

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕПЕНИ ОКИСЛЕННОСТИ ПОДКОЖНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ
СВИНИНЫ ПРИ НИЗКОЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ И СУБКРИОСКОПИЧЕСКОЙ ТЕМ-
ПЕРАТУРАХ ХРАНЕНИЯ

INVESTIGATIONS OF THE OXIDATION DEGREE OF PORK SUBCUTANEOUS
ADIPOSE TISSUE AT LOW ABOVE-ZERO AND SUBCRYOSCOPIC STORAGE
TEMPERATURES

В последние годы в Советском Союзе /1-2/ и ряде стран Западной Европы /3-5/ широко применяется способ быстрого охлаждения мяса в интенсивно движущемся воздухе с температурой ниже 0°C . Это повышает технологический и экономический эффект.

Еще больший экономический эффект достигается при хранении подмороженного мяса в условиях субкриоскопических температур, т.е. температуры на 1, 2°C ниже точки замерзания мышечных соков данного продукта /6, 7/.

Совершенствование процессов холодильной обработки и хранения мяса предполагает применение таких рациональных режимов, которые способствуют не только продлению срока хранения и снижению при этом естественных потерь, но и наиболее полному сохранению пищевой ценности и товарного качества мяса.

Во ВНИИ (Москва) исследованы окислительные изменения подкожной жировой ткани свиных полутуш, охлажденных при ± 0 и -5°C , в процессе хранения при $0-0,5^{\circ}\text{C}$ и подмороженной при -20°C в процессе длительного хранения при температуре от $-2,0$ до $-2,5^{\circ}\text{C}$, а также при последующем отеплении.

Отбирали срезы поверхностного и внутреннего слоев хребтового шпика свиной полутуши. Поверхностный слой срезали на глубину 5 мм. Экстрагировали жир хлороформом /8/.

Интенсивное (-5°C) охлаждение прекращали по достижении в центре бедра 4°C , подмораживание (-20°C), в центре длиннейшего мускула спины - $-1,2^{\circ}\text{C}$. Охлажденную свинину хранили при температуре $0-0,5^{\circ}\text{C}$, подмороженную - при температуре от $-2,0$ до $-2,5^{\circ}\text{C}$ в штабелях-клетках высотой 1,4 м.

После 25-суточного хранения от $-2,0$ до $-2,5^{\circ}\text{C}$ свиные полутуши отепляли при 5 и 15°C до 0°C в глубине лопатки.

Об окислительных изменениях подкожной жировой ткани на различных стадиях хранения свиных полутуш судили по накоплению перекисей, которые определяли йодометрическим методом в модификации Зиновьева /9/, и по реакции с 2-тиобарбитуровой кислотой (2-ТБК) методом Сидвелла и др. /10/.

В процессе хранения свиных полутуш под влиянием биологических, физических и химических факторов в подкожной жировой ткани происходят многообразные превращения. В результате этого постепенно ухудшаются ее органолептические показатели и пищевая ценность, которые всегда рассматриваются в совокупности

со свежестью, характеризуемой лишь глубиной развития процессов окисления.

Изменение первичных продуктов окисления – перекисей (в % йода) в подкожной жировой ткани в различные периоды хранения свиных полутуш показано в табл. I.

В начале хранения в течение некоторого времени химические и органолептические показатели подкожной жировой ткани не изменяются или почти не изменяются. К концу хранения охлажденной свинины (7 и 10 сут.) в поверхностном слое жировой ткани значения перекисных чисел составили около 0,01% йода, во внутреннем слое – еще ниже. К концу хранения подмороженной свинины (25 сут.) перекисное число в поверхностном слое подкожной жировой ткани было около 0,02% йода, во внутреннем – вдвое меньше.

