО) по данным эмиссионного спектрального анализа (в мг на 100 г сухого вещества)

Гибрид, сорт	Режимы обработки зерна	Зольность в %	Макроэлементы												
			P	K	Mg	Ca	Na	Si							
Грушевская-Одесская	Контроль	0,30	65,10	30,00	21,00	6,10	6,00	3,10							
	1,5 ати 3 мин.	0,36	90,00	45,00	34,20	7,20	7,20	4,00							
Днепроvский 921	Контроль	0,48	110,40	52,80	45,12	10,56	8,64	4,80							
	1,5 ати 3 мин.	0,59	159,06	72,90	66,00	13,20	13,20	6,40							
Гибрид, сорт	Режимы обработки зерна	Зольность в %	Микроэлементы												
			Al	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Co	Mo	B	Ti	Cr	Sn	Pb
Грушевская-Одесская	Контроль	0,30	0,60	0,63	0,15	0,24	1,20	0,01	0,002	0,003	0,24	0,03	0,01	0,02	0,002
	1,5 ати 3 мин.	0,36	0,72	0,79	0,18	0,32	3,60	0,02	0,004	0,01	0,36	0,18	0,02	0,04	0,004
Днепроvский 921	Контроль	0,48	1,01	1,10	0,19	0,19	1,90	0,02	0,003	0,005	0,29	0,05	0,02	0,05	0,005
	1,5 ати 3 мин.	0,59	1,32	1,32	0,33	0,26	4,60	0,03	0,007	0,01	0,40	0,33	0,03	0,07	0,007

те гидротермической обработки зерна, по-видимому, связано с процессом миграции минеральных веществ в зону эндосперма из зародыша и оболочек.

II. ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА БЕЛКОВЫЙ КОМПЛЕКС КРУПЫ

1. Фракционный состав и электрофоретические свойства белков крупы

Гидротермическая обработка, практически не влияющая на общее количество азотсодержащих веществ, отражается на качественном составе белков крупы, уменьшая растворимость отдельных фракций, что, очевидно, связано с постепенно возрастающим тепловым уплотнением белка по мере повышения режимов обработки зерна. Так, при повышении давления пара от 0,5 до 2,2 *ати* и продолжительности пропаривания с 3 до 10 мин. количество общего растворимого азота в крупе из зерна кукурузы Грушевская-Одесская соответственно снижается на 2,59—24,52% (табл. 6).

Таблица 6

Влияние режимов гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская на изменение фракционного состава белков крупы

Режимы обработки зерна		Общий азот, % СВ	Содержание азота, % от общего						плотного остатка
давление пара, <i>Рати</i>	продолжительность пропаривания, τ мин.		водорастворимого		соле-растворимого	спирто-растворимого	щелочерастворимого	сумма белковых фракций	
			небелкового	белкового					
Контроль . . .		1,81	2,39	3,62	4,42	53,7	24,8	86,54	11,07
0,5	3	1,84	2,45	3,55	4,40	51,5	24,5	83,95	13,60
0,5	5	1,86	2,61	3,37	4,37	49,7	24,5	81,94	15,45
0,5	10	1,88	2,78	3,18	4,36	46,4	24,2	78,14	19,08
1,5	3	1,83	3,34	2,63	4,35	44,6	24,0	75,58	21,08
1,5	10	1,87	3,35	2,38	3,63	42,2	20,4	68,61	23,04
2,2	10	1,85	3,39	2,11	3,21	37,8	18,9	62,02	34,59

С повышением режимов гидротермической обработки зерна от 0,5 до 1,5 *ати* в течение 3 мин. наблюдается незначительное снижение водо-, соле- и щелочерастворимых белков. При увеличении экспозиции пропаривания до 10 мин. и давления пара до 2,2 *ати* отмечено значительное снижение всех

белковых фракций крупы при одновременном увеличении неизвлекаемых белков плотного остатка вследствие их тепловой денатурации. Полученные данные согласуются с результатами исследований других авторов (В. Л. Кретович, Е. Н. Рязанцева, В. В. Пономарев, Г. А. Лифанова, Т. Б. Дарканбаев, И. Рахимбаев).

Содержание зеиновой фракции в крупе уменьшается на 2,2—15,9%.

Исследование фракционного состава не показало различий между гибридами, за исключением сорта Опак 2, у которого водо- и солерастворимая фракции повышены более чем в 3 раза и более чем в 2 раза уменьшена спирторастворимая фракция (табл. 7).

Таблица 7

Влияние гидротермической обработки различных типов кукурузы на фракционный состав крупы

Гибрид (сорт)	Режим обработки зерна		Общий азот, % СВ	Содержание азота, % от общего						
	давление пара, Рати	продолжительность пропаривания, τ мин.		водорастворимого		солерастворимого	спирторастворимого	щелочерастворимого	сумма белковых фракций	плотного остатка
				небелкового	белкового					
Днепро-ский 921	Контроль		2,28	1,60	2,74	4,19	59,0	21,0	86,93	11,47
	1,5 3		2,32	1,95	2,32	4,15	52,8	19,8	79,07	18,98
Одесская 27	Контроль		1,78	1,84	3,44	4,48	52,3	27,8	88,02	10,14
	1,5 3		1,82	2,09	3,02	4,30	44,2	26,5	78,02	19,89
Одесская 50	Контроль		1,81	1,89	3,36	4,58	51,0	29,7	88,64	9,47
	1,5 3		1,84	2,21	2,87	4,47	44,0	28,9	80,24	17,55
ВИР-42	Контроль		1,83	1,70	3,51	4,51	48,9	28,6	85,52	12,78
	1,5 3		1,80	2,07	2,99	4,42	42,6	27,8	77,51	20,12
Опак 2	Контроль		1,78	15,83	10,87	7,18	28,2	25,4	67,66	12,12
	1,5 3		1,83	20,76	3,54	6,96	21,1	24,6	56,20	23,04

Естественно предположить, что уменьшение растворимости белков в результате водно-теплового воздействия должно было оказать влияние на электрофоретические свойства белковых фракций. Поэтому нами исследованы электрофоретические свойства белков водо- и спирторастворимой фракций. Как показали электрофоретические исследования (рис. 1), в образцах, подвергнутых гидротермической обработке, в водорастворимой фракции белков крупы отсутствовали некото-

