

В. Л. КРЕТОВИЧ и Р. Р. ТОКАРЕВА

ЛЕТУЧИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА СОЛОДА И ХЛЕБА

(Представлено академиком А. И. Опариным 16 IX 1949)

Приятный аромат является одним из важнейших признаков хорошего хлеба. Между тем имеется чрезвычайно мало работ, посвященных выяснению химической природы ароматических веществ хлеба и разработке методов его ароматизации.

Виссерт-Гоофт и Леев (1) в свое время выдвинули гипотезу, согласно которой аромат пшеничного хлеба обусловлен наличием ацетилметилкарбинола и диацетила. Однако последующие работы не подтвердили этого предположения. Так например, М. Тульчинский (2) не обнаружил ацетилметилкарбинола в пшеничном хлебе, приготовленном на жидких дрожжах. Майден (3) пытался решить вопрос об участии ацетилметилкарбинола и диацетила в ароматическом комплексе пшеничного хлеба путем добавления этих веществ к тесту с целью усиления аромата хлеба. Однако ни в одном из его опытов, проводившихся с широким диапазоном концентраций ацетилметилкарбинола и диацетила, не удалось получить благоприятных результатов. Шмальфусс, Бартмейер и Вернер (4), исследовавшие ржаной хлеб, пришли к заключению, что диацетил не имеет никакого отношения к его аромату. Что же касается ацетилметилкарбинола, то он, по мнению этих исследователей, может играть известную роль в создании аромата ржаного хлеба. Однако К. Чижова (5) не обнаружила ни того, ни другого вещества в кислом ржаном хлебе. Комм и Леманн (6), исследовавшие ароматические вещества ржаного хлеба, пришли к заключению, что его аромат определяют не ацетилметилкарбинол и диацетил, а какие-то производные фурана.

Задачей настоящей работы была разработка методики выделения летучих ароматических веществ хлеба и их предварительное химическое исследование. Наряду с хлебом нас также интересовали ароматические вещества красного ржаного солода, являющегося нашим национальным улучшителем хлеба, придающим ему прекрасный аромат.

Мы исходили из мысли о том, что аромат хлеба и красного ржаного солода обусловлен не одним каким-то веществом, а сочетанием веществ. Среди этих веществ могут присутствовать различные спирты, летучие органические кислоты, а также образующиеся при их взаимодействии сложные эфиры.

Наконец, нужно было думать, что весьма существенными компонентами ароматического комплекса хлеба и красного ржаного солода являются различные альдегиды. Как показали наши исследования, они образуются при повышенных температурах томления солода и выпечки хлеба в результате окислительно-восстановительного взаимодействия

аминокислот и сахаров. При этом взаимодействии из сахара образуется фурфурол или оксиметилфурфурол, а из реагирующей с сахаром аминокислоты — соответствующий альдегид, в котором содержится углеродных атомов на один меньше, чем в исходной аминокислоте (7).

Совершенно естественно, что выделение ароматических веществ хлеба и солода, так же как выделение ароматических веществ из любого пищевого или вкусового продукта, должно производиться с помощью методов, не вызывающих разложения и вторичного изменения этих ароматических веществ. Именно поэтому совершенно непригодной оказалась отгонка этих веществ с паром. После ряда опытов мы остановились на отгонке ароматических веществ в вакууме. При этом мелко измельченный хлеб или солод помещался в колбу с дистиллированной водой и в вакууме, при температуре бани 40—45°, отгонялись водяные пары, содержавшие ароматические летучие вещества. Улавливание паров с ароматическими веществами производилось в нескольких охлаждаемых льдом трубках Пелиго. Получаемые таким образом «погоны», представляющие собой бесцветную жидкость, обладают характерным ароматом, свойственным солоду или хлебу. Здесь необходимо подчеркнуть, что предлагаемый нами метод изолирования летучих ароматических веществ в вакууме при низкой температуре может сыграть важную роль при расшифровке химической природы аромата многих пищевых продуктов.

В ряде погонов, полученных таким образом из различных образцов солода и разных сортов хлеба, нами было произведено определение содержания суммы альдегидов и фурфурола. Альдегиды определялись следующим образом. К 50 мл погона прибавлялось 2 мл 1 *N* раствора едкого натра и точно отмеренные из бюретки 3,5 мл 0,2 *N* иода. Слянку закрывают притертой пробкой, взбалтывают и через 1 мин. прибавляют 2,5 мл 1 *N* серной кислоты. Слянку оставляют стоять с закрытой пробкой в течение 10 мин. и титруют избыток иода 0,05 *N* раствором гипосульфита. Два атома иода соответствуют одной молекуле альдегида. Расчеты велись условно на ацетальдегид. Фурфурол определялся нами колориметрически с уксуснокислым анилином. В качестве стандарта служил водный раствор свежее-перегнанного фурфурола. (Употребляемая уксусная кислота не должна содержать фурфурола!) Результаты определений суммы альдегидов, а также фурфурола представлены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что если в погоне, полученном из солода очень хорошего и хорошего качества, содержание альдегидов составляет 30,6—21,3 мг на 100 г абсолютно-сухого вещества, то в солоде, характеризующем по аромату как солод среднего и плохого качества, эти величины значительно понижены.

