

Л. Я. АУЭРМАН, В. Л. КРЕТОВИЧ, Е. А. АЛЯКРИНСКАЯ,
В. М. БАЗАРНОВА и Р. Р. ТОКАРЕВА

МЕЛАНОДИНООБРАЗОВАНИЕ И ЦВЕТ КОРКИ ХЛЕБА

(Представлено академиком А. И. Опариным 3 VII 1953)

Интенсивность окраски корки пшеничного хлеба обычно принято объяснять количеством в ней коричневато-окрашенных продуктов карамелизации ((¹⁻³) и др.) или первичной дегидратации (⁴) остаточных, несброженных к моменту выпечки, сахаров теста. Продукты карамелизации или первичной дегидратации сахаров, согласно этой точке зрения, образуются в корке хлеба в результате ее прогрева. Температура в корке хлеба (⁵) в процессе выпечки равна в среднем 130—140°, доходя на поверхности корки до 180°.

Отдельные исследователи считают, что существенную роль в образовании окраски корки хлеба играют и окрашенные продукты термической декстринизации крахмала (^{2, 6}) и термического изменения белковых веществ корки.

Однако основную роль в окраске корки принято отводить продуктам карамелизации или первичной дегидратации сахаров. Установлено (⁷), что для нормальной окраски корки пшеничного хлеба в тесте к моменту выпечки должно содержаться 2—3% остаточных несброженных сахаров.

В процессе проведения в 1952 г. работы по изучению влияния режима сушки зерна пшеницы на хлебопекарные свойства муки из нее нами была установлена несостоятельность изложенных выше взглядов на природу процессов, обуславливающих окраску корки пшеничного хлеба.

Зерно пшеницы Мильтурум 553, Новосибирской обл. урожая 1951 г., имевшее исходную влажность 19,9%, в одной части (образец № 11) было высушено на воздухе, а в другой (образец № 12) сушилось на сушилке «Кузбасс» при температуре теплоносителя 150° до влажности 11,7%. Конечная температура зерна при этом была равна 50°. Оба образца зерна были подвергнуты размолу с выходом муки 70%.

Данные анализа этих образцов муки и результаты пробных выпечек из них приводятся в табл. 1.

Данные табл. 1 свидетельствуют о резком изменении белково-протеиназного комплекса муки из зерна, сушившегося при высокой температуре теплоносителя (образец № 12). Снизилось количество водорастворимого азота, количество сырой клейковины, ее водопоглотительная способность, расплываемость и растяжимость. Существенно отметить практически полную инактивацию протеиназ в муке из этого образца зерна. Одновременно следует отметить весьма незначительное снижение сахаро- и газообразующей способности муки в результате сушки образца зерна при высокой температуре теплоносителя. Резкое снижение объема и пористости хлеба из муки образца № 12 легко объясняется ухудшением белково-протеиназного комплекса муки и вследствие этого — ее газодерживающей способности.

Однако необъяснимой, с точки зрения изложенных выше представлений, является совершенно бледная окраска корки хлеба из муки № 12.

Таблица 1

	Мука из зерна образцов	
	№ 11	№ 12
Количество белковых веществ ($N \times 5,7$) в %	12,71	12,54
Количество водорастворимого азота в % к общему количеству N	15,24	12,27
Протеолитич. активность (прирост водорастворимого N за 4 часа автолиза) в % к общему количеству N	0,90	0,0
Количество сырой клейковины в %	33,4	25,0
» сухой » в %	11,1	9,9
Водопоглотит. способность клейковины в % к сух. вещ. клейковины	200	152
Органолептич. оценка качества клейковины	Удовлетворит.	Крошащаяся
Расплавимость шарика клейковины (прирост диаметра контура шарика за 3 часа) в % к начальному диаметру	50,0	0,0
Удельная растяжимость клейковины в см/мин.	0,54	0,09
Сахарообразующая способность (по методу Рамзей, ВНИИЗ) в мг мальтозы	133	124
Газообразующая способность в мл CO_2 за 6 час.	1000	900
Результаты пробной выпечки		
Объемный выход хлеба в мл/100 г муки	410	268
Отношение высоты к диаметру подовых хлебцев	0,35	0,42
Пористость мякиша в %	79	61
Содержание сахаров в корке хлеба в %	1,85	1,89
Окраска корки хлеба по органолептич. оценке	Нормально-окрашенная	Совершенно бледная
Окраска корки хлеба в баллах (1—5)	3,0	1,0

Содержание сахаров в корке хлеба из муки образцов №№ 11 и 12 практически одинаково, а корка в одном случае нормально окрашена, а в другом случае совершенно бледная. Из этого можно было сделать только тот вывод, что окраска корки пшеничного хлеба обуславливается не окрашенными продуктами термической карамелизации и первичной денатурации сахаров, а окрашенными продуктами другой природы.

