

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ГОВЯЖЬЕГО КОСТНОГО ЖИРА

THE QUALITY OF BEEF BONE FAT AS EFFECTED WITH TECHNOLOGICAL FACTORS

Неустойчивость костного жира к воздействию атмосферного кислорода приводит к необходимости изучения окислительных изменений, протекающих в нем под действием тех или иных технологических факторов. В данной работе окислительные изменения костного жира исследованы в зависимости от продолжительности нагревания при температурах, близких к применяемым в промышленности и практическом использовании, а также в зависимости от способа производства.

Материал и методы исследования

Исследовали жир проксимальных эпифизов правых бедренных костей молодняка крупного рогатого скота симментальской породы.

Влияние продолжительности нагревания при 95°C изучали на жире, полученном из кости водной вытопкой в лабораторных условиях, приближающихся к производственным условиям вытопки в открытом котле. Часть жира, выделившегося после двухчасовой вытопки при указанной температуре, использовали для изучения влияния (на его химические показатели) продолжительности нагревания при 180°C .

Влияние способа производства изучали на костном жире, полученном в автоклаве с непрерывным отводом жира и бульона, открытом котле и установке ВНИИМПа /1/.

В образцах, отобранных в процессе нагревания в лабораторных и производственных условиях, определяли содержание перекисей, свободных жирных кислот, вторичных продуктов окисления по реакции с бензидином /2/, токоферолов, каротина /3/ и полиненасыщенных жирных кислот с сопряженными двойными связями /4/. Пробы жира также подвергали спектрофотометрическим измерениям в ультрафиолетовой области спектра (растворитель гексан).

Результаты

На рис. I-4 приведены графики, характеризующие влияние продолжительности нагревания четырех партий костного жира при 95°C на накопление в нем перекисных соединений и свободных жирных кислот, распад токоферолов и каротина.

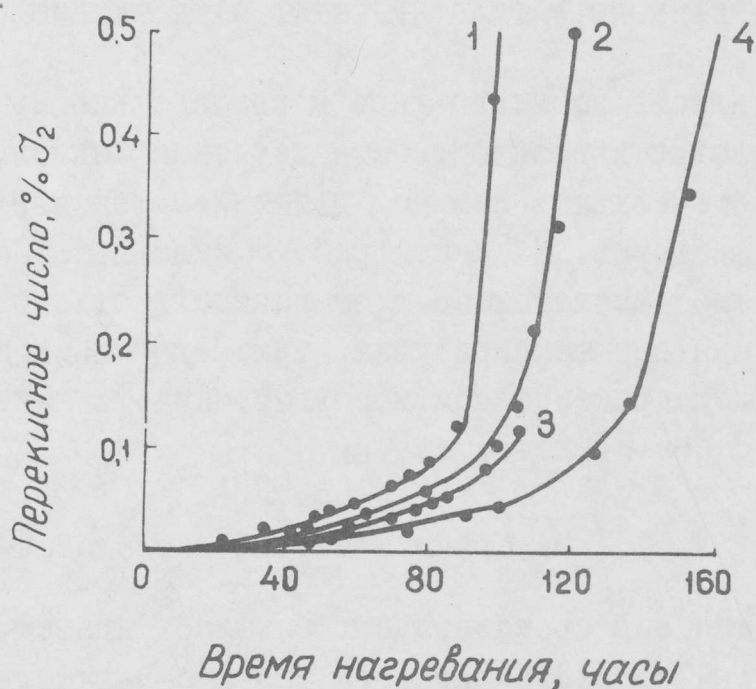


Рис. 1. Изменение перекисных чисел в процессе нагревания костного жира при 95°C (1-4 - разные партии жира)