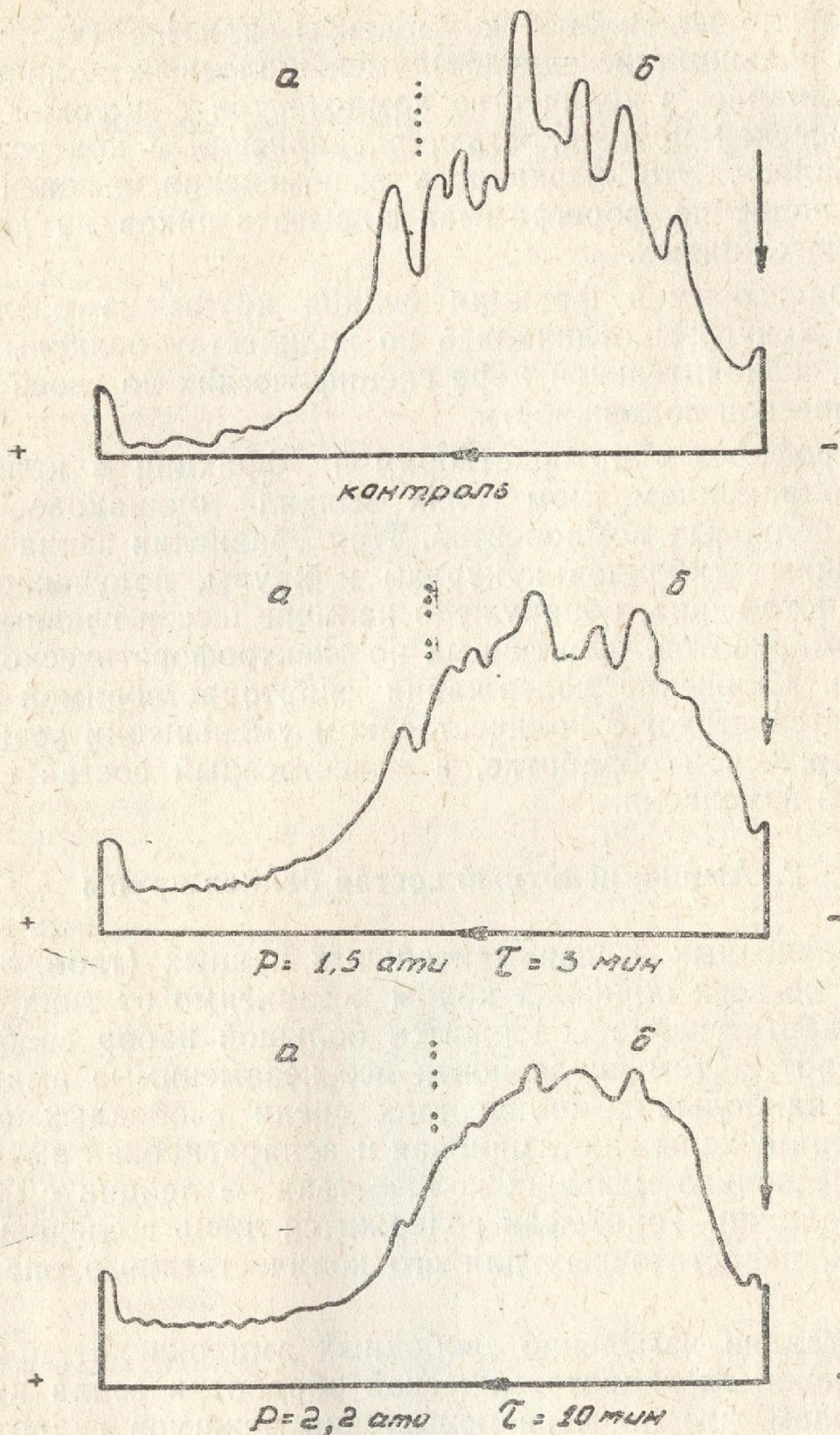


Рис. 1. Денситометрические кривые электрофореграмм водорастворимой фракции белков крупы кукурузы Грушевская-Одесская:

- а) быстро перемещающиеся компоненты;
- б) медленно перемещающиеся компоненты;
- ← направление перемещения компонентов белка;
- ↓ место нанесения белка.

рые медленно подвижные компоненты или же (что наблюдалось в большинстве случаев) уменьшалось их количественное содержание, а количество компонентов с высокой электрофоретической подвижностью, в сравнении с контролем — увеличивалось. Это выразилось в изменении интенсивности окраски полос на фореграммах и высоте пиков на денситометрических кривых.

Водорастворимая фракция белков крупы из различных гибридов кукурузы отличалась по количеству белковых компонентов, в значительной мере специфических по своей электрофоретической подвижности.

Электрофорез спирторастворимой фракции в крахмальном и полиакриламидном гелях выявил одинаковое число сходных белковых компонентов. При сравнении зеина крупы из различных гибридов кукурузы и крупы, полученной из пропаренного зерна, обнаружено наличие шести главных белковых компонентов, идентичных по электрофоретической подвижности. Снижение содержания спирторастворимой фракции свидетельствует о количественном уменьшении зеина при гидротермической обработке, а качественный состав его остается без изменения.

2. Аминокислотный состав белков крупы

Из полученных экспериментальных данных (табл. 8) следует, что во всех образцах крупы независимо от типа и способа обработки зерна содержится большой набор свободных аминокислот, в том числе почти все незаменимые аминокислоты. В наибольших количествах среди свободных аминокислот обнаружены глютаминовая и аспарагиновая аминокислоты, в несколько меньших количествах — лейцин с изолейцином и аланин. Триптофан содержится лишь в следовых количествах, недостаточных для его количественного определения.

Сопоставляя изменение свободных аминокислот при различных режимах гидротермической обработки зерна кукурузы, отмечаем, что по мере повышения режимов гидротермической обработки зерна, содержание свободных аминокислот в крупе увеличивается и достигает максимума при давлении пара 1,5 *ати* и продолжительности пропаривания 3 мин. Так, общая сумма всех свободных аминокислот в крупе из кукурузы Грушевская-Одесская в контроле составляла 42,51 мг%, в том числе 13,49 мг% незаменимых, а при давлении пара

1,5 ати и продолжительности пропаривания 3 мин. возросла соответственно до 60,83 и 19,43 мг%.