Т а б л и ц а I

Продолжительность хранения, сут.	Поверхностный слой			Внутренний слой		
	Охлаждение, °С		Подморож. °С	Охлаждение, °С		Подморож. °С
	± 0	-5	-20	± 0	-5	-20
5	0,005	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
7	0,010	0,008	0,002	0,003	0,003	0,000
10	-	0,010	0,006	-	0,005	0,000
	снята с хран.			снята с хран.		
15			0,010			0,000
20			0,017			0,004
25			0,024			0,012
25 + 0,5 при 5°С			0,027			0,016
25 + 3 "			0,034			0,026
25 + 0,5 при 15°С			0,051			0,017
25 + 3 "			0,121			0,081

Примечание. При хранении охлажденных (± 0 и -5°C) и подмороженных (-20°C) свиных полутуш в поверхностном и внутреннем слоях подкожной жировой ткани перекисные числа равнялись 0.

Окислительные изменения подкожной жировой ткани происходят по всей ее толще, хотя их интенсивность во внутреннем слое вдвое меньше, чем в поверхностном. Это явление отмечено также

другими исследователями /11, 12/. Некоторые авторы связывают окисление с адсорбцией кислорода из воздуха, а также с некоторым содержанием в ткани гемоглобина /14-16/. Жировая ткань, особенно поверхностный слой, отличается высокой адсорбцией кислорода воздуха. С другой стороны, гемоглобин, который обуславливает бледно-розовую окраску свежей подкожной жировой ткани свинных полутуш, также содержит кислород /14, 17/. Он может способствовать окислению как поверхностного, так и внутреннего слоев подкожной жировой ткани свинных полутуш за счет десорбции кислорода. Кроме того, гемоглобин содержит в своем составе железо, являющееся катализатором окисления жиров и в первую очередь жиров, содержащих ненасыщенные жирные кислоты, каким и является подкожная жировая ткань свинных полутуш. Поэтому некоторые авторы /18/ полагают, что адсорбция кислорода воздуха и десорбция его из гемоглобина являются основными факторами, определяющими специфичность накопления перекисей в подкожной жировой ткани. Если доступ кислорода к ней не ограничен, как в наших опытах, то на определенном этапе хранения, наряду с образованием перекисей, начинается образование вторичных продуктов окисления, в частности, альдегидов /19/. В наших опытах это явление наблюдалось при отеплении свинных полутуш.

О глубине окислительного процесса мы судили также по накоплению малонового диальдегида, реагирующего с 2-ТБК с образованием окрашенного соединения. Интенсивность развившейся окраски измеряли на фотоэлектрокалориметре с зеленым светофильтром. Количество образовавшегося в ткани малонового диальдегида выражали в мг на 1000 г продукта, для чего величину оптической плотности умножали на константу 7,8 /20/. Данный показатель авторы /20/ называли тиобарбитуровым числом (ТБЧ).

Известно, что перекиси не имеют ни запаха, ни вкуса /13/, но образующиеся при их превращениях вторичные продукты распада в большинстве своем таковыми обладают /13, 21/. Однако даже абсолютно свежая жировая ткань содержит некоторое количество карбонильных соединений, определяющих ее специфический запах /15, 22/. Малоновый диальдегид не имеет специфического запаха и вкуса, но по его накоплению в ткани можно судить об образовании вторичных продуктов распада, которые отрицательно влияют на органолептические свойства.

Изменение ТБЧ (в мг малонового альдегида на 1000 г жировой ткани) в процессе хранения свиных полутуш показано в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Продолжи- тельность хранения, сут.	Поверхностный слой			Внутренний слой		
	Охлаждение, °С		Подмороз. °С	Охлаждение, °С		Подмороз. °С
	±0	-5	-20	±0	-5	-20
0	0,179	0,179	0,179	0,094	0,094	0,094
7	0,296	0,290	0,211	0,190	-	-
10	-	0,312	0,242	-	0,200	0,122
	снята с хран.			снята с хран.		
15			0,240			-
25			0,343			0,172
25 + 0,5	при 5°C		0,410			0,195
25 + 3	"		0,523			0,250
25 + 0,5	при 15°C		0,499			0,234
25 + 3	"		1,583			0,952

Как видно из таблицы, за период хранения свиных полутуш, охлажденных как при 0, так и при -5°C, величина ТБЧ как поверхностного, так и внутреннего слоев подкожной жировой ткани возрастала примерно в 1,7 раза по сравнению с первоначальной величиной, которая в свою очередь во внутреннем слое была в 2 раза ниже, чем в поверхностном.

