

В. КРЕТОВИЧ, Р. ТОКАРЕВА, Л. АУЭРМАН, Н. СМОЛИНА, А. КУЛЬМАН
и Р. БРАНОПОЛЬСКАЯ *

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА РЖАНОЙ МУКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

(Представлено академиком А. И. Опариным 13 IX 1947)

Биохимические процессы, происходящие при хранении пшеничной муки, исследованы сравнительно хорошо. Установлено, что на первых стадиях отлежки пшеничной муки после размола наблюдается улучшение ее хлебопекарных качеств, в основе которого лежат изменения физических свойств клейковины, которые, в свою очередь, зависят от гидролиза жира и накопления в муке ненасыщенных жирных кислот (1). Наблюдающееся при этом улучшение хлебопекарных качеств пшеничной муки называют „созреванием“.

Что касается ржаной муки, то изменения ее биохимических, коллоидных и технологических свойств в процессе хранения не исследованы. Имеющиеся в литературе единичные высказывания по этому вопросу не подкреплены какими-либо экспериментальными данными. Обычно в практике принято считать, что ржаная мука, точно так же как и пшеничная, требует после помола отлежки в течение определенного срока для улучшения хлебопекарных качеств. Задачей настоящей работы было биохимическое, коллоидно-химическое и технологическое исследование ржаной муки в процессе хранения. Работа велась в течение трех лет, причем мука хранилась как в лабораторных, так и в производственных условиях.

Мука, хранившаяся в мешках в лабораторных условиях, получалась с выходом 99% из сортовой или рядовой ржи, полученной из различных хозяйств Московской и Горьковской областей. Мука того же выхода, послужившая для опытов на производстве, была получена на Московском мукомольном комбинате им. Цурюпы, в день помола была затарена и сложена в штабели по 250 мешков в штабеле. Из хранившейся муки периодически отбиралась средняя проба для анализов. Испытание хлебопекарных качеств муки производилось опарным способом по методу, разработанному Л. Ауэрманом и В. М. Базарновой (2). Определения химических показателей производились по методам, описанным Кретовичем и др. и Кульманом (3). Результаты исследования химических показателей муки при хранении ее в лабораторных условиях представлены в табл. 1.

Как видно из данных, приведенных в табл. 1, при хранении ржаной муки 99% выхода наблюдается закономерное возрастание кислотного числа жира, обусловленное гидролизом глицеридов и накоплением свободных жирных кислот, а также повышением амилотической активности, определяемой автолитическим методом Рамзей. Вместе с тем наблюдается закономерное понижение вязкости мучных суспензий.

* При участии И. Петровой и Т. Дроздовой.

Таблица 1

Изменения химических показателей ржаной
муки при хранении

Год урожая	Сорт ржи и область	Стадия спелости зерна	Показатель	Продолжительность хранения муки, дни					
				сразу после помола	15	30	60	120	240
1944	Вятка, Московская обл.	Восковая	Амилолитическая активность по Рамзей	231	231	251	250	—	300
		Техническая	Кислотное число жира	21,8	23,0	24,1	35,5	40,9	43,7
	Авангард, Горьковская обл.	Восковая	Амилолитическая активность по Рамзей	177	177	172	224	—	285
		Техническая	Кислотное число жира	16,2	16,8	19,0	33,0	43,7	46,5
1945	Рядовая, Московская обл.	Восковая	Амилолитическая активность по Рамзей	255	347	—	338	304	310
		Техническая	Кислотное число жира	33,6	35,6	37,2	38,1	43,7	54,9
		Восковая	Амилолитическая активность по Рамзей	312	367	—	340	322	327
		Техническая	Кислотное число жира	28,6	33,6	33,6	35,3	38,1	49,3
1946	Рядовая, Московская обл.	Восковая	Амилолитическая активность по Рамзей	307	300	312	300	294	323
		Техническая	Кислотное число жира	20,7	24,6	46,5	—	53,8	54,5
		Восковая	Вязкость мучной болтушки	13,9	14,2	16,3	9,4	8,6	8,1
		Техническая	Амилолитическая активность по Рамзей	207	217	206	—	238	242
1946	Рядовая, Московская обл.	Восковая	Кислотное число жира	19,6	21,8	25,0	—	46,5	48,0
		Техническая	Вязкость мучной болтушки	14,5	15,9	15,0	9,1	9,0	9,7
		Восковая	Амилолитическая активность по Рамзей	126	137	146	152	143	—
		Техническая	Вязкость мучной болтушки	26,3	21,0	20,1	17,4	17,2	—
	Восковая	Амилолитическая активность по Рамзей	132	128	143	157	169	—	
	Техническая	Вязкость мучной болтушки	20,0	19,2	17,1	16,2	12,3	—	