Таблица 8.

Влияние гидротермической обработки зерна кукурузы на содержание свободных аминокислот в крупе

Аминокислота или амид	Грушевская — Одесская				Днепропетровский 921		Опак 2	
	конт-роль	0,5 ати 5 мин.	1,5 ати 3 мин.	2,2 ати 10 мин.	конт-роль	1,5 ати 3 мин.	конт-роль	1,5 ати 3 мин.
Свободные аминокислоты, мг % СВ								
Цистин	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	5,12
Орнитин	2,35	2,46	2,55	2,14	1,24	1,92	5,24	7,63
Лизин	0,94	1,30	1,42	1,12	0,92	1,05	4,01	10,10
Гистидин	2,08	2,75	3,03	2,19	1,58	1,71	18,82	26,18
Аспарагин	не обн.	не обн.	2,49	не обн.	не обн.	не обн.	51,62	61,98
Аргинин	0,97	1,26	1,52	1,12	0,48	0,64	1,95	2,01
Глютамин	сл.	0,64	0,90	0,74	сл.	сл.	сл.	3,84
Аспарагиновая кислота	4,41	4,58	5,67	5,01	4,59	4,81	35,05	52,16
Серин	1,29	1,79	2,62	2,07	1,12	2,32	8,99	15,43
Глицин	2,45	2,57	2,79	2,34	1,39	2,01	4,30	6,41
Глютаминовая кислота	9,50	10,15	10,68	10,30	7,12	8,68	33,35	51,24
Треонин	1,39	1,41	2,29	1,63	0,78	1,94	10,98	11,86
Аланин	2,97	3,98	5,53	4,17	3,50	4,12	26,04	26,24
Пролин	обн.	обн.	обн.	обн.	обн.	обн.	обн.	обн.
Тирозин	1,84	2,29	2,63	2,41	1,56	1,72	10,08	11,31
Триптофан	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.
γ-Аминомасляная кислота	1,16	0,86	0,99	0,91	1,52	1,58	9,74	13,03
Метионин	1,85	2,45	3,27	2,70	1,65	1,87	1,87	3,30
Валин	3,51	3,67	4,10	3,55	3,34	3,70	22,11	27,13
Фенилаланин	1,73	2,20	3,27	1,68	1,45	1,54	13,11	13,19
Лейцин + изолейцин	4,07	4,62	5,08	4,25	3,42	4,48	18,68	18,92
Сумма незаменимых	13,49	15,65	19,43	14,93	11,56	14,58	70,76	84,50
Общая сумма	42,51	47,98	60,83	48,33	35,66	44,09	275,94	367,08
% %	100	112,9	143,1	113,7	100	123,6	100	133,1

По-видимому, при мягких режимах обработки нарастание небелкового азота и свободных аминокислот происходит за счет повышения активности протеолитических ферментов, которые при коротких экспозициях не были инактивированы. При повышении давления пара до 2,2 ати и продолжитель-

ности пропаривания до 10 мин. в крупе из кукурузы Грушевская-Одесская наблюдалось значительное снижение содержания свободных аминокислот. Характерно, что по всем свободным аминокислотам при наиболее жестком режиме не наблюдалось их снижения ниже контроля. Вероятно, при более жестком режиме обработки ферменты уже частично (или почти полностью) инактивировались и потому накопление аминного азота снижалось.

Аналогичные закономерности имеют место при исследовании содержания свободных аминокислот в крупе из зерна кукурузы Днепровский 921 и Опак 2. Содержание большого количества свободных аминокислот в крупе из зерна Опак 2 связано с тем, что данная крупа получена из зерна восковой спелости. В этой крупе кроме вышеперечисленных аминокислот содержатся в больших количествах гистидин, γ -аминомасляная кислота, валин, а также большое количество амида аспарагина, который не обнаружен в других гибридах, за исключением крупы из зерна Грушевская-Одесская при давлении пара 1,5 *ати* и продолжительности пропаривания 3 мин. Цистин в свободном состоянии обнаружен только в крупе Опак 2 при давлении пара 1,5 *ати* в течение 3 мин.

Опыты с крупой (без предварительного отделения свободных аминокислот) показали, что гидротермическая обработка существенно не влияет на изменение общего аминокислотного состава. Полученные данные подтверждают ранее проведенные исследования В. А. Яковенко и др. (1970), Д. С. Злотникова (1964) и других.

3. Влияние гидротермической обработки на атакуемость белков кукурузной крупы пищеварительными ферментами

Учитывая вышеотмеченные изменения фракционного и аминокислотного состава, представлялось необходимым изучить пищевую ценность белков кукурузной крупы по атакуемости их пищеварительными ферментами. Для этого были проведены исследования по переваримости белков кукурузной крупы пепсином и химотрипсином.

В результате проведенных исследований было установлено, что гидротермическая обработка оказывает заметное влияние на устойчивость белков кукурузной крупы к действию протеолитических ферментов.

Оптическая плотность гидролизатов (рис. 2) увеличивается по мере повышения режимов гидротермической обработки и достигает максимума при давлении пара 1,5 *ати*

и продолжительности пропаривания 3 мин. При дальнейшем увеличении режимов гидротермической обработки оптическая плотность гидролизатов снижается.

Эти данные коррелируют с результатами наших исследований по определению свободных аминокислот в крупе.

