

С. И. ПРОНИН и И. С. ПЕТРОВА

О ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ АМИЛАЗ В ТЕСТЕ ПРИ ВЫПЕЧКЕ

(Представлено академиком А. И. Опариным 2 VI 1952)

В последнее время было показано (1), что α -амилаза, внесенная в тесто в виде солода, сохраняется в некотором количестве в готовом хлебе. Далее было установлено (1), что при прогревании теста в сушильном шкафу в течение 40 мин. β -амилаза инактивируется в интервале 83—85°. Нами было проведено изучение термостабильности амилаз в тесте при выпечке с учетом влияния различных факторов на состояние амилаз в тесте.

Опыты с пшеничным тестом производились с мукой 72% выхода нормального качества. Выпечки производились безопасным способом на прессованных дрожжах в лабораторной печи при температуре 220°. Пробы отбирались в намеченные промежутки времени из центра формового хлеба или из верхнего слоя мякиша (непосредственно под верхней коркой). Каждая проба отбиралась из отдельного хлеба. Температура замерялась двумя термометрами, которые доводились до центра хлеба. Один термометр вводился в точке пересечения диагоналей торцевой части корки, другой — на 1 см выше. После отсчета температур на термометрах хлеб разрезался и та часть мякиша, которая прилежала непосредственно к ртутным шарикам, отбиралась. Вес отбираемой пробы обычно не превышал 7 г. В тех случаях, когда проба отбиралась из верхнего слоя мякиша, термометры вводились непосредственно под верхнюю корку, параллельно ей.

Из отобранной пробы бралось 2 навески по 2,5 г каждая. Одна навеска растиралась с реактивом Барнштейна (15 мл), переносилась в коническую колбу (35 мл воды), и осадок отстаивался при 45—55°. Вторая навеска растиралась с водой и переносилась в колбу (общий объем 35 мл); колба помещалась в водяную баню при 60° на 1 час. По истечении часа к болтушке прибавлялось 15 мл реактива Барнштейна, и смесь также отстаивалась при 45—55°. Обе пробы фильтровались, и в фильтрах определялся сахар по Бертрану. Разность между определениями в обоих фильтрах характеризовала активность амилазы в отобранной пробе теста или хлеба.

Активность вычислялась в миллиграммах мальтозы на 1 г теста хлеба.

Полученные таким образом данные показали, что инактивирование β -амилазы в пшеничном тесте существенным образом зависит от скорости прогревания теста. Чем быстрее идет прогревание теста, тем при более высокой температуре наблюдается полное инактивирование β -амилазы. Это явление имело место как в случае выпечки хлеба различного развеса, так и в случае теплового инактивирования β -амилазы в раз-

личных зонах выпекаемого хлеба (в центре мякиша и под верхней коркой) (см. табл. 1).

Таблица 1

Термостабильность β -амилазы в пшеничном тесте

Ф о р м о в о й х л е б					
Вес 1250 г, место отбора проб — центр мякиша			Вес 700 г, место отбора проб — центр мякиша		
Время отбора пробы, мин.	Т-ра в °	Мальтоза в мг на 1 г теста-хлеба	Время отбора пробы, мин.	Т-ра в °	Мальтоза в мг на 1 г теста-хлеба
20	59—60	28,8	19	67—71	26,8
25	68—69	2,8			
30	73—73	0	20	69—74	9,5
30	74—75	0	22	78—83	2,9
30	78—81	0	21	77—80	2,4
			21	77—83	0
			23	78—81	0
			23	84—87	0
Ф о р м о в о й х л е б			Б у л о ч к и		
Вес 700 г, место отбора проб — под верхней коркой			Вес 150 г, место отбора проб — центр мякиша		
Время отбора пробы, мин.	Т-ра в °	Мальтоза в мг на 1 г теста-хлеба	Время отбора пробы, мин.	Т-ра в °	Мальтоза в мг на 1 г теста-хлеба
10	87—90	1,8	6	60—64	42,8
15	88—90	8,2	6	66—69	22,2
15	89—90	3,0			
15	89—90	1,8			
17	89—90	2,8	7	71—76	6,4
19	89—90	3,7	8	75—76	6,4
19	89—93	3,0	8	76—78	2,6
20	91—92	3,7	8	78—80	2,6
			9	79—83	3,7
			9	87—88	1,8
20	92—92	0	10	89—90	3,7
23	92—93	0	11	90—91	2,6
23	92—93	0	11	92—93	3,7
			12	93—93	3,7
			14	93—93	5,5
			15	95—95	2,6
			15	95—95	2,6

Анализируя данные табл. 1, мы должны отметить, что инактивирование β -амилазы в пшеничном тесте протекает в две фазы: 1) инактивирование основного количества фермента и 2) исчезновение его остаточной активности. Первый процесс протекает в области температур до 70°, второй — в области выше 70°. (В таблице эти области разделены пунктиром; в первой области активность β -амилазы характеризуется значительно большими величинами, чем во второй.)