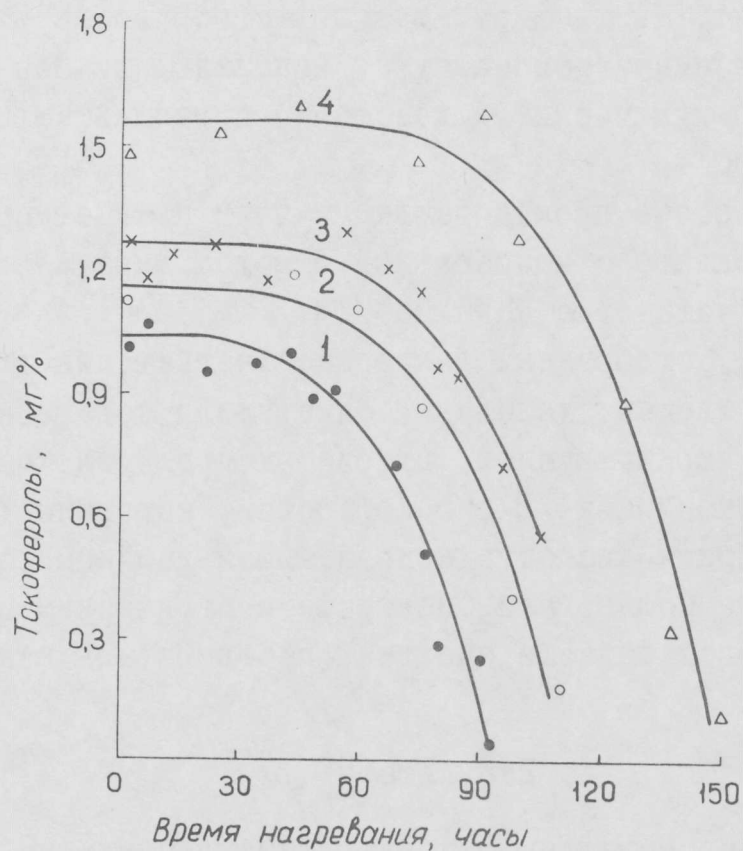


Рис. 2. Изменение содержания токоферолов в процессе нагревания костного жира при 95°C (1-4 - разные партии жира)

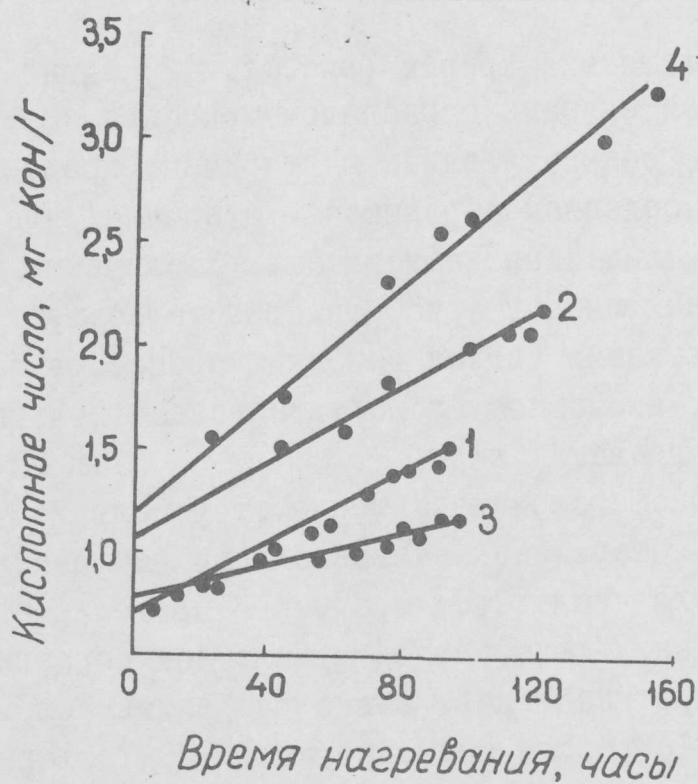


Рис. 3. Изменение кислотных чисел в процессе нагревания костного жира при 95°C (I-4 - разные партии жира)

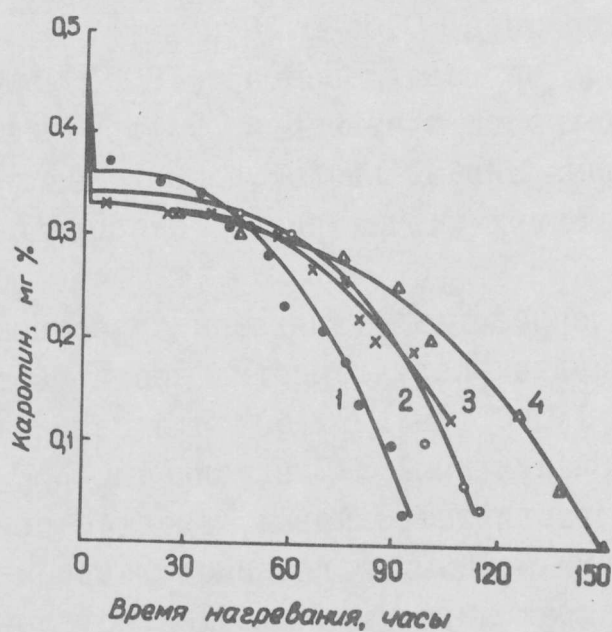


Рис. 4. Изменение содержания каротина в процессе нагревания костного жира при 95°C (I-4 - разные партии жира)