Значительное выделение продуктов гидролиза при действии пепсина на белки крупы из кукурузы Грушевская-Одесская отмечено через 4 часа его действия. Наибольшее количество продуктов гидролиза освобождается после введения химотрипсина, особенно в третий час его инкубирования

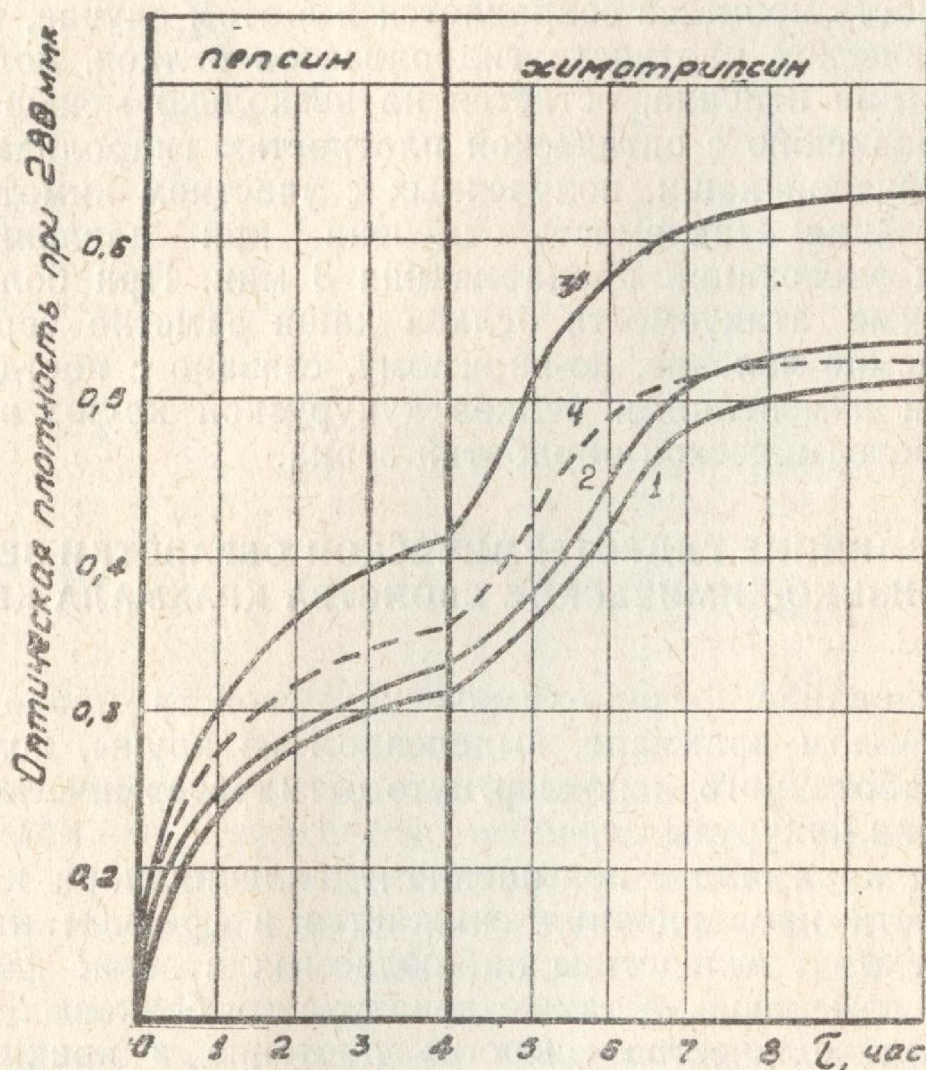


Рис. 2. Влияние режимов гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская на атакуемость белков крупы пищеварительными ферментами:

1 — необработанный.

Гидротермически обработанные:

2 — $P=0,5$ ати, $\tau=3$ мин.;

3 — $P=1,5$ ати, $\tau=3$ мин.;

4 — $P=2,2$ ати, $\tau=10$ мин.

В. О.

11963

с белками крупы. При действии пепсина на белки крупы из кукурузы Олак 2 значительное выделение продуктов гидролиза отмечено через 3 часа и химотрипсина — через 2 часа их инкубирования. В дальнейшем гидролиз белков практически прекращается.

Были проведены также исследования по переваримости белков вареной кукурузной крупы пепсином и химотрипсином.

Из экспериментальных данных следует, что атакуемость белков каши в значительной мере увеличилась вследствие полной денатурации белковых веществ. Однако общая направленность процесса сохраняется и в этом случае, т. е. прирост оптической плотности гидролизатов белков, полученных при действии пепсина, остается на несколько меньшем уровне, по сравнению с оптической плотностью гидролизатов белков кукурузной каши, полученных с участием химотрипсина. Максимальная атакуемость отмечена при давлении пара 1,5 *ати* и экспозиции пропаривания 3 мин. При более жестком режиме атакуемость белков каши заметно тормозится. Наблюдаемое явление, по-видимому, связано с постденатурационными изменениями белков кукурузной крупы в результате гидротермической обработки зерна.

III. ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРАХМАЛА КРУПЫ

Исследование физико-химических свойств проводили на изолированном крахмале, выделенном из крупы, полученной из необработанного и подвергнутого гидротермической обработке зерна кукурузы.

Выход крахмала с повышением давления пара и продолжительности пропаривания снижается в среднем на 11,6%, что происходит вследствие наблюдаемых в зерне физико-химических изменений, а также денатурации белковых веществ. Увеличение количества «сырого» протеина в крахмале под воздействием гидротермической обработки объясняется образованием комплекса крахмал-белок.

Результаты исследований (табл. 9) показали, что крахмал крупы из пропаренного зерна более гигроскопичен, что, вероятно, связано с изменением его внутренней структуры под действием тепла и влаги. Повышение давления пара и продолжительности пропаривания способствует увеличению гигроскопичности крахмала крупы на 0,6—8,5%. При этом наи-

более интенсивное поглощение влаги происходит в первые сутки (рис. 3), затем процесс поглощения влаги замедляется.

Показатель вязкости раствора использовали для характеристики качественных различий структуры крахмала крупы, полученной из зерна, необработанного и подвергнутого гидротермической обработке при различных режимах.

Таблица 9

Влияние режимов гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская на физико-химические свойства крахмала крупы

Режимы обработки зерна		Гигроскопичность, %	Вязкость $\text{нсек/м}^2 \times 10^{-3}$ при концентр. крахмальных клейстеров, %		Предельное число вязкости (η), мл/г	Молекулярный вес в тыс. ед.	Степень полимеризации	Периодатное окисление		Синее число
давление пара, <i>P</i> атм	продолжительность пропаривания, τ мин.		2,5	2				1 М НСООН	R (отношение неконцевых к концевым группам)	
Контроль		17,0	30,6	19,0	203	56	345	0,0618	16,2	0,265
0,5	3	17,6	29,5	18,4	193	54	333	0,0628	15,9	0,258
0,5	5	18,4	28,8	17,7	186	50	308	0,0657	15,1	0,241
0,5	10	19,2	27,8	17,0	150	46	284	0,0690	14,5	0,238
1,5	3	18,6	28,2	17,3	192	48	296	0,0683	14,6	0,243
1,5	5	19,7	27,1	16,9	155	47	290	0,0693	14,4	0,235
1,5	10	20,4	26,6	16,3	140	43	265	0,0715	14,0	0,220
2,2	3	19,8	27,0	16,7	140	45	278	0,0705	14,2	0,242
2,2	5	21,6	26,0	15,9	118	40	247	0,0733	13,6	0,233
2,2	10	25,5	24,8	14,9	45	36	222	0,0758	13,2	0,227