Участие остаточных сахаров теста в образовании этих продуктов несомненно, поскольку во всех случаях их недостаточности корка хлеба бледно окрашена ((¹, ⁶, ⁷) и др.).

Исходя из работ В. Кретовича и сотр. (⁸⁻¹¹) в области химизма процесса меланоидинообразования и выяснения роли меланоидинов в образовании цвета и аромата красного ржаного солода и хлеба, а также из факта отсутствия активной протеиназы в муке № 12, было высказано предположение, что окраска корки хлеба обусловлена продуктами взаимодействия при образовании корки остаточных восстанавливающих сахаров теста и продуктов гидролитического распада белков (аминокислот, полипептидов и пептонов).

С этой точки зрения хорошо объясняется получение из муки № 12 хлеба с совершенно бледной коркой, несмотря на достаточное содержание в тесте и корке хлеба остаточных сахаров. Отсутствие в этой муке активной протеиназы приводит к отсутствию в тесте и продуктах протеолиза, которые могли бы в результате реакции с сахарами привести к образованию темно окрашенных меланоидинов, обуславливающих окраску корки хлеба.

Для экспериментального подтверждения правильности этого нового представления были проведены дополнительные опыты, сводившиеся к выпечке из этой же муки № 12 хлебцев с добавками в тесто различных

сахаров и гликокола. Интенсивность окраски корки этих хлебцев оценивалась по 5-бальной шкале (1 — совершенно бледная, 3 — нормально окрашенная и 5 — наиболее интенсивно окрашенная корка. Баллы 2 и 4 характеризуют, соответственно, промежуточные степени интенсивности окраски корки). Результаты этих опытов приведены в табл. 2.

Данные табл. 2 подтверждают необоснованность прежних представлений о том, что решающая роль в образовании окраски корки хлеба принадлежит продуктам термического изменения сахаров. Дополнительное добавление 2% мальтозы и сахарозы почти не сказалось на окраске корки. Весьма незначительно, хотя и более заметно, сказалось и добавление 2% фруктозы. Добавление же гликокола вызвало нормальное окрашивание корки хлеба. Одновременное добавление гликокола и мальтозы, или фруктозы, или сахарозы дополнительно увеличило интенсивность окраски корки.

Хотя сахароза не образует с аминокислотами меланоидинов, окрашивание корки хлеба при одновременном добавлении ее с гликоколом легко объяснимо. Сахароза в тесте под действием инвертазы дрожжей инвертируется, и образующиеся при этом глюкоза и фруктоза могут участвовать в меланоидинообразовании.

Исходя из изложенного, можно считать, что интенсивность окраски корки пшеничного хлеба обусловлена образованием в ней темно окрашенных продуктов окислительно-восстановительного взаимодействия остаточных несброженных восстанавливающих сахаров теста и содержащихся в тесте продуктов протеолиза белков.

Дополнительным подтверждением этому послужило добавление к тесту из муки № 12 0,01% (к весу муки) любезно предоставленного нам Н. И. Проскуряковым препарата протеолитического фермента, обладающего одновременно и амилолитической активностью. В результате добавки этого препарата хлеб приобрел нормальную окраску корки. Это может быть объяснено только протеолитическим действием препарата, поскольку дополнительные сахара, образовавшиеся в результате амилолиза, сами по себе на окраску корки хлеба почти не влияют (см. табл. 2).

Таким образом, меланоидинообразование является, очевидно, основным фактором, обуславливающим интенсивность окраски корки хлеба.

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

Поступило
1 VI 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. Ауэрман, Технология хлебопечения, 1948. ² М. Neumann, Brotgetreide und Brot, 1943. ³ Н. Козьмина, В. Кретович, Биохимия зерна и продуктов его переработки, 1950. ⁴ К. Чижова, Изменения крахмала и других углеводов в процессе выпечки хлеба, Диссертация ВНИИХП, 1943. ⁵ Л. Ауэрман, А. Лыков, А. Гинзбург, Процесс выпечки хлеба, 1948. ⁶ D. Kent-Jones, A. Atos, Modern Cereal Chemistry, 1947. ⁷ А. Островский, Биохимия хлебопечения, сборн. 1, 23 (1938). ⁸ В. Кретович, Р. Токарева, Биохимия, 13, 6, 508 (1948). ⁹ В. Кретович, Р. Токарева, ДАН, 69, № 2 (1949). ¹⁰ В. Кретович, Р. Токарева, ДАН, 74, № 3 (1950). ¹¹ В. Кретович, Р. Токарева и др., ВНИИХП, в. 4, 135 (1951).