

ИЗМЕНЕНИЕ ЛИПИДНЫХ КОМПОНЕНТОВ В МЯСЕ ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ

Л.Ф.Кельман, Ю.Н.Лясковская, Н.Б.Татулова

Вкус и аромат мяса и мясопродуктов являются одними из наиболее важных показателей качества, поэтому изучение химической природы веществ, возможных участников вкуса и аромата, представляет большой интерес. В связи с возросшими методическими возможностями в настоящее время интенсивно проводятся исследования в области изучения вкуса и аромата разнообразных пищевых продуктов, в том числе продуктов, изготавливаемых из наиболее сложного биологического материала — тканей убойных животных.

Полагают, что вкус и аромат зависят от большого числа веществ, относящихся к разным классам органических соединений и присутствующих в мясе в небольших и следовых количествах /1/. Многие исследователи считают, что мясной аромат связан с водорастворимыми соединениями мяса, и его развитие обусловлено появлением некоторых компонентов при нагревании мяса /2-6/.

За последние годы в литературе обсуждается вопрос об участии липидных компонентов в образовании специфического аромата и вкуса мяса /1, 7-11/. Неизмененные липиды или малолетучие продукты их распада являются веществами, которые могут оказывать прямое или косвенное воздействие на вкус пищевых изделий; низкомолекулярные продукты превращения липидов преимущественно влияют на аромат /1, 12/. Из липидных компонентов свободные жирные кислоты прежде всего могут участвовать в образовании вкуса и аромата /8, 12-14/.

Данная работа по исследованию изменений в составе свободных жирных кислот при тепловой обработке мяса начата в связи с изучением вкуса и аромата мяса.

Материалом исследования служила длиннейшая мышца спины крупного рогатого скота и свиней. Пробы отбирали от туш после 4-суточного охлаждения при $2-4^{\circ}\text{C}$ с момента убоя животных.

Исследования проводили одновременно на идентичных образцах сырой и подвергнутой тепловой обработке ткани. Для тепловой обработки навеску измельченной мышечной ткани, равную навеске сырой ткани, используемой для экстракции липидов, помещали в колбу с обратным холодильником и нагревали на водяной бане при температуре 80°C в течение 30 минут. После этого образец количественно переносили в сосуд для экстракции. Свободные жирные кислоты извлекали в составе других липидов экстрагированием мышечной ткани смесью метанола с хлороформом /15, 16/.

Состав и содержание жирных кислот определяли методом газожидкостной хроматографии их метиловых эфиров. Для получения метиловых эфиров свободных кислот использовали метод метилирования на ионообменной смоле /17, 18/. Метиловые эфиры экстрагировали низкокипящим растворителем (хлористым этилом) и разделяли газожидкостной хроматографией. Условия анализа: колонка из нержавеющей стали с внутренним диаметром 3 мм и длиной 1,5 м; неподвижная фаза - 1,4-бутандиолсукцинат, нанесенный в количестве 18% на хромосорб W (60-80 меш); газ-носитель гелий, скорость 4 л/час., температура колонки 180°C, детектор пламенноионизационный.

Идентификацию жирных кислот осуществляли с помощью стандартной смеси достоверных веществ и графика зависимости логарифмов относительного времени удерживания от числа атомов углерода в цепи жирных кислот. Кроме того, присутствие ненасыщенных соединений устанавливали бромированием исследуемой смеси метиловых эфиров жирных кислот и последующим разделением газожидкостной хроматографией. Для количественной оценки применяли метод внутренней нормализации.

Чтобы убедиться в том, что во время всех операций, связанных с выделением липидов, не происходит потерь летучих жирных кислот исследуемого ряда соединений, был проделан модельный опыт с использованием точно известного количества октановой кислоты (C₈). Количество кислоты определяли титрометрически на разных стадиях получения липидов. Установлено отсутствие потерь даже при концентрировании хлороформного раствора октановой кислоты в токе аргона при слабом нагревании.

Результаты и обсуждение

Выбранный способ тепловой обработки измельченного мяса с использованием навески, равной той, которая была применена для определения свободных жирных кислот в сыром мясе, имеет значительные методические преимущества перед варкой куска мяса в воде, так как дает возможность избежать потерь и получить сопоставимые результаты с сырым мясом без дополнительных пересчетов.

Исследования показали, что тепловая обработка приводит к повышению кислотного числа липидов, и, следовательно, к увеличению

общего содержания свободных жирных кислот в мясе, в среднем на 20%.

