

БИОХИМИЯ

В. Л. КРЕТОВИЧ и Р. Р. ТОКАРЕВА

**О СОДЕРЖАНИИ ОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛА В ХЛЕБЕ И СОЛОДЕ**

(Представлено академиком А. И. Опарином 10 VII 1950)

В ранее опубликованной работе мы показали, что в хлебе и солоде содержатся различные легколетучие вещества, от присутствия которых зависит аромат этих пищевых продуктов<sup>(1)</sup>. Среди этих веществ, отгоняющихся в вакууме с водяными парами, были обнаружены альдегиды, сложные эфиры и органические кислоты.

Рядом последующих опытов мы установили, что в хлебе и солоде содержатся также вещества, не перегоняющиеся с водяными парами как при обычном давлении, так и в вакууме при 40°. Эти трудно-летучие вещества могут быть выделены путем экстрагирования органическими растворителями исследуемого продукта или водных экстрактов из солода или хлеба.

Фракции трудно-летучих ароматических веществ солода и хлеба обладают приятным медовым запахом. С помощью ряда качественных реакций нам удалось показать, что важной составной частью этой фракции является оксиметилфурфурол.

Как известно, оксиметилфурфурол образуется при нагревании растворов сахаров, что недавно было продемонстрировано на чистых растворах с помощью спектрофотометра<sup>(2)</sup>. Однако, как было показано нами ранее, взаимодействие аминокислот и сахаров при повышенных температурах также приводит к образованию фурфурола и оксиметилфурфурола<sup>(3)</sup>. Таким образом, источником оксиметилфурфурола в хлебе и красном ржаном солоде может быть как термическое разложение сахаров, так и сложная окислительно-восстановительная реакция взаимодействия аминокислот и моносахаридов.

Задачей данной работы была разработка методики количественного определения оксиметилфурфурола в красном ржаном солоде и хлебе и характеристика этих продуктов с точки зрения содержания в них оксиметилфурфурола.

Описываемый ниже метод основан на том, что оксиметилфурфурол в солянокислом растворе образует флуороглюцид, который может быть количественно определен весовым способом<sup>(4)</sup>.

Методика заключается в следующем. 30 г солода или 100 г хлеба настаивается в течение ночи с 5-кратным по весу количеством воды. Затем экстракт центрифугируется и фильтруется через вату. Из полученного и измеренного экстракта для проведения опыта отбирается 50 мл в эрленмейеровскую колбочку на 200 мл. Указанное количество после нейтрализации на лакмус нормальной щелочью экстрагируется в течение 2 дней в делительной воронке серным эфиром. Затем полученный эфирный экстракт обрабатывается безводным сульфатом натрия и при встряхивании 20 мл петролейного эфира (с. т. кип. 40—60°).

Таблица 1

Соотношение весовых количеств флороглюцида и оксиметилфурфурола

Флороглюцид	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
Оксиметилфурфурол	2,3	3,3	4,3	5,1	5,9	6,7	7,5	8,2	9,1	9,9	10,7	11,6	12,4	13,2	14,0	14,8	15,6	16,3	17,1
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
2,3	3,3	4,3	5,1	5,9	6,7	7,5	8,2	9,1	9,9	10,7	11,6	12,4	13,2	14,0	14,8	15,6	16,3	17,1	18,0
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
2,3	3,3	4,3	5,1	5,9	6,7	7,5	8,2	9,1	9,9	10,7	11,6	12,4	13,2	14,0	14,8	15,6	16,3	17,1	18,0

На следующий день эфирный экстракт отфильтровывается через фильтр в эрленмейеровскую колбочку на 200 мл, и сернокислый натр промывается несколько раз смесью равных количеств серного и петролейного эфира. Затем большая часть эфира отгоняется на водяной бане, а остаток отгоняется путем погружения колбы на 10 минут в кипящую водяную баню (в это время через колбочку пропускается ток сухой углекислоты, предварительно очищенной от кислорода с помощью пирогаллата натрия). При этой отгонке фурфурол и метилфурфурол улетают. Затем колба быстро охлаждается и в нее вносят 10 мл 16% соляной кислоты. Содержимое колбы некоторое время взбалтывается и фильтруется в эрленмейеровскую колбочку через фильтр. Колба несколько раз промывается малыми количествами 16% соляной кислоты, так, чтобы общий объем соляной кислоты после фильтрования и промывания был равен 20 мл. Затем прибавляется свежеприготовленный, предварительно отфильтрованный раствор 0,25 г флороглюцина в 30 мл 16% соляной кислоты, так, чтобы общий объем жидкости составлял 50 мл.