Из сопоставления кривых (рис. 1 и 2) видно, что накопление перекисей связано с распадом токоферолов. После часа вытопки в жире обнаруживались и вторичные продукты окисления. Между накоплением перекисей и вторичных продуктов окисления выявлена линейная зависимость. Увеличение содержания свободных жирных кислот (рис. 3) свидетельствует о довольно медленном протекании гидролитических процессов в костном жире при 95°C : кислотное число удваивалось только после 70–110 час. нагревания жира.

Распад токоферолов характеризуется наличием индукционного периода, который заканчивается при достижении в костном жире перекисного числа 0,04–0,05. Его продолжительность зависела от содержания токоферолов в исходном образце жира (рис. 2).

Распад каротина в жире можно разделить условно на 3 стадии (рис. 4): 1) резкое снижение на 13–20% содержания каротина в первом периоде после одного часа вытопки жира; 2) замедленный распад каротина во втором периоде в течение последующих 25–40 час. нагревания до достижения перекисного числа жира 0,05–0,06; 3) ускорение распада каротина в третьем периоде при перекисном числе жира 0,05–0,06 и выше.

В костном жире, нагревавшемся при 180°C , отсутствовали какие-либо закономерности в изменении содержания перекисных соединений, свободных жирных кислот, вторичных продуктов окисления и полиненасыщенных жирных кислот с сопряженными двойными связями.

В результате исследований выявлены существенные различия в изменении спектральных характеристик костного жира, нагревавшегося при 95 и 180°C (рис. 5, 6). Эти изменения выражались в постепенном ослаблении при 95°C и усилении при 180°C поглощения, сначала в области тетраеновых, а затем триеновых жирных кислот с сопряженными двойными связями. Одновременно при обеих температурах в спектрах жира утрачивалась, обусловленная конъюгированием, селективная абсорбция, характерная для тетраеновых и триеновых, а при 180°C и диеновых жирных кислот с сопряженными двойными связями.

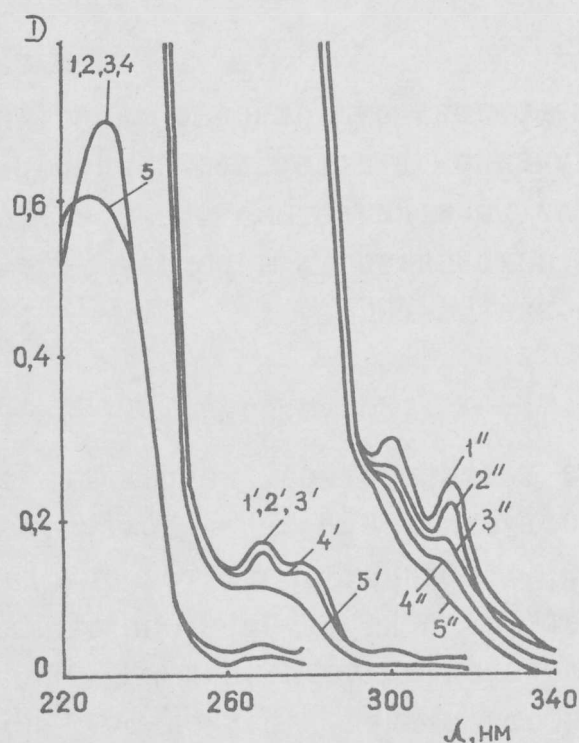


Рис. 5. Спектры поглощения костного жира, нагревавшегося при 95°C . Время нагревания и перекисные числа соответственно: 1, 1', 1'' - 0 час., 0; 2, 2', 2'' - 36 час., 0,017; 3, 3', 3'' - 84 час., 0,060; 4, 4', 4'' - 102 час., 0,087; 5, 5', 5'' - 120 часов, 0,51.

1, 2, 3, 4, 5 - диеновые, 1', 2', 3', 4', 5' - триеновые, 1'', 2'', 3'', 4'', 5'' - тетраеновые жирные кислоты с сопряженными двойными связями.