К концу 25-суточного хранения при температуре от -2,0 до -2,5°C предварительно подмороженных свиных полутуш величина ТБЧ поверхностного слоя подкожной жировой ткани была немного выше, чем на 7 и 10 сут. хранения у охлажденных свиных полутуш, а ТБЧ внутреннего слоя равнялась начальной величине ТБЧ поверхностного слоя. Лишь при размораживании полутуш после 25-суточного хранения при субкриоскопической температуре ТБЧ значительно повышалось. Величина ТБЧ подкожной жировой ткани свиных полутуш, отпеленных при 15°C в течение 12 час. и 5°C - в течение 3 сут., была примерно одинакова, но и в этом случае соотношение конечных значений ТБЧ поверхностного и внутреннего слоев ткани к концу указанного периода хранения со-

ставляло 2:1. Органолептические и химические показатели были взаимосвязаны. Начальное исчезновение бледно-розового оттенка в поверхностном слое подкожной жировой ткани в наших опытах происходило к концу хранения охлажденных полутуш при перекисном числе немногим больше 0,01% йода, что согласуется с данными других исследователей /12/, но во внутреннем слое и в конце хранения обесцвечивания не наблюдалось. Подкожная жировая ткань полутуш, хранившихся при температуре от $-2,0$ до $-2,5^{\circ}\text{C}$, даже в конце хранения, при перекисном числе 0,024% йода, в поверхностном слое не обесцвечивалась. Оно было отмечено лишь при отеплении свинины в поверхностном и внутреннем слоях, что, вероятно, можно объяснить усиленной десорбцией кислорода из гемоглобина, содержащегося в подкожной жировой ткани, при повышении температуры /18/. Слегка осалившиеся вкус и запах в поверхностном слое появились лишь через 3 сут. хранения свиных полутуш при 15°C при достижении ТБЧ значения 1,58.

Однако срок хранения свиных полутуш в наших опытах ограничивался прежде всего возможностью сохранения их товарного качества в целом. После 7-8 сут. хранения свиных полутуш (охлаждены при $\pm 0^{\circ}\text{C}$), 10-11 сут. (охлаждены при -5°C) и 25-30 сут. (подморожены от $-2,0$ до $-2,5^{\circ}\text{C}$) наблюдалось потемнение мышечной ткани шейного зареза, среза диафрагмы, некоторое посережение позвоночника по распилу и др. Указанные изменения товарного качества свиных полутуш не позволяли хранить их более указанных сроков.

Окислительные изменения подкожной жировой ткани не лимитировали допустимых сроков хранения свинины.

В ы в о д ы

1. Скорость накопления перекисных соединений в поверхностном слое подкожной жировой ткани свиных полутуш в 2-3 раза больше, чем во внутреннем слое.

2. Значения ТБЧ подкожной жировой ткани свиных полутуш, охлажденных при ± 0 и -5°C , в процессе хранения при низкой положительной температуре и подмороженных при -20°C в процессе хранения при субкриоскопической температуре, к концу хранения

близки междусобой и составляли в поверхностном слое около 0,3 мг на 1000 г ткани, во внутреннем - в 1,5-2 раза ниже, чем в поверхностном.

3. Интенсивное охлаждение (-5°C) с последующим хранением при низкой положительной температуре и подмораживание (-20°C) с последующим хранением при субкриоскопической температуре позволяют продлить срок хранения свинины в первом случае до IО-II, во втором - до 25-30 вместо 7-8 сут. при хранении свинины, охлажденной при $\pm 0^{\circ}\text{C}$ и хранившейся при этой же температуре.