В случае наличия оксиметилфурфурола сразу же появляется красное окрашивание, которое вскоре переходит в опалесценцию и позже приводит к выделению красного осадка флороглюцида оксиметилфурфурола. При отсутствии оксиметилфурфурола или при очень малых его количествах появляется самое большое желтая окраска, которая даже через 24 часа не приводит к образованию осадка.

На следующий день осадок отфильтровывается при слабом отсасывании через взвешенный тигель Гуча. Осадок промывается малыми порциями 15 мл очень разбавленной (примерно нормальной) соляной кислоты. Затем осадок высушивается при 100° в сушильном шкафу. Вес найденного флороглюцида может быть пересчитан на оксиметилфурфурол с помощью табл. 1.

С помощью описанной методики нами были получены приводимые ниже данные о содержании оксиметилфурфурола в красном ржаном солоде и хлебе. Необходимо отметить, что в мякише хлеба оксиметилфурфурол не был обнаружен и поэтому все данные, приведенные ниже, относятся к корке хлеба (см. табл. 2).

Полученные нами данные дают возможность притти к следующим заключениям.

Оксиметилфурфурол образуется в хлебе только в результате достаточно энергичного воздействия высоких температур на корку. В мякише, в котором температура поднимается постепенно и лишь к концу выпечки достигает 93—95°, оксиметилфурфурол не образуется или образуется в ничтожных количествах.

Данные табл. 2 показывают, что содержание оксиметилфурфурола в корке хлеба зависит от выхода муки и содержания сахара в тесте. Чем выше выход муки, т. е. чем выше в ней содержание сахара и амилолитическая активность, тем больше оксиметилфурфурола содержится в корке хлеба. Прибавление к тесту сахара или белого солода, вызывающего накопление сахара в тесте, повышает содержание в корке оксиметилфурфурола.

Таблица 2

Содержание оксиметилфурфурола в хлебе и красном ржаном  
солоде  
(в мг на 100 г сух. вещ.)

Хлеб из 72% пшеничной муки . . . . .	0
с добавлением 5,5% сахара . . . . .	2,2
3% белого пшеничного солода . . . . .	2,5
6% " " " . . . . .	8,2
15% " " " . . . . .	14,4
Хлеб из 85% пшеничной муки . . . . .	0
с добавлением 5% белого пшеничного солода . . . . .	7,3
Хлеб из 96% пшеничной муки . . . . .	18,0
с добавлением 4,5% сахара . . . . .	24,0
Хлеб из 68% ржаной муки („рижский“) . . . . .	12,5; 36,3
Хлеб ржаной из сбойной муки . . . . .	8,7; 14,6
Красный ржаной солод хорошего качества . . . . .	37,0; 40,8
Красный ржаной солод плохого качества . . . . .	следы

Вместе с тем необходимо отметить, что содержание оксиметилфурфурола в корке хлеба сильно зависит от температуры печи и продолжительности выпечки. Этот фактор имеет большое значение.

Как известно, оксиметилфурфурол обладает весьма приятным запахом; именно его содержанием объясняют аромат меда. Произведенными нами закрытые дегустации исследованных образцов хлеба показали, что имеется определенная связь между ароматом хлеба и содержанием в нем оксиметилфурфурола. Особенно велико его содержание в красном ржаном солоде хорошего качества.

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные убедительно свидетельствуют о том, что оксиметилфурфурол является важной составной частью того сложного комплекса веществ, от которого зависит аромат хлеба и красного ржаного солода.

Рекомендуемая нами методика количественного определения оксиметилфурфурола может быть использована также и при исследовании ряда других пищевых продуктов, подвергающихся воздействию высоких температур,— сушеных фруктов и овощей, консервов, различного рода кондитерских изделий.

Институт биохимии им. А. Н. Баха

Академии наук СССР и

Поступило

7 VII 1950

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
хлебопекарной промышленности

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. Л. Кретович и Р. Р. Токарева, ДАН, **69**, № 2 (1949). <sup>2</sup> В. Б. Евстигнеев, Биохимия, **15**, 1, 86 (1950). <sup>3</sup> В. Л. Кретович и Р. Р. Токарева, Биохимия, **13**, № 6, 508 (1948). <sup>4</sup> C. J. Kruisheer, N. J. M. Vorstman и L. C. E. Kiphorst, Zs. f. Untersuchung der Lebensmittel, **69**, 570 (1935).