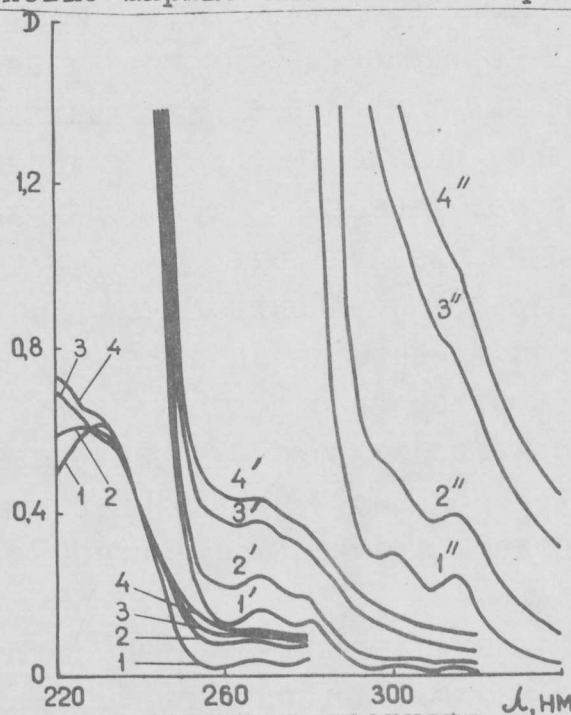


Рис. 6. Спектры поглощения костного жира, нагревавшегося при 180°C : 1, 1', 1'' - 0 час., 2, 2', 2'' - 5 час., 3, 3', 3'' - 23 часа, 4, 4', 4'' - 31 час.

1, 2, 3, 4 - диеновые, 1', 2', 3', 4' - триеновые, 1'', 2'', 3'', 4'' - тетраеновые соединения с сопряженными двойными связями

Способ производства существенно влияет на качество жира. Так, в жире, полученном в автоклаве с непрерывным отводом жира и бульона, были выше кислотные числа и значительные потери каротина. Лучшая сохраняемость каротина отмечена в жире, полученном в установке ВНИИМПа.

Обсуждение

Исследование костного жира, нагревавшегося при 95°C показало, что существует тесная связь между увеличением перекисных соединений, вторичных продуктов окисления, снижением содержания токоферолов и каротина и спектральными изменениями жира в ультрафиолетовой области спектра. Аналогичная зависимость найдена в костном жире, полученном в производственных условиях. Это дает возможность судить об окислительных изменениях костного жира только по перекисному числу. Чувствительными методами регистрации ранних стадий окислительных изменений костного жира при 95°C являются также определение вторичных продуктов окисления по реакции с бензидином и поглощения при 315 нм.

Наблюдавшееся в наших исследованиях ослабление поглощения костного жира в ультрафиолетовой области спектра обусловлено, очевидно, окислением полиненасыщенных жирных кислот с сопряженными двойными связями в процессе нагревания жира. Об этом свидетельствуют данные, полученные при окислении говяжьего жира /5/, а также чистых диеновых и триеновых жирных кислот с сопряженными двойными связями /6/.

Несмотря на небольшое количество, природные токоферолы оказывают существенное влияние на скорость протекания окислительных процессов в костном жире и стабилизирующее воздействие на каротин. Антиокислительное действие натуральных токоферолов наблюдалось нами и при получении костного жира в установке ВНИИМПа, открытом котле и автоклаве с непрерывным отводом жира и бульона.

Обращают на себя внимание значительные потери каротина в костном жире после часовой вытопки при 95°C . Они были близки к наблюдавшимся в начальный период вытопки говяжьего жира /7/, и обуславливались, вероятно, более интенсивным окислением каротина в период прогрева воды и кости до температуры вытопки.

Можно считать, что быстрота прогрева при вытопке жира из кости способствует большому сохранению в жире каротина. Именно по этой причине в установке ВНИИМПа был получен костный жир с более высоким содержанием каротина.

Ускорение распада каротина в третьем периоде нагревания при 95°C , т.е. при достижении в костном жире перекисного числа 0,05 и выше, следует отнести за счет воздействия на каротин перекисных соединений.

Как показали ранее проведенные исследования /8/ в костном жире, нагревавшемся при 95°C , наблюдается связь между накоплением продуктов окисления количеством распавшегося каротина и спектральными изменениями жира в области 380–520 нм. Это позволяет привлечь в качестве дополнительного критерия для суждения о глубине окислительных изменений костного жира, полученного в производстве, визуальное определение интенсивности окраски.