Результаты количественного определения свободных жирных кислот в липидах сырого и вареного мяса представлены в табл. 1 и 2.

Т а б л и ц а 1

Содержание свободных жирных кислот в липидах мышечной ткани крупного рогатого скота (% к общему содержанию свободных жирных кислот)

Число атомов С	Образец 1		Образец 2		Образец 3		Образец 4	
	сырая	вареная	сырая	вареная	сырая	вареная	сырая	вареная
8	0,19	0,16	0,33	0,11	0,19	0,04	0,13	0,05
9	0,40	0,48	0,68	0,25	0,11	0,09	0,18	0,16
10	0,17	0,14	0,36	0,17	0,11	0,06	0,10	0,06
11	0,92	0,55	0,68	0,64	1,80	1,39	0,38	0,26
12	0,11	0,14	0,36	0,16	0,10	0,12	0,22	0,14
13	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	0,02	0,03
13:1	0,53	0,56	0,41	0,26	1,08	0,58	0,90	0,53
14	0,11	0,04	0,27	0,25	0,29	0,38	0,67	0,51
14:1	0,47	0,34	0,47	0,17	1,29	0,73	0,86	0,66
15 разв.	0,11	0,05	0,10	0,10	0,20	0,06	0,08	0,06
15	Следы	Следы	0,16	Следы	0,20	-	0,05	0,04
Неидентифицир.	0,11	0,18	0,25	0,47	0,21	0,16	0,23	0,14
Неидентифицир.	14,84	13,84	19,18	15,71	11,01	7,54	10,78	7,66
16	6,50	4,83	5,88	6,05	5,37	6,68	8,67	7,63
16:1	4,60	2,99	3,80	3,05	5,36	4,36	5,22	4,56
17 разв.	1,16	0,95	1,17	1,41	1,48	1,12	0,96	1,11
17	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	0,03
17:1	1,06	1,46	1,74	1,92	1,83	1,08	1,24	1,07
18 разв. x)	27,98	27,72	26,88	23,85	15,98	21,09	15,09	20,56
18	16,24	17,44	9,02	14,84	18,34	15,41	18,91	17,65
18:1	10,10	7,81	12,66	14,14	19,79	17,68	20,41	19,07
18:2	13,51	18,93	13,19	15,18	14,00	17,99	13,96	16,71
18:3	-	-	-	-	0,76	2,61	0,81	1,29

x) Идентифицирована предположительно

Т а б л и ц а 2

Содержание свободных жирных кислот в липидах мышечной ткани свиней
(% к общему содержанию свободных жирных кислот)

Число атомов С	Образец 1		Образец 2		Образец 3		Образец 4	
	сырая	вареная	сырая	вареная	сырая	вареная	сырая	вареная
8	0,46	0,34	0,18	0,07	0,07	0,04	0,13	0,14
9	0,62	0,57	0,34	0,12	0,06	0,13	0,19	0,11
10	0,19	0,20	0,12	0,04	0,02	0,09	0,21	0,11
11	0,11	0,27	0,35	0,21	0,15	0,03	0,22	0,34
12	0,16	0,22	0,18	0,13	0,06	0,09	0,48	0,13
13	0,02	0,06	0,06	Следы	0,03	0,06	0,18	0,14
13:1	0,30	0,19	0,12	0,11	0,15	0,13	0,04	0,04
14	2,00	1,78	1,93	1,43	1,83	1,38	2,86	3,85
14:1	0,61	0,61	0,60	0,69	1,00	0,48	0,62	0,72
15 разв.	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы	Следы
15	0,62	0,26	0,48	0,58	0,75	0,31	0,51	0,86
Неидентифицир.	22,04	20,70	19,74	18,21	23,27	24,55	17,14	10,47
16	11,54	12,71	12,10	14,92	11,70	10,83	14,93	15,38
16:1	3,94	4,10	3,72	3,75	3,05	4,37	3,53	3,07
17 разв.	0,87	0,98	1,18	0,94	0,57	1,48	0,83	Следы
17	Следы	0,11	Следы	0,16	Следы	Следы	0,21	0,20
17:1	0,56	0,17	0,19	0,10	0,03	0,11	Следы	Следы
18 разв. x)	10,10	9,61	11,78	9,93	13,39	13,15	3,73	0,95
18	8,98	6,72	11,22	7,95	9,89	8,70	14,02	14,35
18:1	10,71	11,60	9,05	8,54	10,20	8,31	20,56	22,60
18:2	25,26	26,82	22,01	29,90	22,63	22,23	18,25	26,01
18:3	0,55	1,26	3,44	1,86	0,42	3,01	1,35	0,44

x) Идентифицирована предположительно

Как видно из полученных данных (табл. I, 2) в составе свободных жирных кислот как сырого, так и вареного мяса, в отличие от жирных кислот общих липидов, наблюдается сравнительно низкое содержание кислот C_{16} , C_{18} , $C_{18:1}$ и относительно высокое - $C_{18:2}$. Кроме того, в составе свободных жирных кислот обнаружено большее количество ряда кислот с нечетным числом атомов углерода и разветвленной цепью.