Вязкость крахмала крупы, полученной из пропаренного зерна (табл. 9), снижается, особенно при давлении пара 2,2 атм и продолжительности пропаривания 10 минут. Предельное число вязкости крахмала после гидротермической обработки, как и следовало ожидать, ниже, чем крахмала крупы из необработанного зерна. Уменьшение вязкости и предельного числа вязкости крахмальных клейстеров, вероятно, связано с деструкционными изменениями в крахмале в результате теплового воздействия. При повышении давления пара и продолжительности пропаривания молекулярный вес выделенного крахмала также уменьшается, что можно отнести за счет его термической деструкции. Полученные данные согласуются с работами ряда исследователей (Л. Сэр, 1967; Д. Брайс, К. Гринвуд, 1963; Э. Дворшак, 1967).

Гидротермическая обработка, как показывают данные табл. 9, способствует увеличению числа концевых групп. Это

видно по количеству выделенной муравьиной кислоты и по уменьшению отношения неконцевых к концевым группам.

Содержание амилозы уменьшается незначительно. По другим гибридам кукурузы получены аналогичные данные.

Ферментативная атакуемость крахмала характеризует легкость усвояемости кукурузной крупы. Из эксперименталь-

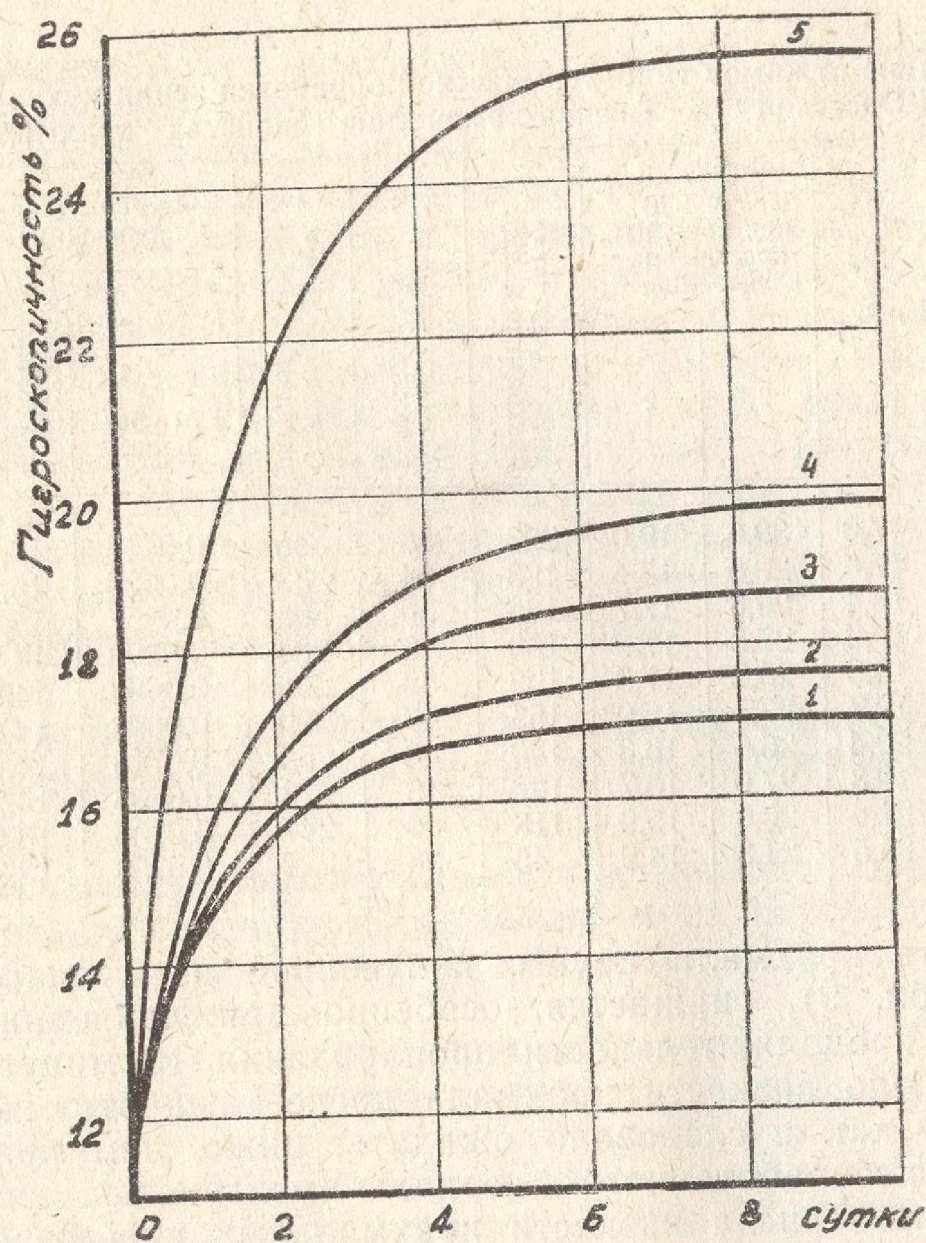


Рис. 3. Изменение гигроскопичности крахмала крупы в зависимости от режимов гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская:

1 — необработанный.

Гидротермически обработанные:

2 — $P=0,5$ ати, $\tau=3$ мин.;

3 — $P=1,5$ ати, $\tau=3$ мин.;

4 — $P=2,2$ ати, $\tau=3$ мин.;

5 — $P=2,2$ ати, $\tau=10$ мин.

ных данных (рис. 4) следует, что гидротермическая обработка зерна значительно увеличивает атакуемость нативного и изолированного крахмала. Атакуемость нативного крахмала несколько ниже атакуемости изолированного крахмала.