Результаты анализов погонов, полученных из пшеничного и ржаного хлеба, представляют значительный интерес: в хлебе из муки высших сортов содержание альдегидов ниже, чем в более ароматном хлебе из муки низших сортов.

Как видно из табл. 1, качество хорошего солода характеризуется низким содержанием фурфурола. Одновременно установлено, что фурфурол в пшеничном хлебе из муки высших сортов либо отсутствует, либо содержится в очень малых количествах. В хлебе из пшеничной муки 99% выхода содержание фурфурола все же ниже, чем в ржаном хлебе.

В связи с упоминавшимися указаниями литературы особый интерес представлял для нас вопрос о наличии в солоде и хлебе ацетилметилкарбинола, который определялся в виде никельдиметилглиоксима. В погоне из солода очень хорошего качества содержание ацетилметилкарбинола составляло 4,6 мг на 100 г абсолютно-сухого вещества, в ржаном хлебе ацетилметилкарбинол не обнаружен.

Как уже ранее указывалось, нужно было думать, что различные

Таблица 1

Содержание альдегидов и фурфурола в погонах из красного ржаного солода и хлеба

	Ацетальдегид мг на 100 г абс. сух. в-ва	Фурфурол мг на 100 г абс. сух. в-ва	Органолептическая оценка
Красный ржаной солод . .	30,60	0,30	Очень хороший
	25,26	0,28	Хороший
	22,18	1,17	Слишком сильно отсушен
	24,90	0,34	Хороший
	21,28	0,59	»
	12,47	—	Плохой
	12,80	—	»
	0	—	Очень плохой
Хлеб пшеничный из муки			
выхода: 30%	3,64	нет	
72%	4,00	следы	
85%	4,60	следы	
99%	8,10	0,17	
Хлеб ржаной из муки вы-			
хода: 68%	4,43	0,26	
99%	9,50	0,78	

продукты спиртового и молочнокислого брожения также могут играть определенную роль в образовании специфического аромата красного ржаного солода и хлеба. Особое внимание нами было уделено летучим кислотам и сложным эфирам, которые могут возникать при томлении и сушке солода, а также при выпечке хлеба. Данные, характеризующие содержание в погонах летучих кислот и сложных эфиров, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание сложных эфиров и летучих кислот в погонах из солода и хлеба

	Уксусно-эти- ловый эфир в мг на 100 г абс. сух. в-ва	Кислотность мл 0,1 N NaOH на 10 г абс. сух. в-ва
Солод из решающего слоя	33,5	0,43
» » » »	34,0	0,42
» » » груза	30,0	0,66
» » » »	30,0	1,10
Хлеб пшеничный из муки		
выхода: 30%	44,8	0,10
72%	45,0	0,30
85%	48,6	0,70
99%	48,2	1,11
Хлеб ржаной из муки вы-		
хода: 68%	45,8	0,57
99%	71,1	1,62

Приведенные данные свидетельствуют о том, что аромат солода и хлеба обусловлен весьма сложным комплексом летучих органических веществ, среди которых нами найдены альдегиды, в том числе фурфурол, сложные эфиры и летучие органические кислоты. В красном ржаном солоде нами найден ацетилметилкарбинол.

Вместе с тем эти данные указывают на первостепенную роль альдегидов в том комплексе веществ, от которого зависит аромат хлеба и солода.

Это видно прежде всего из данных табл. 1. Чем выше качество солода, тем выше содержание в нем альдегидов; чем ароматнее хлеб (а аромат хлеба возрастает по мере повышения выхода муки), тем больше в нем альдегидов. Вместе с тем, если к ароматическому погону из хлеба или красного ржаного солода прибавить димедон — реактив, связывающий альдегиды, то аромат этого погона резко ослабевает.

С другой стороны, из данных табл. 2 можно видеть, что по содержанию сложных эфиров не удастся установить какие-либо закономерные различия между солодом хорошего и плохого качества или же между ароматным и лишенным аромата хлебом. Нейтрализация погонов щелочью, с целью связывания содержащихся в них летучих органических кислот, существенно не отражается на их аромате.

Таким образом, полученные нами данные указывают на то, что альдегидам принадлежит чрезвычайно важная роль в создании специфического аромата хлеба и красного ржаного солода. Детальное выяснение химической природы этих альдегидов составляет задачу дальнейших исследований.

Всесоюзный научно-исследовательский институт
хлебопекарной промышленности
Министерства пищевой промышленности СССР

Поступило
16 IX 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ F. Vissert-Hoofst and F. J. G. de Leeuw, *Cereal Chemistry*, **12**, 213 (1935).
² М. Тульчинский, *Хлебопекарная промышленность*, № 7, 18 (1939). ³ A. Maiden, *Chemistry and Industry*, **55**, 143 (1936). ⁴ H. Schmalzfuss, H. Bartmeyer u. K. Werner, *Biochem. Zs.*, **216**, 330 (1929). ⁵ К. Чиждова, Отчет технологической лаборатории ВНИИХП (1939). ⁶ E. Kott u. I. Lehmann, *Zs. f. Untersuchung d. Lebensmittel*, **78**, 458 (1939); **79**, 241 (1940). ⁷ В. Кретович и Р. Токарева, *Биохимия*, **13**, 508 (1948).