Следует отметить, что при хроматографическом разделении метиловых эфиров свободных жирных кислот была обнаружена в значительном количестве кислота, выходящая из колонки перед пальмитиновой кислотой, которую не удалось идентифицировать. Также обращает на себя внимание высокое содержание кислоты, предположительно идентифицированной как C_{18} разветвленная. Если это подтвердится в дальнейших исследованиях, то можно предполагать, что столь высокое содержание разветвленных кислот связано с трудностью их включения в состав триглицеридов и других этерифицированных липидных соединений.

Анализируя представленные в табл. I и 2 данные, видно, что в результате тепловой обработки происходят изменения в содержании некоторых кислот. В ряде случаев намечается явная тенденция к снижению количества кислот в мясе, подвергнутом тепловой обработке. Это в основном касается кислот с более низким молекулярным весом, таких как C_8 , C_9 , C_{10} . Менее заметны изменения в содержании кислот с высоким молекулярным весом. Вместе с тем, количество некоторых из них после тепловой обработки несколько возрастает. Так, в липидах вареного мяса увеличивается, как правило, содержание линолевой кислоты. Такое повышение концентрации линолевой кислоты особенно характерно для свинины. Подобное явление наблюдали также и другие авторы в липидных фракциях сырой и вареной говядины и свинины /II/, в нагретом масле /I9/. Для ряда других кислот не удалось обнаружить каких-либо закономерных изменений в процессе тепловой обработки мяса.

ВЫВОДЫ

Развитие аромата и вкуса при тепловой обработке сопровождается повышением в мышечной ткани общего содержания свободных жирных кислот.

Тепловая обработка не влияет на качественный состав свободных жирных кислот мышечной ткани, но приводит к изменению количественного соотношения некоторых из них.

ЛИТЕРАТУРА

1. Solms J. Fleischwirtschaft, 48, 1968, 287.
2. Batzer O.F., Santoro A.T., Tan M.C., Landmann W.A., Schweigert B.S. J.Agric. Food Chem., 8, 1960, 498.
3. Batzer O.F., Santoro T.A., Landmann W.A. J.Agric. Food Chem., 10, 1962, 94.
4. Macy R.L., Nauman H.D., Bailey M.E. J.Food Sci., 29, 1964, 136.
5. Wasserman A.E., Gray N. J.Food Sci., 30, 1965, 801.
6. Zaika L.L., Wassermann A.E., Monk C.A., Saley J. J.Food Sci., 33, 1968, 53.
7. Hornstein I., Crowe P.F. J.Agric. Food Chem., 8, 1960, 494.
8. Lillard D.A., Ayres J.C. Food Techn., 23, 1969, 117.
9. Hornstein I., Crowe P.F. J.Agric. Food Chem., 11, 1963, 147.
10. Marion J.E., Woodroof F.G. J.Food Sci., 30, 1965, 38.
11. Campbell A.M., Turkki P.P. J.Food Sci., 32, 1967, 143.
12. Fors D.A., J.Agric. Food Chem., 17, 1969, 681.
13. Hall J.L., Harrison D.L., Mackintosh D. J.Agric. Food Chem., 10, 1962, 96.
14. Brodnitz M.H. J.Agric. Food Chem., 16, 1968, 994.
15. Bligh E.G., Dyer W.J. Can. J. Biochem. Physiol., 37, 1959, 911.
16. Кельман Л.Ф., Лясковская Ю.Н. "Мящ.индустрия СССР", I, 1965, 52.
17. Hornstein I., Alford J.A., Elliott L.E., Crowe P.F. Anal. Chem., 32, 1960, 540.
18. Берчфилд Г., Сторрс Э. Газовая хроматография в биохимии. Изд. "Мир", 1964, 487.
19. Кеане К.В., Яacobson G.A., Кrieger C.H. J.Nutrition., 68, 1959, 57.