В связи с этим следует указать, что изучение теплофизических и коллоидных процессов, протекающих при выпечке хлеба, показало, что превращение теста в мякиш, сопровождающееся денатурацией белков, клейстеризацией крахмала и переходом свободной воды в связанное состояние, в пшеничном хлебе начинается при температуре около 69° (2). Поэтому наблюдавшимся нами явлениям можно предположительно дать такое толкование.

Чувствительность β -амилазы к тепловому воздействию наблюдается в водной среде или, в данном случае, в такой оводненной системе, какой является тесто. При 69—70° вода в тесте из свободной переходит в основное в связанное состояние, а тесто превращается в мякиш. В таком положении амилаза уже мало чувствительна к тепловому воздействию, и ее инактивирование идет медленно. Если прогревание первоначального теста идет быстро, то β -амилаза инактивироваться не успевает и сохраняется довольно долго, до достижения высокой температуры (окончание второй фазы, т. е. исчезновение остаточной активности, указано в таблице линейкой). Если прогревание теста идет очень быстро, как, например, в случае булочки в 150 г, то остаточная активность сохраняется до конца выпечки (до температуры 95°). Таким

Таблица 2

Термостабильность β -амилазы в ржаном тесте

Кислотность теста 10,0—11,4° рН 4,3—4,6			Кислотность теста 4,6—6,3° * рН 4,7—4,9		
Время отбора проб, мин.	Т-ра в °	Мальтоза в мг на 1 г теста-хлеба	Время отбора проб, мин.	Т-ра в °	Мальтоза в мг на 1 г теста-хлеба
25	51—54	22,8	30	54—59	41,4
25	55—56	18,2	30	58—60	36,6
			35	61—62	40,2
			37	68—70	24,5
30	55—57	3,9	40	69—70	16,1
32	55—60	2,8			
32	58—61	3,9			
			40	73—73	5,7
35	59—62	0			
35	64—67	0	44	78—79	0
38	66—67	0	45	79—79	0
			45	81—83	0

* Тесто формировалось непосредственно после замеса.

Таблица 3

Термостабильность α -амилазы в ржаном тесте

Кислотность теста 10,6—11,6° рН 4,3			Кислотность теста 4,0—4,4° рН 4,9		
Время отбора проб, мин.	Т-ра в °	Мальтоза в мг на 1 г теста-хлеба	Время отбора проб, мин.	Т-ра в °	Мальтоза в мг на 1 г теста-хлеба
35	60—61	5,7	35	84—87	12,2
35	62—65	4,0	50	87—90	13,1
35	66—66	7,7	55	91—91	13,1
40	67—68	9,6	55	91—92	12,2
40	69—70	4,8	60	95—95	17,9
40	68—72	4,0	65	96—96	12,2
40	71—71	0			
40	71—72	0			
45	73—74	0			
45	75—75	0			

образом, сохранение активности до конца выпечки в известных случаях может наблюдаться в пшеничном тесте и для β -амилазы.

В ржаном тесте основным фактором, влияющим на термостабильность амилаз, является кислотность среды. Это было показано проведением выпечек при различной кислотности теста (см. табл. 2).

Из табл. 2 видно, что уменьшение кислотности в тесте приводит к заметному повышению термостабильности β -амилазы.

Аналогичные явления наблюдались и для α -амилазы (см. табл. 3). В этом случае опыты проводились с солоделой мукой* (автолитическая проба 73,5), в которой наряду с β -амилазой имелась в значительном количестве и α -амилаза.

При нормальной кислотности теста исчезновение всякой амилолитической активности наблюдалось приблизительно при 70—72°. При пониженной же кислотности активность сохранялась до конца выпечки, что, несомненно, было обусловлено наличием α -амилазы, которая, подобно α -амилазе пшеничного теста, сохраняется в этом случае при выпечке в некотором количестве.

Скорость прогревания теста, как показали наши опыты, также имеет значение для термостабильности амилаз в ржаном тесте, но все же преобладающее влияние принадлежит кислотности теста.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
хлебопекарной промышленности

Поступило
24 III 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ З. Ф. Фалунина и И. А. Попадич, ДАН, 78, № 1, 103 (1951). ² Л. Я. Ауэрман, Технология хлебопечения, 1948, стр. 287.

* Мукой из проросшего зерна.