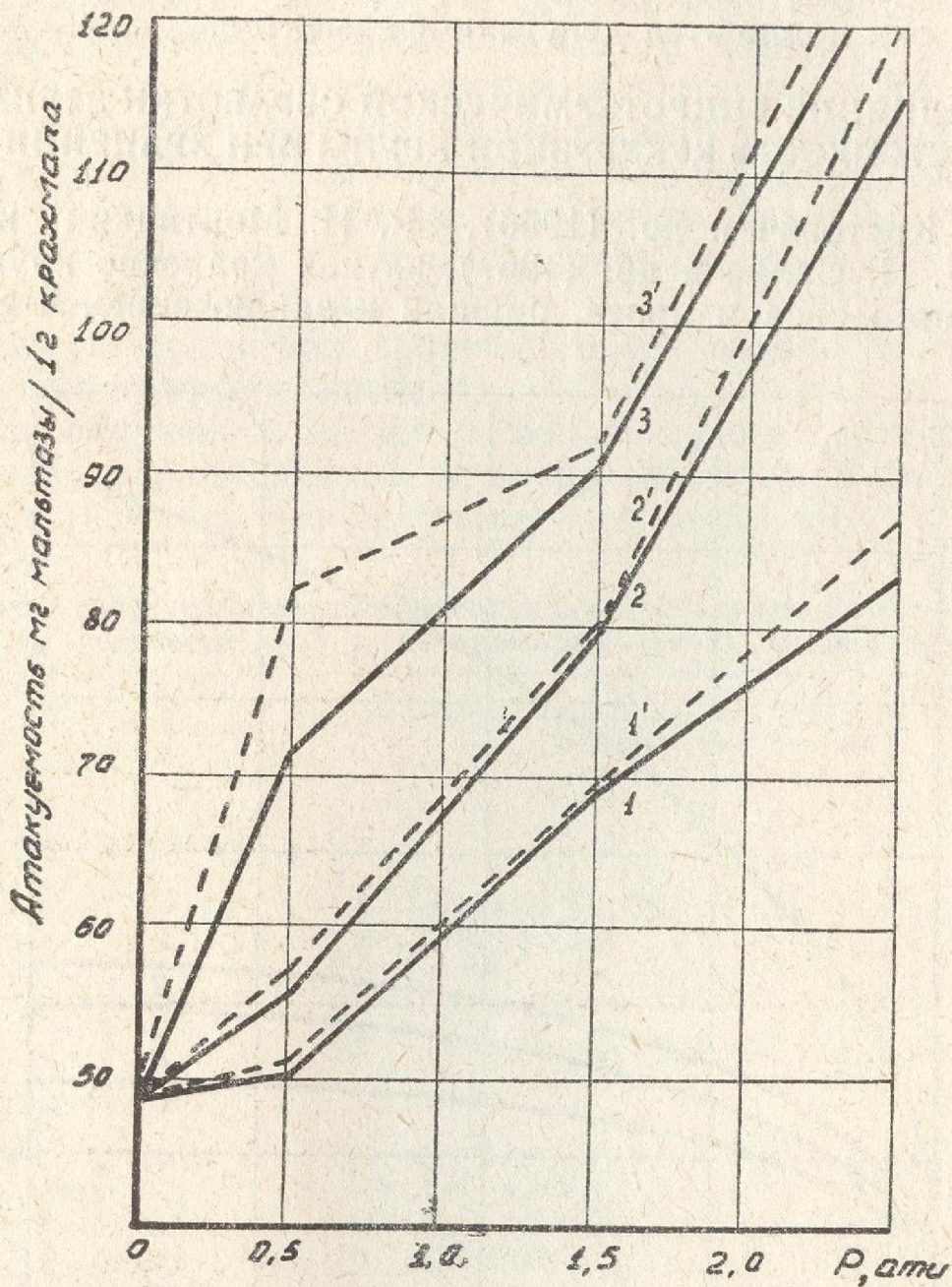


Рис. 4. Влияние гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская на атакуемость крахмала крупы ферментами солодового диастаза:

- нативный крахмал,
- изолированный крахмал.
- Продолжительность пропаривания:
- 1, 1' — 3 мин., 2, 2' — 5 мин.,
- 3, 3' — 10 мин.

Изменения, связанные с расщепляемостью крахмала, можно объяснить степенью разрушения структуры отдельных крахмальных зерен. Чем выше режимы гидротермической обработки (давление пара, продолжительность пропаривания), тем больше нарушается структура крахмальных зерен, тем легче они поддаются действию ферментов.

IV. ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА НА СТОЙКОСТЬ КУКУРУЗНОЙ КРУПЫ ПРИ ХРАНЕНИИ

В. Л. Кретович и др. (1956), Р. И. Монтицкий и др. (1962), И. П. Салун и др. (1967), изучая хранение крупы из пропаренного овса и проса, пришли к заключению, что про-