Здесь необходимо отметить, что Шулеруд также наблюдал снижение вязкости зелей крахмала при отлежке ржаной муки (4).

Естественно предполагать, что при хранении муки, особенно на первых стадиях после измельчения и обжаривания содержимого зерновки, происходят энергичные окислительные процессы. С целью проверки этого предположения нами было произведено определение содержания в муке восстановленной формы глутатиона. Полученные при этом результаты представлены в табл. 2, из которой видно, что действительно в течение первых двух суток происходит энергичное окисление глутатиона.

Таблица 2

Изменение содержания восстановленного глутатиона
в хранящейся муке

Восстановленный глутатин, мг %	Продолжительность хранения муки, дни							
	0	1	2	3	5	7	9	16
Мука из зерна восковой спелости	78,4	55,6	44,6	42,5	44,5	44,5	43,0	45,0
Мука из зерна технической спелости	76,7	58,4	44,8	45,5	43,0	42,0	44,6	44,4

Изменения наиболее характерных показателей хлебопекарного качества муки (объема 100 г хлеба и его пористости) представлены в табл. 3, в которой каждая цифра является средней из результатов трех выпечек. Из данных табл. 3 очевидно, что объем хлеба и его пористость закономерно понижаются при хранении муки.

Таблица 3

Изменения объема и пористости хлеба при хранении муки

Год урожая	Сорт ржи	Стадия спелости зерна	Показатель	Продолжительность хранения муки, дни						
				0	15	30	60	120	240	
1944	Вятка	Восковая	Объем 100 г хлеба	181	167	168	170	168	161	
			Пористость	55	53	54	53	51	50	
		Техническая	Объем 100 г хлеба	182	176	173	178	165	167	
			Пористость	55	55	56	55	53	52	
	Авангард	Восковая	Объем 100 г хлеба	181	172	174	167	164	166	
			Пористость	57	56	54	51	52	51	
	Техническая	Объем 100 г хлеба	178	180	170	169	164	166		
		Пористость	58	56	54	51	52	51		
1945	Рядовая	Восковая	Объем 100 г хлеба	158	159	154	149	149	155	
			Пористость	47	46	46	44	42	44	
		Техническая	Объем 100 г хлеба	172	167	161	157	158	155	
			Пористость	52	50	47	49	46	44	
	1946	Рядовая	Восковая	Объем 100 г хлеба	169	165	166	162	163	—
				Пористость	52	48	51	47	46	—
	Техническая	Объем 100 г хлеба	175	170	172	165	165	—		
		Пористость	55	50	51	51	49	—		

Необходимо также отметить, что закрытые дегустации всегда устанавливали, что вкус и аромат хлеба был наилучшим сразу же после помола.