Table 1

Free fatty acids in the lipids of beef muscle tissue
(% to the total free fatty acids)

No. of C-atoms	Sample 1		Sample 2		Sample 3		Sample 4	
	raw	cooked	raw	cooked	raw	cooked	raw	cooked
8	0.19	0.16	0.33	0.11	0.19	0.04	0.13	0.05
9	0.40	0.48	0.68	0.25	0.11	0.09	0.18	0.16
10	0.17	0.14	0.36	0.17	0.11	0.06	0.10	0.06
11	0.92	0.55	0.68	0.64	1.80	1.39	0.38	0.26
12	0.11	0.14	0.36	0.16	0.10	0.12	0.22	0.14
13	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	0.02	0.03
13:1	0.53	0.56	0.41	0.26	1.08	0.58	0.90	0.53
14	0.11	0.04	0.27	0.25	0.29	0.38	0.67	0.51
14:1	0.47	0.34	0.47	0.17	1.29	0.73	0.86	0.66
15 branched	0.11	0.05	0.10	0.10	0.20	0.06	0.08	0.06
15	Traces	Traces	0.16	Traces	0.20	-	0.05	0.04
Unidentified	0.11	0.18	0.25	0.47	0.21	0.16	0.23	0.14
Unidentified	14.84	13.84	19.18	15.71	11.01	7.54	10.78	7.66
16	6.50	4.83	5.88	6.05	5.37	6.68	8.67	7.63
16:1	4.60	2.99	3.80	3.05	5.36	4.36	5.22	4.56
17 branched	1.16	0.95	1.17	1.41	1.48	1.12	0.96	1.11
17	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	0.03
17:1	1.06	1.46	1.74	1.92	1.83	1.08	1.24	1.07
18 branched ^{x)}	27.98	27.72	26.88	23.85	15.98	21.09	15.09	20.53
18	16.24	17.44	9.02	14.84	18.34	15.41	18.91	17.65
18:1	10.10	7.81	12.66	14.14	19.79	17.68	20.41	19.07
18:2	13.51	18.93	13.19	15.18	14.00	17.99	13.96	16.71
18:3	-	-	-	-	0.76	2.61	0.81	1.29

x) Assumably identified

Неидентифицир. - Unidentified
Следы - Traces
Разв. - branched

Table 2

Free fatty acids in the lipids of pork muscle tissue
(% to the total free fatty acids)

No. of C-atoms	Sample 1		Sample 2		Sample 3		Sample 3	
	raw	cooked	raw	cooked	raw	cooked	raw	cooked
8	0.46	0.34	0.18	0.07	0.07	0.04	0.13	0.14
9	0.62	0.57	0.34	0.12	0.06	0.13	0.19	0.11
10	0.19	0.20	0.12	0.04	0.02	0.09	0.21	0.11
11	0.11	0.27	0.35	0.21	0.15	0.03	0.22	0.34
12	0.16	0.22	0.18	0.13	0.06	0.09	0.48	0.13
13	0.02	0.06	0.06	Traces	0.03	0.06	0.18	0.14
13:1	0.30	0.19	0.12	0.11	0.15	0.13	0.04	0.04
14	2.00	1.78	1.93	1.43	1.83	1.38	2.86	3.85
14:1	0.61	0.61	0.60	0.69	1.00	0.48	0.62	0.72
15 branched	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces	Traces
15	0.62	0.26	0.48	0.58	0.75	0.31	0.51	0.86
Unidentified	22.04	20.70	19.74	18.21	23.27	24.55	17.14	10.47
16	11.54	12.71	12.10	14.92	11.70	10.83	14.93	15.58
16:1	3.94	4.10	3.72	3.75	3.05	4.37	3.53	3.07
17 branched	0.87	0.98	1.18	0.94	0.57	1.48	0.83	Traces
17	Traces	0.11	Traces	0.16	Traces	Traces	0.21	0.20
17:1	0.56	0.17	0.19	0.10	0.03	0.11	Traces	Traces
18 branched ^{x)}	10.10	9.61	11.78	9.93	13.39	13.15	3.73	0.95
18	8.98	6.72	11.22	7.95	9.89	8.70	14.02	14.35
18:1	10.71	11.60	9.05	8.54	10.20	8.31	20.56	22.60
18:2	25.26	26.82	22.01	29.90	22.63	22.23	18.25	26.01
18:3	0.55	1.26	3.44	1.86	0.42	3.01	1.35	0.44

x) Assumably identified

Неидентифицир. - Unidentified
Следы - Traces
Разв. - branched