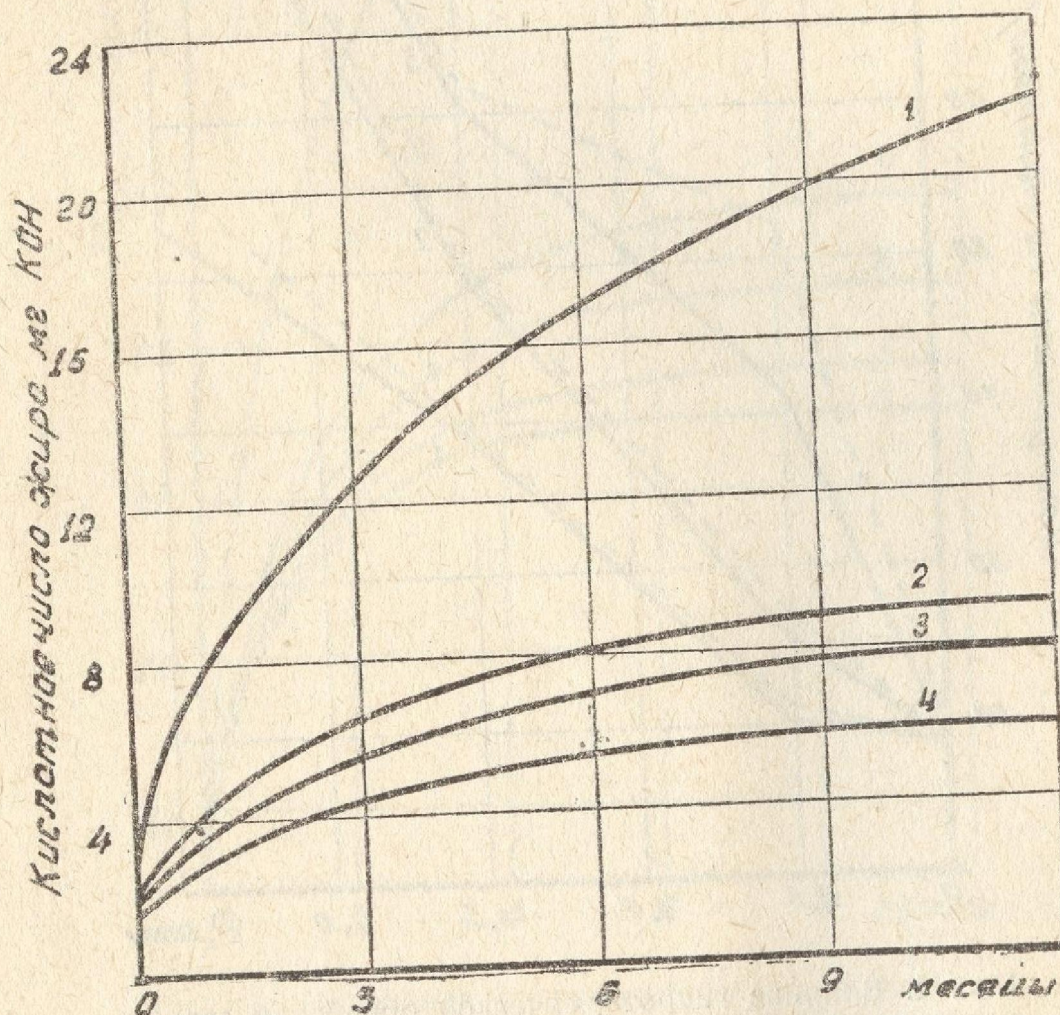


Рис. 5. Изменение кислотного числа жира крупы при хранении в зависимости от режимов гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская:

- 1 — необработанный.
 Гидротермически обработанные:
 2 — $P=0,5$ ати, $\tau=5$ мин.;
 3 — $P=1,5$ ати, $\tau=5$ мин.;
 4 — $P=2,2$ ати, $\tau=5$ мин.

паривание повышает стойкость крупы к прогорканию и увеличивает продолжительность хранения.

Наши исследования по хранению необработанной и пропаренной крупы показали, что при хранении необработанной крупы с влажностью 10—12% в течение года при температуре 17—22°C и относительной влажности воздуха 60—80% наблюдалось некоторое увеличение кислотности с 3,4 до 4,7° при одновременном повышении кислотного числа жира с 2,3 до 22,2 мг КОН. В то же время при хранении пропаренной крупы в аналогичных условиях изменения указанных показателей имели место в пределах соответственно с 2,1 до 2,3° и с 1,9 до 8,1 мг КОН (рис. 5).

Стойкость крупы при хранении обуславливается ее обсемененностью микроорганизмами.

Крупа, полученная из зерна, подвергнутого гидротермической обработке, обсеменена микроорганизмами в значительно меньшей степени, чем непропаренная (табл. 10).

Таблица 10

Влияние гидротермической обработки зерна кукурузы Грушевская-Одесская на количественный и качественный состав микрофлоры крупы

Состав микроорганизмов	Количество микроорганизмов в тыс. на 1 г крупы при хранении в месяцах									
	0		3		6		9		12	
	не обработанная	1,5 ами 5 мин.	не обработанная	1,5 ами 5 мин.	не обработанная	1,5 ами 5 мин.	не обработанная	1,5 ами 5 мин.	не обработанная	1,5 ами 5 мин.
Бактерии	27	1,6	20,9	1,44	14,5	0,98	11,2	0,88	7,3	0,88
В том числе:										
<i>Pseudomonas herbicola</i>	18,6	0,2	13,0	0,10	7,0	0,03	4,2	0,01	1,8	0,01
Спорообразующие	4,9	1,0	4,7	0,93	4,7	0,89	4,8	0,84	4,2	0,86
Микрококки	3,5	0,4	3,2	0,31	2,8	0,06	2,2	0,03	1,3	0,01
Плесени	19	8,5	15,0	7,0	12,1	5,9	13,1	6,0	11,6	5,2
В том числе:										
<i>Penicillium</i>	11,2	5,8	8,3	4,7	6,6	3,5	7,7	3,4	6,9	3,0
<i>Aspergillus</i>	1,2	0,6	1,8	0,9	2,4	1,4	2,8	1,9	3,3	1,8
Прочие грибы	7,6	2,1	4,9	1,4	3,1	1,0	2,6	0,7	1,4	0,4

Различно и относительное содержание отдельных групп бактерий.

Основным компонентом бактериальной флоры кукурузной крупы из необработанного зерна является палочковидная

бактерия *Pseudomonas herbicola*, не способная к спорообразованию, составляющая 68,9% всей бактериальной флоры. Из спороносных бактерий обнаружена картофельная палочка — *Bac. mesentericus*, составляющая 19%. Кокковые формы, составляющие 13%, представлены, в основном, различными видами микрококков. На крупе из зерна, подвергнутого гидротермической обработке, *Pseudomonas herbicola* составляет всего 12,5%, но увеличивается относительное содержание спороносных и кокковых форм, составляющих соответственно 62,5 и 25%. Количество плесневых грибов в обработанной крупе меньше на 45% по сравнению с крупой непропаренной.

В течение всего срока хранения не было обнаружено количественного прироста микроорганизмов ни в исходных, ни в обработанных крупах. Изменение видового состава микрофлоры в крупе как из пропаренного, так и непропаренного зерна происходит в одинаковых направлениях. Эпифитная бактериальная флора ее постепенно вымирает, главным образом, за счет *Pseudomonas herbicola*. Отмирают и кокковые формы, но значительно медленнее. Увеличивается относительное содержание споровых бактерий, количество которых оставалось без заметных изменений при всех сроках хранения.