Таблица 4

Изменения качества муки при хранении в производственных условиях

№ опыта	Показатель	Продолжительность хранения муки, дни						
		1	4	10	15	20	30	60
1 помол, 24 IX 1946 г.	Амилолитическая активность по Рамзей	114	100	—	109	—	—	125
	Вязкость мучной болтушки	8,3	—	—	8,2	—	8,0	7,2
	Объем 100 г хлеба	155	154	152	149	—	153	156
	Пористость	46	43	42	44	—	43	46
2 помол, 29 XI 1946 г.	Амилолитическая активность по Рамзей	183	—	—	185	184	—	—
	Вязкость мучной болтушки	6,8	—	—	5,8	—	5,4	—
	Объем 100 г хлеба	157	—	—	156	156	—	—
	Пористость	49	—	—	45	46	—	—

Таким образом, результаты наших 3-летних опытов с несомненностью показывают, что отлежка ржаной муки 99% выхода не только не приводит к улучшению хлебопекарного качества муки, но даже вызывает некоторое его ухудшение.

Опыты на производстве были проведены с более краткими сроками хранения муки — 2 месяца и 2 недели. Полученные при этом данные представлены в табл. 4.

Из приведенных данных видно, что отлежка муки в течение 2 недель и 2 месяцев в условиях производства не приводит к улучшению ее хлебопекарных качеств и что, так же как и в лабораторных опытах, наблюдается снижение вязкости мучных суспензий.

Исследование муки с помощью амилографа, систематически производившееся как в лабораторных, так и в производственных опытах, не обнаружило каких-либо закономерных изменений в характере амилограммы, в частности, в ее высоте.

Таким образом, на основании всего приведенного материала можно прийти к выводу, что в хранящейся ржаной муке цельного помола происходят закономерные изменения, заключающиеся в некотором возрастании амилотической активности и гидролизе жира, сопровождающемся накоплением свободных жирных кислот. Повидимому, именно накопление свободных жирных кислот является одним из важных факторов, приводящих к снижению гидрофильности коллоидов муки и к изменению их физических свойств, которое столь ярко проявляется в закономерном понижении вязкости мучных суспензий. Здесь необходимо также указать на то, что произведенные нами прямые определения количества воднорастворимых коллоидов обнаружили закономерное снижение этого показателя, что свидетельствует о понижении общей гидрофильности коллоидов муки, а также об изменении их мицеллярной структуры. Происходящие при хранении изменения химических свойств муки не могут не оказывать в свою очередь влияния на ее хлебопекарные качества. Понижение гидрофильности коллоидов муки тесно связано с уменьшением объема хлеба и его пористости. Вместе с тем такой показатель хлебопекарного качества, как аромат ржаного хлеба, определенно ухудшается при хранении.

Необходимо подчеркнуть, что Шулеруд указывает на то, что для ржаной обойной муки отлежка не нужна. Тропп и Weyer⁽⁵⁾, а также Neumann⁽⁶⁾ отмечают, что из ржаной обойной муки хлеб наилучшего качества получается сразу же после помола.

Таким образом, результаты наших экспериментальных работ и имеющиеся в литературе указания свидетельствуют о том, что при отлежке ржаной муки цельного помола не происходит улучшения хлебопекарных качеств. Этот вывод устраняет обычно принимаемую, без всяких к тому оснований, необходимость отлежки ржаной обойной муки, а следовательно, необходимость проектирования специальных складских помещений для отлежки ржаной обойной муки перед поступлением на хлебозавод.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
хлебопекарной промышленности и
Институт биохимии им. А. Н. Баха
Академии Наук СССР

Поступило
13 IX 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. Козьмина и В. Кретович, Химия зерна и продуктов его переработки, 3 изд., 1944. ² Л. Ауэрман и В. Базарнова, Отчет ВНИИХП за 1944 г. ³ В. Кретович и др., Биохимия, № 6 (1947); А. Кульман, Коллоиды в хлебопечении, 1940. ⁴ A. Schulerud, Das Roggenmehl, 1939. ⁵ C. Tropp u. F. Weyer, Biochem. Z., 315, 293 (1943). ⁶ M. Neumann, Brotgetreide und Brot, 1943.