Из изученных нами показателей характеристики окислительной порчи костного жира при 180°C только поглощение при 268 и 315 нм связано с длительностью нагревания при этой температуре и может характеризовать глубину окислительных изменений жира. За усиление поглощения при 268 нм могут быть ответственны некоторые вторичные продукты окисления /9,10/. На это указывает и отсутствие в спектре жира характерных для систем с тремя сопряженными двойными связями полос поглощения.

ВЫВОДЫ

1. Исследованы окислительные изменения жира в процессе водной вытопки из кости при 95°C . Установлено:

- наличие тесной связи между накоплением в жире первичных и вторичных продуктов окисления, распадом токоферолов и каротина, а также светопоглощением в ультрафиолетовой области спектра;

- замедление распада токоферолов с увеличением их исходного содержания в жире;

- распад каротина носит стадийный характер.

2. Глубина окислительных изменений костного жира, нагревавшегося при 95°C , хорошо характеризуется перекисным числом, а при 180°C – светопоглощением при 268 и 315 нм.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Синицын К., Либерман С., Файвишевский М. Новая технология комплексной переработки кости в непрерывном потоке. "Мясная индустрия СССР", 12, 7.
2. Руководство по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Под редакцией Ржехина В.П., Л., изд-во ВНИИЖа, I, 1967.
3. Девятини В.А. Методы химического анализа в производстве витаминов. М., изд-во "Медицина", 1964.
4. Крылова Н.Н., Лясковская Ю.Н. Физико-химические методы исследования продуктов животного происхождения. М., Пищепромиздат, 1965.
5. Mirna A. Über Veränderungen der UV-Spektren bei Schlachtfetten während der Autoxydation. Fette, Seifen, Anstrichmittel, 62 (7), 1960, 577.
6. Holman R.T., Lundberg W.O., Burr G.O. Spectrophotometric studies of the oxidation of fats. "Amer. Oil Chem. Soc.", 67 (8) 1945, 1386, 1390.
7. Зиновьев А.А., Захарова И. Об аналитической оценке начальных стадий окислительной порчи жиров. "Мясная индустрия СССР", 6, 1953, 57.
8. Лясковская Ю.Н., Цимбалова Н.М. Развитие зеленоватого оттенка при хранении жира. "Тр.ВНИИМП", 23, 1970, 61.
9. Swern D. Primary products of olefinic autoxidations. Autoxidation and autoxidants. Ed. Lundberg W.O., Interscience Pub., N.-Y.-London, 1, 1, 1961.
10. Миронова А.Н. Спектральный анализ растительных масел. "Тр.ВНИИЖа", 20, 1960, 90.

LIST OF FIGURES

FIG.1. Peroxide number changes during heating of bone fat at 95°C (1-4 are different batches of fat).

FIG.2. Tocopherol level changes during heating of bone fat at 95°C (1-4 are different batches of fat).

FIG.3. Acid numbers changes during heating of bone fat at 95°C (1-4 are different batches of fat).

FIG.4. Carotene level changes during heating at 95°C (1-4 are different batches of fat).

FIG.5. Absorption spectra of bone fat heated at 95°C.

Heating time and peroxide numbers are as follows (respectively):

1,1', 1''	- 0 hr, 0
2,2', 2''	- 36 hrs, 0.017
3,3', 3''	- 84 hrs, 0.060
4,4', 4''	- 102 hrs, 0.087
5,5', 5''	- 120 hrs, 0.510

1,2,3,4,5 - are diene fatty acids with conjugated double bonds;

1',2',3',4',5' - are triene fatty acids with conjugated double bonds;

1'', 2'', 3'', 4'', 5'' are tetraene fatty acids with conjugated double bonds.

FIG.6. Absorption spectra of bone fat heated at 180°C:

1,1',1''	- 0 hr
2,2', 2''	- 5 hrs
3,3', 3''	- 23 hrs
4,4', 4''	- 31 hrs

1,2,3,4 - are diene compounds with conjugated double bonds;

1',2',3',4' - are triene compounds with conjugated double bonds;

1'',2'',3'',4'' - are tetraene compounds with conjugated double bonds.

- - -

Fig.1 - перекисное число - peroxide number
время нагревания, часы - heating time, hours

Fig.2 - токоферолы - tocopherols
время нагревания, часы - heating time, hours

Fig.2 - кислотное число - acid number
время нагревания, часы - heating time, hours

Fig.4 - каротин - carotene
время нагревания, часы - heating time, hours