В процессе хранения меняется состав грибной флоры. *Alternaria*, *Fusarium*, *Mucor* из числа первоначальной грибной флоры значительно уменьшаются. Постоянными компонентами ее становятся грибы *Penicillium* и *Aspergillus*. Следовательно, убыль микрофлоры и в контроле, и в пропаренной крупе свидетельствует о том, что не происходило развития микроорганизмов.

V. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Произведен примерный расчет экономической эффективности применения гидротермической обработки зерна кукурузы для предприятия производительностью 100 тонн в сутки.

В результате применения гидротермической обработки на предприятии увеличится выход крупы на 4,4% и уменьшится выход побочных продуктов на 6,1%. Прирост товарной продукции за год составит 215,26 тыс. руб.

Внедрение гидротермической обработки позволит получить предприятию дополнительную прибыль в размере $435,7 - 244,5 = 191,2$ тыс. руб.

При этом обеспечивается высокая эффективность дополнительных капвложений, о чем говорит коэффициент абсолютной эффективности 2,12.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Исследованиями подтверждено, что гидротермическая обработка зерна кукурузы является одним из прогрессивных методов, оказывающих влияние на изменение физико-технологических и биохимических свойств кукурузы, способствующих повышению эффективности технологического процесса производства и улучшению качества крупы.

2. Независимо от типа и сортовой принадлежности, гидротермическая обработка зерна кукурузы увеличивает общий выход крупы на 4—6%, снижает количество отходов при дроблении и шлифовании на 6—9%, повышает выход зародышевого продукта на 2,9%; оказывает положительное влияние на потребительские и пищевые достоинства крупы: сокращается время варки, изменяется консистенция каши от вязкой до рассыпчатой, увеличивается коэффициент развариваемости, повышается содержание водорастворимых веществ на 1,6—1,8%, увеличивается содержание минеральных веществ в крупе.

3. Гидротермическая обработка зерна кукурузы при исследованных режимах практически не вызывает изменения содержания общего азота в крупах из пропаренного зерна. Степень денатурационных изменений зависит от режимов гидротермической обработки. Повышение давления пара до 1,5 *ати* и продолжительности пропаривания до 3 минут вызывает незначительное снижение водо-, соле- и щелочерастворимых фракций белка на 1,4—1,9%, спирторастворимой — на 6,2—9,1%. При более жестких режимах обработки отмечено значительное снижение всех форм азота. Содержание белковых веществ уменьшается при одновременном увеличении небелковых и азота плотного остатка за счет тепловой денатурации белка. Гидротермическая обработка оказывает влияние на электрофоретические свойства водорастворимой фракции белков крупы, спирторастворимая остается неизменной.

4. Гидротермическая обработка зерна вызывает увеличение всех свободных аминокислот, при этом максимальное увеличение отмечено при давлении пара 1,5 *ати* и продолжительности пропаривания 3 мин., а при более жестких режимах — $P=2,2$ *ати* и $\tau=10$ мин. отмечена некоторая убыль

свободных аминокислот. Общий аминокислотный состав белков крупы остается неизменным.

5. Гидротермическая обработка значительно увеличивает атакуемость белков кукурузной крупы и каши пищеварительными ферментами. Максимальная атакуемость отмечена при давлении пара 1,5 *ати* и продолжительности пропаривания 3 мин. Повышение режимов обработки до $P=2,2$ *ати* и $\tau=10$ мин. приводит к снижению атакуемости белков, что может отрицательно отразиться на пищевых достоинствах крупы.

6. В результате гидротермической обработки зерна содержание крахмала в крупе уменьшается в основном за счет его декстринизации, о чем свидетельствует увеличение декстринов и сахаров.

7. Гидротермическая обработка приводит к изменениям в структуре крахмальных зерен, о чем свидетельствуют увеличение гигроскопичности, уменьшение вязкости, молекулярного веса, набухаемости и растворимости крахмала крупы.

8. Рост ферментативной атакуемости нативного и изолированного крахмала пропаренной крупы по сравнению с крахмалом из необработанной кукурузы свидетельствует о повышении пищевой ценности крупы.

9. Гидротермическая обработка зерна кукурузы при давлении пара 1,5 *ати* и продолжительности пропаривания 3 мин. является оптимальной из исследованных режимов с точки зрения изменения основных биохимических свойств зерна и продуктов его переработки.

10. Пропаривание зерна повышает стойкость крупы в процессе хранения и является эффективным средством для снижения количества микроорганизмов.

11. Экономическая эффективность применения гидротермической обработки зерна кукурузы для завода производительностью 100 тонн в сутки составляет 191,2 тыс. руб. в год.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Физико-химические свойства кукурузного крахмала, выделенного из зерна, подвергнутого гидротермической обработке. Тезисы докладов Всесоюзного научного симпозиума на тему: «Физико-химия крахмала и крахмалопродуктов», Москва, 1970.

2. Гидротермическая обработка зерна и ее влияние на микрофлору кукурузной крупы при ее хранении. ЦНИИТЭИ Минзага СССР, «Хранение и переработка зерна», № 6, 1971.

3. Влияние гидротермической обработки зерна кукурузы на физико-химические свойства крахмала крупы. Известия вузов СССР, «Пищевая технология», № 6, 1971.

4. Экономическая эффективность гидротермической обработки при переработке кукурузы в крупу, ЦНИИТЭИ Минзага СССР, «Хранение и переработка зерна», № 1, 1972.

5. Изменение белкового комплекса кукурузной крупы при гидротермической обработке зерна. Известия вузов СССР, «Пищевая технология», № 1, 1972.

По вопросам, рассматриваемым в диссертации, автором сделаны доклады:

1. На Всесоюзном научном симпозиуме по физико-химии крахмала и крахмалопродуктов. Москва, июнь, 1970.

2. На XXXII и XXXIII научных конференциях профессорско-преподавательского состава Одесского технологического института пищевой промышленности имени М. В. Ломоносова, Одесса, 1971, 1972.

3. На заседании Одесского отделения Всесоюзного биохимического общества АН СССР, Одесса, 1971.

БР 04168. Подписано к печати 14-4-1972 г. Формат бумаги 60×84^{1/16}.
Печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,75. Заказ № 2374. Тираж 200.

Одесская городская типография (цех 3)
Управления по печати Одесского облисполкома,
Ленина, 49