ЛИТЕРАТУРА

- I. Шеффер А.П., Саатчан А.К. Быстрое охлаждение мяса методом воздушного душирования. М., ЦИНТИПищепром, 1967.
2. Герасимов Н.А., Малеванный Б.Н. "Холодильная техника", I, 1968.
3. J a s p e r W. "Die Fleischwirtschaft", 2, 8, 1959.
4. K u r r i a n o f f I. "Die Kälte", 3, 1958.
5. J u l M., N i e l s e n H., P e t e r s e n H. "Die Fleischwirtschaft", 12, 4, 1960.
6. Головкин Н.А., Шаган О.С. "Холодильная техника", 2, 1964.
7. Головкин Н.А., Ноздрункова И.Р., Шаган О.С. Переохлажденное мясо. М., ЦИНТИПищепром, 1966.
8. Пиульская В.И. "Мясн.индустр.СССР", I, 9, 1958.
9. Зиновьев А.А. Химия жиров. М., Пищепромиздат, 1952.
10. S i d w e l l C.G., S a l w i n H., M i t c h e l l J.H. et al. "J. Am. Oil Chemists Soc.", 32, 13, 1955.
- II. Новикова Е.И. "Мясн.индустр.СССР", I, 1961.
- I2. Пугачев П.И. Влияние свойств упаковочных материалов на качественные изменения в процессе хранения замороженной говяжьей мышечной ткани и шпика. Автореферат, М., 1965.
- I3. Павловский П.Е., Пальмин В.В. Биохимия мяса и мясопродуктов. М., Пищепромиздат, 1963.
- I4. Кожуев П.А. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1949.
- I5. J o u n a t h a n M.T., W a t t s B.M. Food Research, 24, 6, 728-734, 1959.
- I6. Крылова Н.Н., Ляскова Ю.Н. "Биохимия мяса" М., Пищевая промышленность, 1968.

17. Балаховский С.Д., Балаховский И.С.
Методы химического анализа крови. М., Медгиз, 1953.
18. Neimann H.D., Brady D.E., m. Palmer A.L.,
Tucker L.N. "Food technol.", 5, 12, 1951, 496.
19. Комарова В.Н. "Мясн.индустр.СССР", 2, 1955.
20. Tarladgis B.C., Watts B.M., Jonathan
M.T. "J.AmOil Chemists Soc.", v.37, 44-48, 1960.
21. Pietrzyk C. Poczniiki Technologi i Chemil Zywnosci,
111, 77, 1958.
22. Chipault V.R., Privett O.S., Mizuno V.R.,
Nickell E., Lundbery W.O. Industrialand
engineering chemistry, 49, 10, 1957, 1713-1720.

Table 1

Storage time, days	Surface layer			Inner layer		
	Chilling, °C		Slight free- zing, °C	Chilling, °C		Slight free- zing, °C
	0	-5	-20	0	-5	-20
5	0.005	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.010	0.008	0.002	0.003	0.003	0.000
10	-	0.010	0.006	-	0.005	0.000
	removed from sto- rage			removed from sto- rage		
15			0.010			0.000
20			0.017			0.004
25			0.024			0.012
25+0.5	at 5°C		0.027			0.016
25+3	"		0.034			0.026
25+0.5	at 15°C		0.051			0.017
25+3	"		0.121			0.081

Note: During storage of chilled (± 0 and -5°C) and slightly frozen (-20°C) pork sides, peroxide numbers in the surface and inner layers of the fat tissue were 0.

Table 2

Storage time, days	Surface layer			Inner layer		
	Chilling, °C		Slight free- zing, °C	Chilling, °C		Slight free- zing, °C
	0	-5	-20	0	-5	-20
0	0.179	0.179	0.179	0.094	0.094	0.094
7	0.296	0.290	0.211	0.190	-	-
10	-	0.312	0.242	-	0.200	0.122
	removed from sto- rage			removed from sto- rage		
15			0.240			-
25			0.343			0.172
25+0.5	at 5°C		0.410			0.195
25+3	"		0.523			0.250
25+0.5	at 15°C		0.499			0.234
25+3	"		1.583			0.952